

Masivní pěnovce ze spodní části sekvence a pevné strukturní pěnovce z čela akumulace vykazují drobně krystalickou strukturu. K celkové masivní rekrystalizaci (sběrné rekrystalizaci) celé horniny, která je častá u travertinu s. s. a vede k zaplňování volných pórů, však nedošlo. I masivní pěnovce z nejstarší části celé sekvence ve Svatém Janu pod Skalou dosahují objemové hmotnosti jen okolo $1,7 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$ (tedy mají porozitu kolem 40 %), mají zcela zachovány dutiny po drobných větvičkách a listech. V těchto dutinách není patrná masivní tvorba novotvořeného diagenetického kalcitu. Novotvořený kalcit je místy patrný, jde však zejména o jehlicovité mikrokystalické formy (viz obr. 12), které z hlediska hmotnosti mohou představovat řádově první procenta veškerého kalcitu přítomného v hornině. Navíc porovnání se zcela recentními pěnovci vytvořenými v dnešní tocích Českého krasu ukazuje, že i ty mají nedlouho po svém vzniku jemně až drobně krystalickou strukturu kalcitu.

Předpokládáme proto, že vyplňování volných dutin v nově vytvořeném pěnovci probíhá nedlouho po tvorbě jeho strukturní kostry, z velké míry ještě před oxidací organického detritu přítomného v sedimentu. Podle této představy masivní „stavební“ pěnovce ze spodní série byly buď takto pevné primárně, nebo doznaly zpevnění a dílčí rekrystalizaci záhy po tvorbě. V pozdější diagenезi dochází ke krystalizaci novotvořeného kalcitu, avšak v míře, která nemůže být významná pro studium geochemického záznamu klimatických změn v poměrech stabilních izotopů. Je tomu tak také proto, že tento novotvořený „diagenetický“ kalcit má poměry stabilních izotopů uhlíku a kyslíku jen nepříliš odlišné od původního pěnovce. Jiná situace je při datování karbonátů metodou ^{14}C , kde i malý podíl novo-

tvořeného kalcitu s výrazně vyšší aktivitou radiouhlíku může značně ovlivnit výsledek (viz např. PAZDUR et al. 1988).

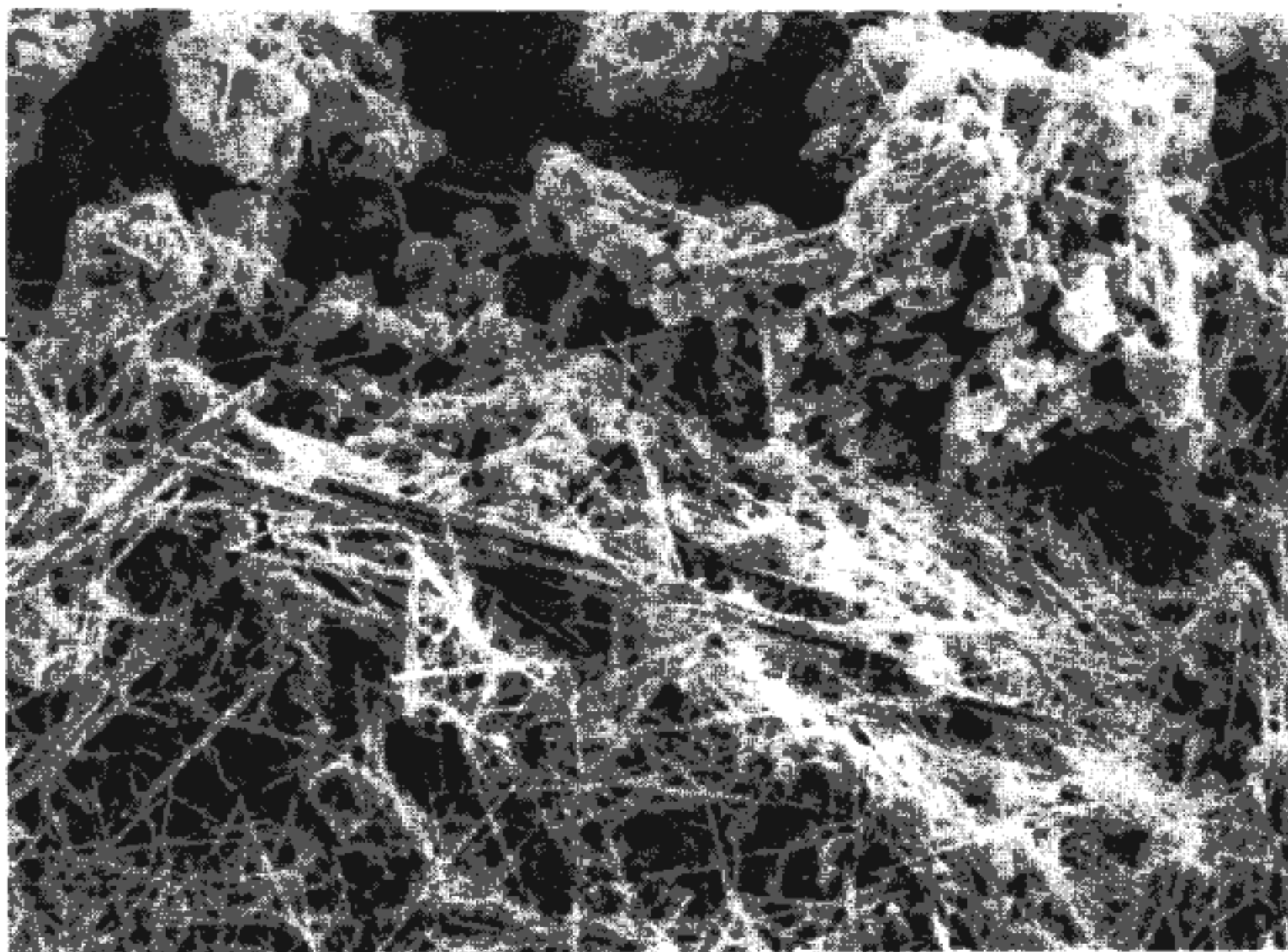
Podrobnější vyjasnění vlivu travertinizace a posouzení podílu kalcitu prošlého rekrystalizací by si vyžádalo detailní studium masivních travertinů pomocí moderních metod (jako je např. katodová luminiscence).

3. Společenstva měkkýšů v pěnovcích ve Svatém Janu pod Skalou a jejich porovnání s pěnovci v údolí Švarcavy v Českém krasu

3.1. ÚVOD

Cílem nových výzkumných prací ve Svatém Janu pod Skalou bylo doplnit malakostratigrafii zejména ve spodní části akumulace pěnovců na základě materiálu ze spodní části výzkumné šachtice S1 a z vrtu na jejím dně. Protože sedimentární záznam ve Svatém Janu nepokrývá na základě provedených geochronologických prací hranici glaciál/holocén a nejstarší část holocénu, byl pro geochemické a geochronologické práce (viz kap. 4) zvolen doplňkový profil pěnovci v údolí Švarcavy, kde dřívější malakostratigrafická analýza (LOŽEK 1967, 1968, 1992) prokázala hojnější přítomnost raně holocenních prvků. V dalším textu je uvedena malakostratigrafická analýza obou profilů a jejich porovnání na základě starších poznatků i nového studia obou lokalit.

12. Jehlice novotvořeného diagenetického kalcitu na globulárním Mn-oxidu v pěnovci pod vrstvou pohřbené půdy v pěnovcích, mikrofoto z elektronového mikroskopu. Zvětšeno 300x. BSE mikrofoto A. Langrová a V. Cílek.



12. Needles of newly formed diagenetic calcite on globular Mn-oxide below the layer of buried soil inside calcareous tufa. BSE microphotograph. Magnification 300x.

