

Pískovcové převisy středních a severních Čech: jejich vznik, sedimenty a paleoantropologický význam

Václav Cílek

Historie výzkumu

Koncem roku 2003 byla publikována obsáhlá monografie J. Svobody a kol. (2003) „Mezolit severních Čech“, která se zabývá komplexním výzkumem pískovcových převisů. Tři hlavních sezón výzkumu – ve Lhotě z Dubé, v údolí Peklo u České Lípy a pod vrchem Spravedlnost u Chřibské v Českém Švýcarsku se účastnily desítky studentů IZV UK. V tomto článku shrnuji základní poznatky výzkumu, který přinesl zejména o působení lovecko-sběračských mezolitických tlup během jednoho desetiletí více poznatků než celá dosavadní historie výzkumu českého a moravského mezolitu. Článek sám představuje jenom stručný výčet získaných výsledků a omezený výběr literatury. Podrobnější popis a katalog lokalit je uveden v monografii.

V roce 1984 se začal V. Cílek zabývat problémy vzniku pískovcového reliéfu. Počáteční myšlenka práce byla taková, že v souvrství pod úpatím skal musí být zachován fosilní záznam toho, jak je skalní masiv erodován, jak ubývá. Skutečně se ukázalo, že např. úlomky dobře vyvinutých voštin bylo možné nalézt již ve vrstvách pocházejících již ze staršího holocénu a že tedy již v té době musely být povrchy skal pokryty voštinami, což může indikovat jejich pleistocenní základ. Na několika místech v okolí Dubé asi 60 km s. od Prahy byly pod pískovcovými převisy učiněny nálezy vápnitých fosiliferních souvrství a zatím ojedinělé archeologické nálezy, které byly předány J. Svobodovi. Postupně se začal koncem 80. let kolem společných přírodovědných

a archeologických výzkumů vytvářet širší multidisciplinární tým, jehož výsledky jsou shrnuty v asi dvou desítkách prací (viz Svoboda a kol. 2003). Na Českolipsku již dříve působil V. Ložek a později J. Svoboda, ale teprve nálezy nových lokalit, účast studentů a získání prestižního grantu National Geographic Society otevřely novou éru výzkumů.

Základním motivem dlouhodobého výzkumu byl výzkum sedimentárních sekvencí a objasnění paleoenvironmentální charakteristiky zejména holocenního prostředí v návaznosti na archeologickou situaci. Metoda terénního výzkumu spočívala v důkladné místní rekonstrukci, při které byly postupně sondovány v oblasti mezi Dubou, Dřevčicemi a Zátyním na ploše cca 5 x 5 km všechny větší převisy. Další, již méně podrobné vyhledávací práce proběhly na Českolipsku, v okolí Hradčan a Doks, dále na území Labských pískovců, Broumovska a ojedinele i v Českém ráji. Celkové množství všech zkoumaných lokalit se týká asi 140 míst. Většina lokalit leží v pruhu širokém asi 20 km mezi Mělníkem na jihu a státní hranicí na severu. V roce 1999 byla první fáze výzkumu ukončena, protože v té době již bylo zjištěno asi 30 lokalit s fosiliferními vrstvami či mezolitickým osídlením a čtené další lokality s mladším osídlením. Výzkum mezolitických převisů inspirovaný našimi výzkumy je plánován německými archeology v Saském Švýcarsku.

Pískovcová krajina

Skalní města jsou zejména vyvinuta ve

svrchnokřídových kvádrových pískovcích jizerského souvrství. Pískovce jizerského souvrství vytvářejí členitý, skalnatý reliéf skalních měst a jim příbuzných tvarů. Jsou málo úživné, jejich půdní kryt je tvořen rankerem či regozemí a jen v místech, kde vystupují ostrůvky, dnes již většinou dekalifikovaných spraší, se objevují bohatší ostrůvky lesní vegetace a obvykle terasovaná středověká či novověká pole rozptýlené kolonizace krajiny. Na kvádrových pískovcích se nedaří zemědělské produkci a tak zde převládá lesní krajina charakteristicky krytá bory s rozptýlenými enklávami dubů a na hlubších půdách a v okolí neovulkanitů i bučin.