3.2. MĚKKÝŠI Z PĚNOVCŮ VE SVATÉM JANU POD SKALOU

Schránky měkkýšů se vyskytují ve všech vrstvách akumulace pěnoveců ve Svatém Janu pod Skalou. V rozpadavých vrstvách jsou četnější než v pevných pěnovecích. Malakofaunu z této lokality popsal již PETRBOK (1923a) ve svém článku o měkkýších v „travertinech“ na Berounsku. První seznam druhů byl opakovaně doplňován dalšími nálezy (PETRBOK 1925, 1936, 1940) a všechny nálezy tohoto autora jsou uvedeny ve shrnující studii Měkkýši českého holocénu (PETRBOK 1956b). Lokalita Svatý Jan pod Skalou byla zmíněna v mnoha pracích tohoto autora; stratigrafie byla popsána v práci Český kras ve výzkumu do roku 1950 (PETRBOK 1956a). Bohužel údaje Petrboka neumožňují určit, kde v akumulaci pěnoveců bylo původní místo jeho nálezů.

V souladu s tehdy převládajícím názorem přiřadil Petrbok všechny měkkýše ze Svatého Jana k „atlantickému litorinienu“ – vlhké fázi, v níž většina studované akumulace vznikala. Společenstva malakofauny vázaná na jednotlivé horizonty nebyla rozlišena. Malakofauna popsaná Petrbokem se skládá hlavně z lesních druhů a nezahrnuje žádné prvky raně holocenní fauny s *Discus ruderatus*. Je proto pravděpodobné, že v té době nebyly raně holocenní vrstvy odkryty. Zajímavý je dosti vysoký počet vodních druhů, např. přítomnost *Bathyomphalus contorus* (L.); mezi terestrickými druhy je dokonce zmiňován alpský druh *Neostyriaca corynodes* (HELD), jehož přítomnost v holocénu Českého krasu není pravděpodobná. Může jít o chybné určení nebo o záměnu materiálu.

Nové výzkumy byly zahájeny v roce 1960 při návštěvě K.-D. Jägera, jenž zdůraznil význam tohoto místa v síti ložisek středoevropských pěnoveců, hlavně se zřetelem na korelaci se sledy pěnoveců v Durynsku a ve Slovenském krasu. V té době také K.-D. Jäger a V. Ložek očistili a zdokumentovali detailně profil v pravé části hlavního výchozu celé akumulace, který byl později spojen s odkryvem situovaným bezprostředně za rohem, vpravo od hlavní stěny. Hlavní výsledky byly publikovány v krátké předběžné zprávě (LOŽEK 1960).

3.2.1. Rozbor malakofauny z lokality Svatý Jan pod Skalou

Vzorky o objemu 5–10 dm³ byly odebrány ze všech odkrytých a dokumentovaných vrstev v profilu, který byl očištěn s K.-D. Jägerem (vrstvy č. 1 až 24, 2. 11. 1960), později z šachtice S1 u paty stěny pěnoveců (vrstvy č. 25 až 27, 10. 10. 1966 a vrstvy č. 28 až 30, 12. 7. 1994) a z výzkumného vrtu na jejím dně (vrstvy č. 31 až 36, 15. 10. 1996). Vzorky z vrtu měly podstatně menší objem. Lokalizace šachtice S1 a vrtu je patrná z obrázku 2. Číslo jednotlivých vrstev jsou uvedena podle nového schématu profilu (obr. 7).

Odebrané zeminy byly usušeny na vzduchu, rozplaveny a schránky měkkýšů byly vyplaveny a vybrány. Standardní technika vzorkování a výběru ulit je popsána v monografii V. Ložka (LOŽEK 1964). Výsledky shrnuje tabulka 4, která

také obsahuje základní informace o ekologii a biostratigrafii každého druhu. Data o fosilních společenstvech měkkýšů mohou být porovnána s recentní, rovněž podrobně studovanou, malakofaunou v dané oblasti (LOŽEK 1974).

V celém odkrytém profilu převládá plně rozvinutá lesní malakofauna, která zahrnuje řadu druhů s vyššími nároky na teplo a vlhkost, tj. společenstvo odpovídající klimatickému optimu. Změny ve výskytu některých druhů, stejně jako v zastoupení jednotlivých ekologických skupin, dovolují rozdělit celé souvrství do několika jednotek charakterizovaných buď výskytem nebo naopak nepřítomností určitých prvků.

V materiálu z vrtu byla společenstva měkkýšů sledována zejména v nepříliš hojných sypkých polohách. Získaný materiál byl zlomkovitý a kromě svrchní části vrtu (vrstva 31) velice chudý na druhy i jedince. Vedle malého objemu vzorků mohou být příčinou i úložné poměry. Vrt zřejmě zachytil zejména pevné pěnovece, ve kterých nejsou příznivé poměry pro fosilizaci většího počtu ulit.

Přes tyto nepříznivé podmínky lze společenstva měkkýšů ve vrtu charakterizovat zhruba takto:

- zjištěný soubor druhů se neliší od nálezů z mnohem podrobněji zkoumaného bližšího nadloží a odpovídá tedy lesnímu období středního holocénu;

- nebyly zjištěny žádné prvky poukazující na starší holocén (preboreál–boreál), i když fauny z nejnižších poloh ve vrtu jsou tak chudé, že nějaké přesnější hodnocení je sotva možné;

- vrt zachytil i podloží pěnoveců – písčité hlíny a šterky s valouny různých hornin. Výplav z této polohy se však ukázal malakozoologicky sterilní. Jde s největší pravděpodobností o sedimenty Kačáku, který přináší převážně nekarbonátový klastický materiál nebo opad ze skalních stěn. Sedimenty přicházející z rokle Propadlé vody pozůstávají převážně z karbonátových klastů a pravděpodobně by obsahovaly alespoň zlomky ulit měkkýšů.

Bazální komplex pevných pěnoveců přístupný ve výzkumné šachtici (vrstvy č. 30 až 28, viz obr. 7) je charakterizován vysokým počtem dvou druhů význačných pro otevřená stanoviště – *Truncatellina cylindrica* a *Vallonia costata*, které rychle mizí v nejsvrchnějším horizontu vrstvy 28, kde se zároveň náhle snižuje druhové bohatství. *Carychium tridentatum* je četné, *Trichia sericea* se vyskytuje v celém tomto komplexu. Již v nejspodnějším horizontu 30 se objevuje náročný teplomilný prvek *Truncatellina claus-tralis* provázený raně holocenními prvky, jako *Discus ruderatus* a *Perpolita petronella*, které se však vyskytují ve velmi malém počtu. Dalším zajímavým rysem je výskyt *Laciniaria plicata* a objevení se neoendemické *Bulgarica nitidosa* v rozpadavé mezivrstvě 29. Vodní druhy chybí.

Nezpevněné vrstvy mezi spodním suťovým horizontem (vrstva č. 25) a komplexem pevných pěnoveců (28–30) obsahují velmi bohatou malakofaunu charakterizovanou výskytem citlivých lesních druhů, jako je *Platyla polita*, *Bulgarica cana* a *Cochlodina orthostoma*. Časně holocenní prvky zastupuje *Clausilia cruciata*, kdežto *Trichia sericea*, *Vallonia costata* a *Truncatellina cylindrica* mizí. Zajímavý je nálezní jednoho kusu *Chondrina avenacea*, epilitického

skalního druhu, a silný výskyt vodních druhů *Radix ovata* a *Pisidium* spp. Lesní ráz společenstva se zřetelně zvyšuje.

Spodní suťový horizont (25) se vyznačuje maximem druhového bohatství (46 druhů!), vysokým počtem vodních a mokřadních prvků a rovněž nástupem *Isognomostoma isognomostomos*. Rod *Aegopinella* zde pravděpodobně zastupuje vlhkomilný druh *Ae. nitens*, jen v tomto horizontu se vyskytuje *Vertigo alpestris* a poslední nález *Discus ruderatus* (1 mladý jedinec). Ačkoliv suť indikuje transport klastického materiálu ze širšího okolí, diskutovaný horizont neobsahuje skalní druhy pocházející ze skalních stěn přímo v sousedství ložiska pěnoveců.