Ve sledovaném území s hustým mezolitičtým osídlením můžeme pozorovat tři základní typy reliéfu. Nejvyšší patro krajiny je tvořeno vystupujícími suky neovulkanitů i poněkud nižších pískovců. V mezolitu byla pravděpodobně kryta listnatým lesem s převahou doubrav. Nejnižší patro krajiny náleží hluboce zaříznutým údolím a plošně poměrně rozsáhlým systémům skalnatých roklí a hřbetů sahajícím až nad zemědělskou krajinu. Charakteristickým lesem tohoto patra jsou bory. Jeho nejspodnější část je tvořena bývalými mokřady, močály a jezery, které byly postupně zazemňovány či od středověku postupně vysušeny či proměňovány na soustavu rybníků. Mezolitičtí osídlení je přednostně vázáno buď na přímé okolí vodních ploch (Stvolínky, Holany) anebo na ekotonní rozhraní dnešní ploché zemědělské a skalnaté lesní krajiny, takže tehdejší mezolitičtí mohli využívat výhod obou prostředí.

Pískovcové oblasti díky chudému substrátu, vysoké energii reliéfu, specifickým procesům zvětrávání a intenzivní epizodické erozi představují velmi dynamický typ krajiny, ve kterém se objevuje výrazně vyvinutá sukcese krajinných typů, z nichž každý má

svoji specifickou vegetaci, charakter půdního pokryvu a tím i využití krajiny. Zatímco např. v černozemní oblasti můžeme hovořit o oscilaci mezi několika základními typy krajin, tak u pískovcových oblastí se většinou jedná o nevratné změny. Často se zde jedná o tak citlivý krajinný typ, že změny jsou pozorovatelné i v měřítku lidského života – od roku 1960 tak můžeme uvést nápadné změny v zemědělství, migraci obyvatel (poválečný odsun, přistěhovalectví), zčernání povrchů skal, intenzifikaci solného zvětrávání, invazi vejmutovky, zarůstání části zemědělské půdy apod.

Vznik pískovcových převisů a jejich typologie

Pískovcové převisy jsou běžné ve všech skalních městech a pískovcových krajinách. Jejich celkový počet v ČR je obtížně odhadnutelný, ale pohybuje v rozmezí prvních několika tisíc. V každém případě v Čechách několiknásobně převyšuje počet krasových jeskyní. Pokud např. v Českém krasu nese nějaké archeologické doklady většina osídlitelných (a často i neosídlitelných) jeskyní, je nutné dívat se na sedimentární výplně pískovcových převisů jako na potenciální archeologický zdroj, jehož holocenní význam je srovnatelný s krasovými oblastmi či ještě větší. Téměř všechny vchodové partie větších jeskyní byly vykopány ještě v 19. století, zatímco výplně pískovcových převisů jsou či byly donedávna téměř nedotčené. V současné době jsou převisy ohroženy jak sídelními trampskými úpravami, tak i hledači pokladů vybavenými detektory kovů.

Pískovcové převisy v zásadě vznikají čtyřmi hlavními způsoby anebo jejich kombinací:

- **boční erozí** říčního toku (příklady: Jizera, časté v Labských pískovcích, vzácné v Českém ráji a na Kokořínsku). Jedná se obvykle o nižší (2 až 4 m vysoké), až něko-

lik metrů hluboké převisy, jejichž průběh bývá obloukovitý. Je pravděpodobné, že i některé převisy Labských pískovců ležící vysoko nad současnou erozní bází mají říční původ.

- **v litologicky kontrastních partiích**, hlavně na lépe propustných polohách hrubozrnných pískovců až slepenců (běžné ve všech pískovcových oblastech). Jedná se obvykle o menší převisy.
- **působením kapilární vody a solného zvětrávání** (běžné ve všech pískovcových oblastech). Tento mechanismus hraje pravděpodobně hlavní roli při tvorbě menších a středních převisů. Dokladem je opakovaně pozorovaná skutečnost, že téměř všechny převisy se vyskytují na bázi skal v kontaktu se svahovinami či půdami, které jsou zdrojem kapilárních roztoků.
- **odlamováním exfoliačních šupin**. Odlamují se na převislých skalách, nebo v místech, kde již vznikl drobný převis. Exfoliační šupiny se pak hromadí ve výplních, kde se rychle rozpadají na písek, který je průběžně odnášen dolů po svahu. Jizvy po opadu bývají setřeny solným aj. zvětráváním. Tímto mechanismem vznikají jedny z největších našich pískovcových převisů a to zejména na Kokořínsku, Českolipsku a v Labských pískovcích.

Celkově je při vzniku převisů nutné zdůraznit kombinovaný účinek několika hlavních zvětrávacích procesů, z nichž nejdůležitější jsou vázány na zdroje kapilární vody ať již v poréznější části skalního masivu nebo na kontaktu s půdní vlhkostí. Voda je nositelem roztoků a tím podmiňuje intenzitu solného, mrazového a biogenního zvětrávání. Z typologického hlediska můžeme rozlišit tři základní typy pískovcových výklenků:

1. **Jeskyňč**. Jedná se o prostor, která je delší

než širší. Její velikost je taková, že se v ní může ukrýt dospělá osoba.

2. **Převis**. Je širší než delší, jeho výška umožňuje pohyb osob a obvykle se pohybuje v prvních několik metrech. Převis má výrazně vyvinutý strop, který je rozlišitelný od zadní stěny převisu.
3. **Převislá skála**. Vytváří vysoké, ale velmi mělké převisy. Výška může dosáhnout 20 i více metrů, hloubka je obvykle menší než 2–3 m. Nemá strop, ale jen převislou zadní stěnu.

Sedimentární výplně

Přirozená sedimentace: Na rozdíl od antropogenně ovlivněné sedimentace, která je schopna vytvářet složitá, různě zbarvená souvrství vzniklá, jak lidskými úpravami převisů, tak i nerovnoměrným přínosem různých cizorodých materiálů, má přirozená sedimentace vcelku jednoduché, shodné rysy v téměř celém sledovaném území. Na bázi převisů někdy nalézáme tenkou (1–3 cm) polohu hnědého jílu nápadně podobného spraši se zhroucenou strukturou nebo prachovici. Eolický původ tohoto materiálu je pravděpodobný, protože byly zkoumány makroskopicky podobné sedimenty vyplňující mezerní hmotu sutí ve vrcholové partii Milešovky a bylo zjištěno, že obsahují křemenná zrna, která se v okolní hornině nevyskytují a jež se dají vysvětlit jen eolickým přínosem. Žlutá, vápnitá spraš s charakteristickými bílými, vápnitými pseudomyceliemi byla nalezena jen výjimečně (Proškův převis u Zátyní, převis v Uhelné rokli v Hradčanských stěnách, Krápník u Dubé). V pískovcových oblastech se opakuje situace známá z krasových území, kde většina profilů zasahuje jen do pozdního glaciálu a starší vrstvy jsou denuďovány. Intenzita denudace je následkem snadné erodovatelnosti u pískovcových převisů ještě vyšší. Je velmi obtížné před-

stavit si, jak vlastně vypadala krajina středoevropských pahorkatin koncem glaciálu, protože absence starších vrstev ukazuje na velmi intenzivní odnos a na značných plochách na téměř úplné odstranění půdního pokryvu.

V několika případech (charakteristicky v převisu Pod zubem v údolí Peklo, ale i u dalších lokalit v údolní poloze) byly pod mezolitickým osídlením nalezeny poměrně hrubozrné, velmi čisté, místy až kamínkovité přívalové sedimenty. Ty jednak potvrzují pozorování o intenzivní erozi/denudaci konce glaciálu, jednak upozorňují na možný mechanismus vzniku rozsáhlých, dnes suchých údolí. Domníváme se, že koncem glaciálu docházelo k tání sněhových či firnových polí. Podloží mohlo být částečně zmrzlé a tím nepropustné. Veškerá voda tak musela odtékat periodickými, místy asi značně vodnatými toky. Terénní pozorování ukazují, že většina pískovcových bloků podléhá v půdním pokryvu relativně rychlé dezintegraci. Tyto periodické toky pravděpodobně transportovaly hlavně rozpadlý pískovec.