Mocné souvrství (vrstvy 24 až 10) mezi spodní (vrstva 25) a svrchní suti (vrstva 9) vykazuje dosti širokou litofaciální rozmanitost, ale společenstva jsou na druhy méně bohatá. Vodní a mokřadní druhy zůstávají významně zastoupené a dosahují svého maxima ve vložce jemného „jezerního“ pěnovce („Seekalk“, vrstva 20), kde zcela převažuje *Radix ovata* a *Pisidium personatum* v malém počtu doprovázené *Aplexa hypnorum* a *Pisidium casertanum*. Pouze v tomto horizontu se vyskytuje mokřadní prvek *Oxyloma elegans*. Ve vrstvě 17 se objevuje *Arianta arbutorum* a *Helicigona lapicida*, kdežto první výskyt *Helicodonta obvoluta* se nachází až ve vrstvě 12. Nejbohatší lesní společenstvo bylo zaznamenáno ve vrstvě 15 (32 druhů).

Svrchní suťový komplex vyplněný humózním rendzino- vým materiálem a obsahující prehistorickou keramiku (vrstvy 9 a 7) chová opět druhově bohatá společenstva (34 a 38 druhů), mezi nimiž stále převládají lesní plži. I zde se objevuje teplomilná *Truncatellina claustralis* v doprovodu *Ena obscura*. Vysoký podíl *Cochlicopa lubricella* a *Vallonia costata*, stejně jako výskyt *Granaria frumentum* (7) odrážejí částečné prosvětlení okolních lesů.

V nejsvrchnějších, převážně klastických vrstvách (6 až 2) přetrvává lesní ráz malakofauny, druhové bohatství lehce klesá a objevuje se několik prvků (*Vallonia pulchella*, *Pupilla muscorum*, *Ceciliodes*) nasvědčujících dalšímu prosvětlování lesa v okolí. Avšak *Platyla polita*, citlivý lesní druh, je stále přítomen, *Laciniaria plicata* se znovu objevuje (v současnosti v Českém krasu vyhynula) a dokonce i v podpovrchové vrstvě 2 se *Helicodonta obvoluta* udržuje ve významném podílu. Naproti tomu moderní imigranty zastupuje pouze terikolní *Cecilioides acicula*, která proniká do hlubších půdních horizontů.

3.2.2. Chronologie a rekonstrukce změn prostředí

Výše uvedená sukcese malakofauny ve srovnání s postglaciálním vývojem měkkýších společenstev v Českém krasu ukazuje, že většina odkrytých vrstev odpovídá fázi klimatického optima holocénu, které se vyznačuje plným rozvojem lesů (Ložek 1982, 1992).

Ve spodním komplexu (vrstvy 30 a 29) ještě chybí některé druhy charakteristické pro mladší polovinu holocénu, zvláště *Helicodonta obvoluta*, zato však jsou přítomné některé prvky charakterizující starší polovinu holocénu v této

oblasti (např. *Trichia sericea*). Raně holocenní prvky, např. *Discus ruderatus* a *Perpolita petronella*, ubývají a definitivně mizí v nadložních nezpevněných vrstvách 26–27 (*Clausilia cruciata*). *Truncatellina cylindrica* a *Vallonia costata* ve vysokých podílech mají rovněž prvořadý význam. Z těchto dat lze předpokládat existenci polootevřených hájů přecházejících místy do parkovitých porostů s příznivými půdními a vlhkostními poměry, což biostratigraficky odpovídá pozdní atlantické fázi.

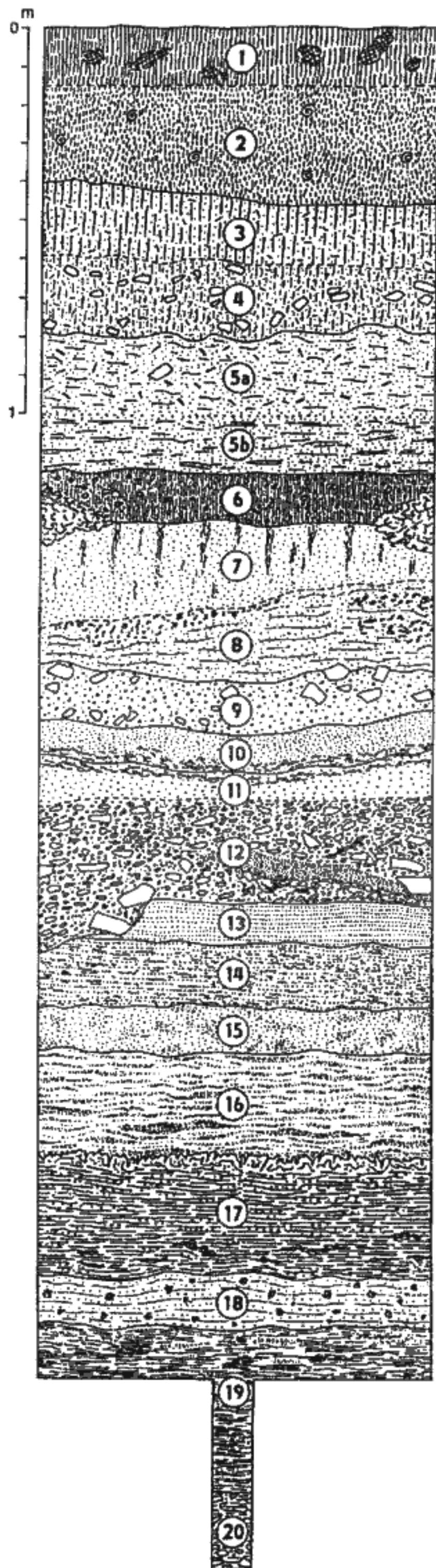
Nezpevněné souvrství 26–27 a suťová vrstva 25 indikují vývojový zlom, v němž druhové bohatství dosahuje vrcholu za nástupu dalších náročných lesních druhů (např. *Bulgarica cana*, *Cochlodina othostoma*, *Platyla polita*). Výrazný výskyt vodních a mokřadních druhů odráží významnou změnu v sedimentárním prostředí.

Mocný komplex (vrstvy 24 až 10) mezi spodním a svrchním suťovým horizontem je charakterizován širokou rozmanitostí litofacií, která odráží střídání pěnovecových mokřadů, tůňek i krátkých suchých fází. Objevují se některé druhy charakteristické pro mladší polovinu holocénu, zvláště *Helicodonta obvoluta*. Výskyt *Arianty* má místní charakter, v současnosti v dané oblasti tento druh opět vyhynul. Tato situace i stratigrafická pozice jsou charakteristické pro epiatlantickou fázi (sensu JÄGER 1969).

Pozoruhodná je bohatá fauna v převážně klastickém komplexu vrstev 9 až 7, který byl archeologicky datován podle keramiky do končící doby bronzové a začínající doby železné (asi 1200–600 BC, data ¹⁴C viz kap. 4.). To odpovídá subboreálu (sensu JÄGER 1969) a zčásti začátku vlhčího a chladnějšího subatlantiku. Je zajímavé, že lesní ráz malakofauny zůstává zachován, ačkoliv větší množství druhů, jako *Cochlicopa lubricella*, *Vallonia costata* a příměs *Granaria frumentum* odráží prosvětlení okolních lesních komplexů. Lesní druhy zůstávají dominantní dokonce i v nejmladších vrstvách, které odpovídají současné situaci, kdy plně vyvinuté lesní biocenózy zahrnující bohatá lesní společenstva plžů, lemují pěnovecové ložisko. Je zřejmé, že ani prehistorické ani historické aktivity člověka nebyly tak intenzivní, aby mohly vést k ochuzení lesních ekosystémů a k expanzi druhů, které jsou charakteristické pro zkuřované oblasti.

3.2.3. Hlavní závěry pro lokalitu Svatý Jan pod Skalou

Ve studovaném profilu je možno sledovat vývoj malakofauny během atlantiku, epiatlantiku, subboreálu a subatlantiku (sensu Jäger 1969). Svrchní holocén je výrazně vyznačen vyzněním usazování pěnoveců. Druhové složení v jednotlivých souvrstvích bylo ovlivňováno jak paleoenvironmentálním vývojem, tak i místními sedimentačními podmínkami, zejména ve fázích, kdy vznikaly pěnovecové bariéry ohraničující malá vodní tělesa a bažiny. Nejsou zde stopy, které by dokládaly činnost říčky Kačáku. Také počet schránek transportovaných z různých míst obklopujících akumulaci pěnovce, zejména z xerothermních skalních stěn, zůstává v celém ložisku velmi nízký. Mocnost vrstev



13. Stratigrafický profil pěnoveců v údolí Švarcavy.

1 – hnědočerná humózní, jemně drobtovitá hlína (silně propracována činností hlo-davců); 2 – tmavě šedohnědá, mírně humózní, hrubě drobtovitá až nezřetelně poly-edricky odlučná hlína (celé ulity *Cepaea hortensis*, *Fruticicola fruticum* a *Aegopi-nella nitens*); 3 – hnědavě šedá, mírně humózní, hrubě drobtovitá hlína s příměsí pěnovce a roztroušenými úlomky paleozoických hornin (CaCO_3 -výkvěty); 4 – podobná, ale poněkud světlejší a hnědavější hlína s rostoucím podílem pěnovce směrem dolů a hojnými úlomky paleozoických hornin (v profilu vystupuje jako suťovitá polo-ha – „horní suť“); 5 – šedohnědý, silně hlinitý pěnovec (v dutinách bílé Ca -výstelky); 5a – hnědší, roztroušené úlomky paleozoických hornin; 5b – šedší (bez úlomků); 6 – tmavošedý humózní hlinitý pěnovec s hojnými oblými inkrustacemi velikosti lískového až vlašského ořechu (v profilu tvoří nápadně tmavší vrstvu, na rozhraní vrstev 6 a 7 světlejší difuzní inkrustace vytvářející polopevné partie bez zře-telných struktur; 7 – světleji béžově šedý, mírně znečištěný pěnovec (difuzní humózní záteky od povrchu); 8 – šedé nečisté jemnozrné pěnovce s protáhlými čočkami narostlých hrubých inkrustací, v nich jsou i úlomky hornin, některé hrubší polohy spíše bělavé; 9 – béžově šedý, mírně znečištěný pěnovec, s hojnými oblými inkru-stacemi velikosti hrachu až ořechu a dosti hojnou nepravidelně rozmístěnou sutí (2 až 5 cm, vzácně > 5 cm, „střední suť“); 10 – světle béžově šedý, převážně jemnozrný pěnovec s roztroušenými hrubšími inkrustacemi, ve spodní části rezavé mramorová-ní; 11 – hrubší béžový pěnovec ve svrchní části s limonitovými šmouhami rezavé barvy, úlomky hornin; 12 – poloha hrubších pěnovecových inkrustací s hojnými i hru-bými (až 20 cm) úlomky paleozoických hornin, jemnozrná čočka tmavošedá (velké kusy zvláště na bázi), v pravém úseku šmouha žlutavě bělavých jemnozrných pěn-ovců lemovaná na bázi rzivými a černými Mn/Fe impregnacemi („spodní suť“, po-vrchový horizont má humózní vzhled); 13 – světle šedavě béžový, velmi jemnozrný pěnovec (vlevo je bočně erodován); 14 – tmavěji béžový, jemně difuzně rzivě mra-morovaný jemnozrný pěnovec (vrstva se jeví v profilu jako poměrně tmavá a hnědě „hlinitá“); 15 – dtto s hojnými světle šedými až bělošedými difuzními partiami (pře-chodná vrstva k 16, směrem dolů stále šedší a světlejší); 16 – bělošedý slítný velmi jemnozrný pěnovec (slabý náznak difuzního narezlého mramorování); 17 – šedo-hnědá, místy tmavě mramorovaná jílovitá pěnovecová hlína s roztroušenými pěn-ovcovými inkrustacemi, místy tmavě hnědé skvrny (v profilu nápadně tmavá hutná vr-s-tva); 18 – bělavě, žlutavě až šedavě mramorovaný, mírně jílovitý pěnovec s narezlými partiami; 19 – sytější šedý, místy tmavější, špinavě hnědě mramorovaný velmi vazný jíl, při horní hranici světlejší až bělavé partie (ve spodních 10 cm hojně rzivé skvrny); 20 – světleji olivově šedá písčitojílovitá hlína s hojnými úlomky hor-nin (pouze v zaráženém vrtu se širokým průměrem). Všechny vrstvy profilu jsou bo-haté na CaCO_3 .

13. Stratigraphic section through tufa deposit in the Švarcava valley. 1 – brownish black humic loam, fine crumb structure, intensive bioturbation by small vertebrates, transition to: 2 – very dark greyish brown humic loam, coarse crumb structure, complete shells of *Cepaea hortensis*, *Fruticicola fruticum* and *Aegopinella nitens*; 3 – brownish grey moderately humic loam, coarse crumb structure, admixture of loose tufa, scattered fragments of Paleozoic non-calcareous rocks; 4 – more pale brownish grey loam (similar to 3), increasing tufa admixture and rather numerous rock fragments (“upper scree”); 5 – grey brown loamy tufa to tufaceous loam with CaCO_3 pseudomycelia; 5a – more brown, scattered rock fragments; 5b – greyish, without rock fragments; 6 – very dark grey humic loamy tufa to tufaceous loam with numerous 1 to 3 cm large CaCO_3 nodules (buried rendzina soil), at the boundary 6/7 a horizon of lighter diffuse incrustations grading into semi-solid lens-like parts; 7 – light brownish grey loose tufa with diffuse humic infiltrations; 8 – light grey to whitish impure fine-grained tufa with lens-shaped intercalations consisting of coarser tufa incrustations and small rock fragments with rusty coatings; 9 – pale brownish grey moderately impure loose tufa, rich in 0.5 to 2 cm large nodules and 2 to 5 cm large stone fragments (“middle scree”); 10 – light brownish grey predominately fine-grained tufa with scattered coarser incrustations, rusty veined in the basal part; 11 – coarser greyish brown layer with rusty limonitic zone at its upper boundary, scattered small rock fragments; 12 – horizon of coarser tufa incrustations rich in small to coarser (up to 20 cm) stone fragments, lenses of whitish fine-grained loose tufas, Fe-Mn impregnation zone at the base (“lower scree”, predominantly deposited by the Švarcava creek); 13 – light greyish brown very fine-grained loose tufa; 14 – a little darker (when compared to 13) fine-grained tufa with diffuse rusty veins; 15 – similar to 14, but with numerous whitish grey diffuse parts, lenses of rusty incrustations, becoming stronger grey and lighter with depth, transition to: 16 – whitish grey very fine-grained (“marly”) loose tufa, becoming darker and rusty veined in the basal zone; 17 – greyish brown, partly dark-veined clayey loam high in tufa incrustations,

umožňuje detailní sledování nástupu i mizení jednotlivých druhů. Jejich sukcese obecně odpovídá vývojovému vzoru odvozeném z výsledků rozborů v síti malakologicky sledovaných míst v Českém krasu (LOŽEK 1992). Svědectví, které vydávají měkkýši, má též význam pro ochranu přírody, neboť ukazuje, že většina ekosystémů obklopujících ložisko pěnovce ve Svatém Janu zachovala svůj přírodní nebo přírodě blízký ráz.

3.3. MALAKOSTRATIGRAFIE PĚNOVCŮ V ÚDOLÍ ŠVARCAVY

Studované pěnovce leží v údolí Švarcavy, na západním okraji města Černošice, na levém břehu Švarcavy asi 100 m z. od mostu silnice do Solopysk. Svrchní část ložiska, které bylo odkryto erozní činností potoka Švarcava, byla očištěna v r. 1966 a 1967 a z vybraných horizontů byly odebrány vzorky. Ty poskytly bohatou malakofaunu, která byla popsána v předběžné zprávě (LOŽEK 1968), kdežto morfologie sedimentů byla popsána v průvodci „Probleme und Befunde der Holozänstratigraphie in Thüringen, Sachsen und Böhmen“ (LOŽEK 1967). V roce 1982 bylo celé souvrství pěnovců včetně podložního aluviálního komplexu odkryto výkopem. Jeho profil je zobrazen a popsán na obrázku 13. Všechny rozlišitelné vrstvy vykazují bohatou malakofaunu, jejíž semikvantitativní rozbor je uveden v tab. 5 včetně základních paleoenvironmentálních dat a stratigrafického významu jednotlivých druhů.

3.3.1. Rozbor malakofauny z lokality Švarcava

Ve zkoumaném vrstevním sledu lze rozlišit několik stratigraficky významných zón, které odpovídají těmto fázím postglaciálního vývoje:

V bazálních štěrkových a bahnitých sedimentech (vrstva 20 a 19) převládají druhy otevřené krajiny a indiferentní, kdežto druhy klimaticky náročné chybí. Lesní faunu zastupují pouze tři nenáročné druhy. Hlavní význam má výskyt tří glaciálních prvků – *Columella columella*, *Vallonia tenuilabris* a *Vertigo parcedentata*, jež jsou zastoupeny pouze třemi exempláři. Nutno zdůraznit, že schránky z vrstvy 20 byly získány jenom z malého vrtného vzorku, takže nepředstavují úplné společenstvo. Složení sedimentu i fauna odpovídají pozdnímu glaciálu.

Vrstvy 18 a 17 se vyznačují výskytem mnoha lesních prvků, ovšem druhy otevřené krajiny zachovávají převahu. Vůdčí druhy *Discus ruderratus*-fauny, tj. *Perpolita petronella*, *Clausilia cruciata* a *Vertigo substriata* provázené *Vallonia costata* v značném počtu, jsou významné pro stra-

tigrafické zařazení počátku tvorby pěnovců. Tato změna fauny odráží postupné oteplování a šíření světlých hájů, což odpovídá preboreálu.

Mocný komplex nadložních pěnovců (vrstvy 16 až 7) se vyznačuje šířením dalších lesních prvků jako *Ena montana*, *Monachoides incarnatus*, včetně teplomilných druhů *Spyradium doliolum*, *Helix pomatia* a *Aegopinella minor*. *Clausilia cruciata* mizí ve vrstvě 15, *Perpolita petronella* ve 12. vrstvě, podíl *Discus ruderratus* postupně klesá. Výskyt stepních prvků *Helicopsis striata* a *Chondrula tridens* ve vrstvě 13 ukazuje na výskyt stepních plošek v povodí Švarcavy. *Discus rotundatus* se objevuje ve vrstvě 11 a dosahuje významných hodnot v celém nadložním souvrství, neoendemit *Bulgarica nitidosa* se objevuje ve vrstvě 8.

Vrstvy 6 a 5 jsou charakterizovány nápadnou změnou v sedimentaci: srážení pěnovců je nahrazeno hlinitými sedimenty aluviálního nebo koluviálního charakteru, více či méně ovlivněnými pedogenními procesy (vrstva 6). *Carychium tridentatum* kulminuje, vodní a mokřadní druhy mizí, *Cepaea hortensis* se poprvé objevuje ve vrstvě 5a.

Tento vývoj malakofauny stejně jako pokles tvorby pěnovců na hranici vrstev 7 a 6 ukazují, že souvrství může být atlantického stáří. Zlom v sedimentaci je důsledkem hloubkové eroze potoka Švarcavy během velmi vlhké raně atlantické fáze, při níž povrch pěnovců, který byl původně mozaikou mokřadů s tůňkami nebo potůčky oddělenými suchými hřbety, vyschnul. Tento proces byl současný se snížením srážek v neolitu, tj. ve středním atlantiku (LOŽEK 1997). Proto bylo srážení pěnovců na tomto místě vystřídáno klastickou sedimentací nebo pedogenezí.

Platí to hlavně v nadložních vrstvách, kde terestrické složky zcela nabývají převahy. *Discus ruderratus* a *Trichia sericea* mizí ve vrstvě 4, *Vitrea crystallina* a *Macrogastera plicatula* ve vrstvě 3. Pouze z vrstvy 3 pochází doklad *Platyla polita*. Vrstva 3 se též vyznačuje prvním výskytem *Alinda biplicata* a *Vertigo pygmaea*. Pouze v souvrství rendzin 2–1 byly zjištěny *Aegopinella nitens*, *Cecilioides acicula*, *Oxychilus cellarius*, *Trichia hispida* a významné množství *Vallonia pulchella*. Ve vrstvě je zajímavá přítomnost *Truncatellina claustralis*, termofilního elementu, který charakterizuje mladší polovinu holocénu. Proto je pravděpodobné, že vrstva 4 je epiatlantická a vrstvy 3–1 jsou pozdně holocenní. Podrobnější stratifikace komplexu 3–1 je nemožná kvůli intenzivní bioturbaci půdního materiálu včetně schránek plžů. Tento proces je typický pro tvorbu rendzinových půd (LOŽEK 1964).

3.3.2. Stratigrafická interpretace pro lokalitu Švarcava

Na rozdíl od situace ve Svatém Janu pod Skalou, kde se pěnovce uložily ve tvaru asymetrického mocného tělesa situovaného při vyústění suchého údolí bez nivy do mnohem většího údolí Kačáku, pěnovce na Švarcavě tvoří část dobře vyvinuté nivy trvalého toku. Podloží v údolí Švarcavy zde tvoří svrchnoordovické a silurské břidlice a diabasy, které přecházejí asi 1 km proti proudu v oblasti Solopysk

← locally strong brown spots, compact structure; 18 – whitish, yellowish to greyish veined partly marly loose tufa with rusty parts; 19 – bright grey, locally darker brownish veined compact clay with light zone at the top; 20 – light olive grey sandy-clayey loam with numerous stone fragments and muddy intercalations (documented only in drilling core). All layers are rich in CaCO₃.

Tabulka 4. Společenstva měkkýšů v jednotlivých vrstvách pěnoveců ve Svatém Janu pod Skalou (orig. V. Ložek)
 Table 4. Assemblages of *Mollusca* in individual layers of calcareous tufa in Svatý Jan pod Skalou

ekologicko-bio- stratigrafická charakteristika	seznam druhů	vrstva																	
		36	35 B	35 A	33	31	30	29	28	26 27	25	20 21	17	15	12	9	7	4	2
A	!	<i>Acanthinula aculeata</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	!	<i>Aegopinella nitens</i> (MICHAUD)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	!	<i>Aegopinella pura</i> (ALDER)	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+
	!	<i>Bulgarica cana</i> (HELD)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Clausilia cruciata</i> (STUDER)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	!	<i>Cochlodina laminata</i> (MONTAGU)	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
	!	<i>Cochlodina orthostoma</i> (MENKE)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	(G)	<i>Discus ruderatus</i> (FÉRUSSAC)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	!	<i>Ena montana</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+
	!	<i>Ena obscura</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
	!	<i>Helicodonta obvoluta</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
	!	<i>Isognomostoma isognomostomos</i> (SCHRÖTER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
	!	<i>Macrogastra plicatula</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-
	!	<i>Monachoides incarnatus</i> (MÜLLER)	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	(G)	<i>Oxychilus depressus</i> (STERKI)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	!	<i>Petasina unidentata bohémica</i> (LOŽEK)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-
	!	<i>Platyla polita</i> (HARTMANN)	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+
		<i>Semilimax semilimax</i> (FÉRUSSAC)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	!	<i>Sphyradium doliolum</i> (BRUGUIÈRE)	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
	(!)	<i>Vertigo pusilla</i> MÜLLER	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-
2	!	<i>Alinda biplicata</i> (MONTAGU)	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
	(+)	<i>Arianta arbustorum</i> (LINNÉ)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	
	W (M)	!	<i>Cepaea hortensis</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	
	!	<i>Discus rotundatus</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	!	<i>Limax</i> sp. (cf. <i>cinereoniger</i> WOLF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
	!	<i>Aegopinella minor</i> (STABILE)	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	W (S)	(!)	<i>Fruticicola fruticum</i> (MÜLLER)	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	
	!	<i>Helix pomatia</i> LINNÉ	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	
	W (H)	(+)	<i>Vitrea crystallina</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	
	3	(G)	<i>Clausilia pumila</i> C. PFEIFFER	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	
!		<i>Macrogastra ventricosa</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+		
!		<i>Urticicola umbrosus</i> (C. PFEIFFER)	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+		
4	S	M	<i>Ceciloides acicula</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
	(+)	<i>Granaria frumentum</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
	Ca	<i>Chondrina avenacea</i> (BRUGUIÈRE)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
	S (W)	!!	<i>Truncatellina claustralis</i> (GREDLER)	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	
5	+	<i>Pupilla muscorum</i> (LINNÉ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
	(!)	<i>Truncatellina cylindrica</i> (FÉRUSSAC)	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	(+)	<i>Vallonia costata</i> (MÜLLER)	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	
	G	<i>Vallonia pulchella</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
6	!	<i>Bulgarica nitidosa</i> (ULIČNÝ)	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	
	(!)	<i>Cochlicopa lubricella</i> (PORRO)	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	
	(!)	<i>Euomphalia strigella</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	
	!	<i>Tandonia rustica</i> (MILLET)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	

ekologicko-bio- stratigrafická charakteristika	seznam druhů	vrstva																		
		36	35 B	35 A	33	31	30	29	28	26 27	25	20 21	17	15	12	9	7	4	2	
C	7	(+) <i>Cochlicopa lubrica</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+
		(+) <i>Euconulus fulvus</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-
		(+) <i>Limacidae/Agriolimacidae</i>	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
		(+) <i>Perpolita hammonis</i> (STRÖM)	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
		(+) <i>Punctum pygmaeum</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
		+ <i>Trichia hispida</i> (LINNÉ)	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-
		(+) <i>Trichia sericea</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	! <i>Vitrea contracta</i> (WESTERLUND)	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	
	(G) <i>Vitrina pellucida</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	
	Wp	(+) <i>Clausilia dubia</i> DRAPARNAUD	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
		! <i>Helicigona lapicida</i> (LINNÉ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
		! <i>Laciniaria plicata</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
		G <i>Vertigo alperstris</i> ALDER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	8	! <i>Carychium tridentatum</i> (RISSO)	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
(!) <i>Columella edentula</i> (DRAPARNAUD)		-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	
(G) <i>Perpolita petronella</i> (L. PFEIFFER)		-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
+ <i>Succinella oblonga</i> (DRAPARNAUD)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
9	G <i>Carychium minimum</i> MÜLLER	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	
	(G) <i>Oxyloma elegans</i> (RISSO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
	(+) <i>Succinea putris</i> (LINNÉ)	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	
	G <i>Zonitoides nitidus</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	
D	10	(+) <i>Aplexa hypnorum</i> (LINNÉ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
		(+) <i>Galba truncatula</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-
		(+) <i>Pisidium casertanum</i> (POLI)	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+
	(+) <i>Pisidium obtusale</i> (LAMARCK)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Pisidium personatum</i> MALM	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
	<i>Pisidium supinum</i> A. SCHMIDT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
	(+) <i>Radix ovata</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	
G <i>Radix peregra</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-		
počet druhů		2	3	1	10	19	35	32	19	42	46	21	25	32	28	34	38	27	29	

Číslo vrstev se vztahují k obr. 7.

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

Ekologické skupiny: 1 – les v užším smyslu; 2 – převážně les, místy polootevřená až otevřená stanoviště [W (M) – středně vlhká, W (S) – suchá, W (H) – vlhká]; 3 – vlhký les, luh; 4 – otevřená suchá stanoviště [S – všeobecně, Ca – vápencové skály, S (W) – zčásti zastíněná]; 5 – otevřená stanoviště všeobecně (vlhké louky až stepi); lesy i bezlesí: 6 – převážně suché; 7 – středně nebo různě vlhké (Me – všeobecně, Wp – středně vlhké skály, suťové lesy); 8 – převážně vlhké; 9 – mokřady, břehy; 10 – vodní stanoviště.

Biostratigrafická charakteristika: + význačné druhy spraší, (+) místní nebo příležitostně druhy spraší, ! význačné druhy teplých období, (!) eurytermní druhy teplých období, !! vůdčí druhy teplých období, G – druhy přežívající glaciál mimo sprašové pásmo, (G) – ditto jako relikty, M – moderní přistěhovalci (vůdčí druhy mladého holocénu). Přítomnost ve vrstvách: + přítomen, +? přibližné určení, – nezjištěn.

Layer numbers relate to Fig. 7.

Ecological characteristics: Main ecological groups: A – woodland (in general), B – open country, C – woodland/open country, D – water, wetlands.

Ecological groups: 1 – woodland (sensu stricto); 2 – woodland, partly semi-open to open habitats [W (M) – mesic, W (S) – xeric, W (H) – damp]; 3 – damp woodland; 4 – xeric open habitats [S – in general, Ca – limestone rocks, S (W) – partly shaded habitats]; 5 – open habitats in general (moist meadows to steppes); woodland/open country: 6 – predominantly dry; 7 – mesic or various (Me – mesic in general, catholic, Wp – mesic rocks, scree woodland); 8 – predominantly damp; 9 – wetlands, banks; 10 – aquatic habitats.

Biostratigraphic characteristics: + loess species, (+) local or occasional loess species, ! species characteristic of warm phases, (!) eurythermal species of warm phases, !! index species of warm phases, G – species surviving the Glacial out of the loess zone, (G) – ditto as relicts, M – modern immigrants (Late Holocene index species). Presence in layers: + present, +? determination approximate only, – absent.

Tabulka 5. Společenstva měkkýšů v jednotlivých vrstvách pěnoveců v údolí Švarcavy (orig. V. Ložek)
 Table 5. Assemblages of *Mollusca* in individual layers of calcareous tufa accumulation in the valley of Švarcava

ekologicko-bio- stratigrafická charakteristika	seznam druhů	vrstva																						
		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5b	5a	4	3	2	1		
A	1	!	<i>Acanthinula aculeata</i> (MÜLLER)	-	-	-	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-	!	-	!	!		
	!	<i>Aegopinella nitens</i> (MICHAUD)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	+	
	!	<i>Aegopinella pura</i> (ALDER)	-	-	-	-	-	-	-	-	!	!	-	!	!	!	!	!	!	-	-	-	-	
		<i>Clausilia cruciata</i> (STUDER)	-	-	-	!	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	!	<i>Cochlodina laminata</i> (MONTAGU)	-	-	-	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	
	(G)	<i>Discus ruderatus</i> (FÉRUSAC)	!	!	x	+	!	!	x	x	!	!	!	!	!	!	-	!	!	!	-	-	-	
	!	<i>Ena montana</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	-	!	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	!	!	!	!	-	-	
	!	<i>Ena obscura</i> (MÜLLER)	-	-	!	!	!	-	!	-	-	-	-	-	!	!	-	-	-	-	!	-	!	
	!	<i>Macrogastra plicatula</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	!	!	!	!	-	!	!	-	-	!	-	!	!	!	!	!	-	-	
	!	<i>Monachoides incarnatus</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	!	x	+	+	x	x	+	x	x	x	!	x	x	+	+	-	+	
	!	<i>Platyla polita</i> (HARTMANN)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-	-	
	!	<i>Sphyradium doliolum</i> (BRUGUIÈRE)	-	-	-	-	!	!	-	-	-	!	!	-	!	!	x	!	+	x	!	!	!	
	(!)	<i>Vertigo pusilla</i> MÜLLER	-	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	x	!	!	!	!	-	(!)	
	2	!	<i>Alinda biplicata</i> (MONTAGU)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	!	!	
(+)		<i>Arianta arbustorum</i> (LINNÉ)	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-	-	
W (M)		!	<i>Cepaea hortensis</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	!	x	-	
!		<i>Discus rotundatus</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	x	x	!	x	x	x	+	x	!	x	x	
!		<i>Limax</i> sp. (cf. <i>cinereoniger</i> WOLF)	-	-	!	!	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	!	!	-	-	-	-	
!		<i>Aegopinella minor</i> (STABLE)	-	-	-	-	!	!	x	x	!	!	!	x	!	x	x	!	!	!	!	!?	-	
W (S)		(!)	<i>Fruticicola fruticum</i> (MÜLLER)	-	-	!	x	!	!	!	-	!	!	!	!	!	x	!	!	!	!	!	!	
	!	<i>Helix pomatia</i> LINNÉ	-	-	-	-	!	-	-	!	!	-	-	!	!	!	!	!	!	!	x	!		
W (H)	(+)	<i>Vitrea crystallina</i> (MÜLLER)	-	!	!	!	x	!	+	x	x	x	x	x	!	!	-	x	x	!	-	-		
3	(G)	<i>Clausilia pumila</i> C. PFEIFFER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-	!		
	!	<i>Macrogastra ventricosa</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	x	x	!	x	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-	!	-	
	!	<i>Urticicola umbrosus</i> (C. PFEIFFER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-	
B	4	M	<i>Cecilioides acicula</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	!	
		S	+	<i>Helicopsis striata</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		(+)	<i>Chondrula tridens</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-
	S (W)	!!	<i>Truncatellina claustralis</i> (GREDLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	
	5	++	<i>Columella columella</i> (MARTENS)	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
+	<i>Pupilla muscorum</i> (LINNÉ)	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	!	!		
(!)	<i>Truncatellina cylindrica</i> (FÉRUSAC)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	!	!	!		
(+)	<i>Vallonia costata</i> (MÜLLER)	-	+	++	++	+	+	+	+	+	+	+	x	+	x	++	+	+	+	+	!	+		
G	<i>Vallonia pulchella</i> (MÜLLER)	-	!	x	!	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-	-	!	!	x		
++	<i>Vallonia tenuilabris</i> (A. BRAUN)	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
++	<i>Vertigo parcedentata</i> (A. BRAUN)	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
(G)	<i>Vertigo pygmaea</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	!		
C	6	!	<i>Bulgarica nitidosa</i> (ULIČNÝ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	!	x	!	!	!	!	-	!	
		(!)	<i>Cochlicopa lubricella</i> (PORRO)	-	!	!	x	+	!	x	!	!	!	!	!	!	!	x	!	!	!	!	!	
		(!)	<i>Euomphalia strigella</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	x	!	!	!	!	!	!	!	!	!	x	x	!	!	!	-	!	!
	(+)	<i>Cochlicopa lubrica</i> (MÜLLER)	!	-	!	!	!	x	!	x	!	!	!	!	!	!	-	!	!	-	!	!	!	
	7	Me	(+)	<i>Euconulus fulvus</i> (MÜLLER)	-	-	!	-	-	!?	-	!?	!	!	-	!	-	-	-	-	-	-	-	
(+)	<i>Limacidae/Agriolimacidae</i>	!	-	!	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!		

ekologicko-bio- stratigrafická charakteristika		seznam druhů	vrstva																					
			20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5b	5a	4	3	2	1	
C	7	M <i>Oxychilus cellarius</i> (MÜLLER)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(!)	!	
		(+) <i>Perpolita hammonis</i> (STRÖM)	-	-	!	x	!	!	!	!	!	!	x	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-	-
		(+) <i>Punctum pygmaeum</i> (DRAPARNAUD)	-	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	x	!	!	!	!	-	!	!	!	!	!
		+ <i>Trichia hispida</i> (LINNÉ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	!
		(+) <i>Trichia sericea</i> (DRAPARNAUD)	-	-	!	-	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-	-	-
		! <i>Vitrea contracta</i> (WESTERLUND)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-	-	-	-	!	-	-	-	-	!	x	-
	PM	(+) <i>Clausilia dubia</i> DRAPARNAUD	-	-	-	-	-	!	-	!?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		! <i>Laciniaria plicata</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-
		G <i>Vertigo alpestris</i> ALDER	-	-	-	-	!	!	!	!	-	-	-	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-
	8	! <i>Carychium tridentatum</i> (RISSO)	-	!	x	+	+	x	+	+	+	+	+	+	+	+	++	+	++	+	x	!	!	
		(!) <i>Columella edentula</i> (DRAPARNAUD)	-	-	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-	-	-
		(G) <i>Perpolita petronella</i> (L. PFEIFFER)	-	!	!	!	!	-	-	!	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		+ <i>Succinella oblonga</i> (DRAPARNAUD)	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-
		(G) <i>Vertigo substriata</i> (JEFFREYS)	-	!	x	!	!	!	!	!	!	!	-	!	!	!	-	!	-	-	-	-	-	-
	9	G <i>Carychium minimum</i> MÜLLER	-	-	!	!	x	!	+	+	x	x	!	!	!	!	!	!	-	-	-	-	-	-
G <i>Euconulus alderi</i> (GRAY)		-	-	-	-	-	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(+) <i>Succinea putris</i> (LINNÉ)		!?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!?	-	-	-	-	-	-	-	-	
G <i>Vertigo angustior</i> JEFFREYS		-	!	x	!	!	!	!	!	!	!	!	-	!	!	!	!	-	!	-	!	-	-	
G <i>Vertigo antivertigo</i> (DRAP.)		-	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-	!	-	!	-	!	-	-	-	-	-	-	
! <i>Vertigo moulinsiana</i> (DUPUY)		-	-	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D	G <i>Zonitoides nitidus</i> (MÜLLER)	-	!	!	!	x	!	x	x	!	!	!	!	!	!	!	-	!	-	-	-	-	-	
	(+) <i>Anisus leucostoma</i> (MILLET)	-	!	!	!	x	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	x	-	-	!	(!)	-	
	(+) <i>Aplexa hypnorum</i> (LINNÉ)	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	(+) <i>Gyraulus acronicus</i> (FÉRUSSAC)	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Gyraulus crista</i> (LINNÉ)	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-	!	-	!	-	-	-	-	
	<i>Gyraulus laevis</i> (ALDER)	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	(+) <i>Galba truncatula</i> (MÜLLER)	-	!	!	!	!	x	!	!	!	!	-	!	!	!	!	!	-	!	!	-	-	-	
	<i>Lymnaea stagnalis</i> (LINNÉ)	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	(+) <i>Pisidium casertanum</i> (POLI)	-	!	+	!	x	+	!	-	!	!	-	!	!	!	!	!?	-	-	-	-	-	-	
	<i>Pisidium milium</i> HELD	-	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	(+) <i>Pisidium obtusale</i> (LAMARCK)	-	-	-	-	-	!	-	-	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Pisidium personatum</i> MALM	-	-	+	x	!	!	!	!	!	!	!	!	-	!	-	!	!	-	-	-	-	-	
<i>Pisidium subtruncatum</i> MALM	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
(+) <i>Radix ovata</i> (DRAPARNAUD)	-	-	-	!?	!	!	-	-	-	-	-	-	-	-	!?	-	-	-	-	-	!	-		
G <i>Radix peregra</i> (MÜLLER)	-	!	-	-	-	-	-	-	-	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	-	-	(!)		
<i>Valvata cristata</i> MÜLLER	-	-	-	-	!	!	-	-	!	-	-	!	!	!	!	!	x	!	-	-	-	-		
počet druhů			6	25	29	31	37	37	33	34	34	33	29	32	35	42	32	36	31	31	30	33	29	

Číslo vrstev podle obr. 13.

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

Ekologické skupiny: 1 – les v užším smyslu; 2 – převážně les, místy polootevřená až otevřená stanoviště [W (M) – středně vlhká, W (S) – suchá, W (H) – vlhká]; 3 – vlhký les, luh; 4 – otevřená xerothermní stanoviště [S – stepi všeobecně, S (W) otevřená až polootevřená xerothermní stanoviště]; 5 – otevřená stanoviště všeobecně; lesy i bezlesí: 6 – převážně suché; 7 – středně nebo různě vlhké (Me – všeobecně, PM – středně vlhké skály, sušové lesy); 8 – převážně vlhké; 9 – mokřady různého druhu; 10 – vody (většinou drobné nádrže nebo toky).

Biostratigrafická charakteristika: ! význačné druhy teplých období, (!) euryekní druhy teplých období, !! vůdčí druhy interglaciálního nebo holocenního klimatického optima, + charakteristické druhy spraší, ++ vůdčí sprašové druhy, (+) místní nebo příležitostné druhy spraší, G – druhy přezívající glaciál mimo sprašové pásmo, (G) – dtto jako relikty, M – moderní přistěhovalci. (Pokračování vysvětlivek na str. 46)

do svrchnosilurských a devonských vápenců. Hlavní část povodí Švarcavy pozůstává z vápenců. Proto většina měkkých společenstev ve zkoumaném ložisku pěnoveců představuje faunu nivy.

Ložisko pěnoveců je vyvinuto jako plochý stupeň na dně údolí a tvoří v úseku výkopu zřetelnou třímetrovou terasu vzniklou zařezáváním potoku Švarcava, jehož současná niva je vložena do pěnoveců.

Přestože existují rozdíly v prostředí, je možno korelovat sled společenstev měkkých na Švarcavě s vývojem v pěnovecích ve Svatém Janu pod Skalou. To výslovně platí pro úsek, v němž vřídčí druhy starší poloviny holocénu (tj. *Discus ruderratus*, *Perpolita petronella*, *Trichia sericea*, *Vertigo substriata* a *V. alpestris*) jsou vystřídány druhy středního až pozdního holocénu, např. *Alinda biplicata* nebo *Bulgarica nitidosa*. Zmíněná zóna odpovídá souvrství 12–5 ve Švarcavě a 30–25 ve Svatém Janu. Ve srovnání se Svatým Janem Švarcavu charakterizuje zřetelně nižší počet lesních prvků (ekoskupina 1), neboť leží v sv. části Českého krasu, která během postglaciálu nikdy nebyla plně osídlena středoevropskými lesními plži jinde široce rozšířenými (*Helicodonta*, *Isognomostoma*, *Petasina*, *Helicigona*, *Ruthenica*, LOŽEK 1973b).

Eroze, která vyvolala změny v sedimentaci na hranici vrstev 7 a 6 na Švarcavě, je známa z mnoha míst. Z toho důvodu sedimentární sled odpovídající mladší polovině holocénu je na Švarcavě hůře vyvinut a diferencován, zatímco ve Svatém Janu pod Skalou mu odpovídá mocný komplex pěnoveců epiatlantického stáří, jež jsou kryty subboreálními rendzinovými sedimenty se sutí s pozdně bronzovou keramikou.

4. Geochronologický a geochemický výzkum pěnoveců

4.1. GEOCHRONOLOGICKÉ PRÁCE

Na základě studia malakozoologie a litologie a na základě nálezů archeologických artefaktů, vyskytujících se přímo ve svrchních částech souvrství pěnoveců, byl již dříve učiněn závěr (přehledně např. LOŽEK 1967), že tvorba studo-

vané akumulace probíhala nejintenzivněji během klimatického optima holocénu a pokračovala až zhruba do 5.–7. stol. př. Kr., kdy se krasový pramen přestěhoval díky subrozi na její bázi a tvorba pěnoveců ustala. Pro účely studia klimatického záznamu však bylo zapotřebí znát stáří jednotlivých vrstev ve studovaném profilu mnohem přesněji. Nevýhodou podrobného biostratigrafického datování obecně je, že má často do jisté míry pouze lokální platnost. Obzvláště v kontinentálním prostředí lze běžně pozorovat, že se některé druhy objevují v jedné klimaticky podobné oblasti podstatně dříve než v druhé. I v jedné klimatické oblasti bývá často přítomnost jednotlivých druhů ovlivněna konkrétními lokálními podmínkami jednotlivých stanovišť. K upřesnění datování jednotlivých vrstev studovaného profilu v holocenních vápencích ve Svatém Janu pod Skalou byla proto, kromě biostratigrafie (malakozoologie, kap. 3), využita kombinace několika geochronologických metod.

Nezbytnou podmínkou aplikace datovacích metod na pěnovec je autigenost sedimentárního záznamu. Zejména u pěnovecových akumulací, vznikajících hromaděním onkolitů nebo kalcifikované rostlinné drtě za hrázkami v povrchovém toku, je častým problémem redepozice těchto materiálů a v některých případech i postupné dorůstání onkolitů (PAZDUR et al. 1988). V případě studovaného tělesa ve Svatém Janu, které se nachází přímo u vývěru krasových vod, nepovažujeme problém redepozice za podstatný.

Jedinou dostupnou geochronologickou metodou, pro kterou lze odebrat vzorek v kterémkoliv místě profilu, je datování karbonátů pomocí ^{14}C . Tato metoda má však řadu nevýhod a nejistot. Hlavním problémem této metody je skutečnost, že počáteční aktivita ^{14}C v karbonátu v době jeho vzniku není přesně známa.

Uhlík HCO_3^- podzemních krasových vod obecně pochází ze dvou zdrojů, oxidu uhličitého půdního původu a rozpuštěného paleozoického vápence. Půdní oxid uhličitý vzniká oxidací organické hmoty v půdním profilu a jeho koncentrace v půdním vzduchu je zhruba o dva řády vyšší než obsah CO_2 v atmosféře. Přímý vliv atmosférického oxidu uhličitého na podzemní vody krasových oblastí je tedy zanedbatelný. Aktivita ^{14}C v paleozoickém vápenci je nulová a aktivita ^{14}C půdního oxidu uhličitého zhruba odpovídá organické hmotě, jejíž oxidací CO_2 vznikl. Tyto dva zdroje uhlíku se mísí v různých poměrech v závislosti

Počet jedinců: ++ masový výskyt, + vysoký, x střední, ! nízký, - nulový, !? přibližné určení, (!) přemístěné ulity (recentní druhy, ulity zavlčené vodou apod.).

Layer numbers relate to Fig. 13.

Ecological characteristics: Main ecological groups: A – woodland (in general), B – open country, C – woodland/open country, D – water, wetlands.

Ecological groups: 1 – woodland (sensu stricto); 2 – woodland, partly semi-open to open habitats [W (M) – mesic, W (S) – xeric, W (H) – damp]; 3 – damp woodland; 4 – xeric open habitats [S – in general, Ca – limestone rocks, S (W) – partly shaded habitats]; 5 – open habitats in general (moist meadows to steppes); woodland/open country: 6 – predominantly dry; 7 – mesic or various (Me – mesic in general, catholic, PM – mesic rocks, scree woodland); 8 – predominantly damp; 9 – wetlands, banks; 10 – aquatic habitats.

Biostratigraphic characteristics: + loess species, ++ index loess species, (+) local or occasional loess species, ! species characteristic of warm phases, (!) eurythermal species of warm phases, !! index species of warm phases, G – species surviving the Glacial out of the loess zone, (G) – ditto as relics, M – modern immigrants (Late Holocene index species).

Number of individuals: ++ massive presence, + present, x moderate, ! low, - absent, !? determination approximate only, (!) redeposited (modern species, individuals redeposited by water).