Přirozená holocénní sedimentace má vcelku jednoduchý průběh. Na povrchu pod regozemí či rankerem do hloubky 20–40 cm obvykle nalézáme vybělený písek. Na Kokořínsku, ale i v jiných územích se někdy objevuje v hloubce 5–10 cm pohřbený humózní horizont vzácně s novověkými zeleně glazovanými či středověkými střepy (Zakšín). Tento horizont pravděpodobně odpovídá zvýšené erozi v době středověké kolonizace. Pod vyběleným pískem se obvykle objevuje několik dm žlutavého či narezlého písku, který opět přechází do světlejších písků pozdního glaciálu. Barevnost souvrství je do značné míry ovlivněna epigenetickými procesy loužení a srážení hydroxidů železa. Jiným velmi důležitým rysem některých převisů je existence spa-

daných pískovcových bloků, které se vyskytují pod mezolitickým osídlením, které na ně může přímo nasedat (Jezevčí převis v Labských pískovcích). Mezolitické osídlení tak opakovaně datuje epizodu skalního říční do konce glaciálu či počátku holocénu.

Karbonátové polohy

Pravděpodobně nejvýznamnějším rysem osídlených pískovcových převisů je přítomnost obvykle 1–3 cm (maximálně 5,5–7,5 cm) mocných, šedých, jakoby jílovitých poloh. Často obsahují uhlíky, zlomky pazourků a přepálených pazourků, drobné štěpinky kostí. Jílovitý vzhled je ve skutečnosti způsoben přítomností velmi jemnozrného kalcitu. Karbonátové horizonty obsahují 11,9 až 81,7 hm.% kalcitu. Průměrný obsah karbonátu je 48,9 hm.%. Doprovází je zvýšené obsahy fosforu mezi 0,19 až 2,43 hm.% P₂O₅. Průměrný obsah je 1,13 hm.% P₂O₅. Obsah organického uhlíku je nízký – obvykle pod 1 hm.%.

Karbonátové vrstvičky bývají někdy vyvinuty jako dvojice vrstev, jindy se mohou až 4x opakovat (Bezdeč). Nejčastěji vystupují v rámci mezolitického souvrství, ale byly zjištěny v relaci s mladšími pravěkými kulturami a v převisu Pod křídlem i s trampským ohništěm z doby mezi světovými válkami. Písek pod i nad karbonátovými polohami může obsahovat 1–3 hm.% kalcitu v podobě světlých, někdy křídovitých povlaků až bílých, krátkých „pseudomycelií“ Karbonátový horizont obvykle leží hlouběji než 40 cm pod povrchem (běžně 60–120 cm). Význam těchto vrstev je dalekosáhlý:

- Umožňují zachování měkkých a kostí a tím otevírají celé rozsáhlé regiony ke studiu paleoenvironmentálních podmínek v holocénu. Významným výsledkem je rozeznání subboreálu jako období velké environmentálního kolapsu (tzv. lužické katastrofy).

- Umožňují zachování lidských zbytků a kostěných nástrojů.

Problém obsahu karbonátu v půdních a sedimentárních pokryvech pískovcových oblastí má závažné dopady na poznání vegetačních poměrů. Na mnoha místech Kokořínska a dalších pískovcových oblastí zcela převládá chudá borová monokultura (*Pinus sylvestris* L.), ale nálezy malakofauny svědčí o podstatně úživnějších půdách a odlišné vegetaci první poloviny až dvou třetin holocénu. Vznik karbonátových poloh se tak stal jedním z klíčových problémů celého výzkumu.

Hodnoty ^{13}C a ^{18}O v karbonátových polohách byly korelovány s obsahem fosforu a mezi sebou navzájem. Bylo provedeno několik modelů izotopové frakcionace za různých podmínek a s různými výchozími materiály, ale ani v jednom případě jsme nebyli schopni se věrohodně přiblížit naměřeným hodnotám. Teprve pokus K. Žáka, při kterém bylo spalováno dubové dřevo a popel byl analyzován jednak na obsah karbonátu, jednak na jeho izotopové složení objasnil celou situaci. Obsah karbonátu v popelu je překvapivě velký – 20–37 hm. %. Jeho izotopové složení $^{13}\text{C} = -26,3$ ‰, a for $^{18}\text{O} = -15,8$ ‰ (PDB) přesně odpovídá průměrným naměřeným hodnotám pole karbonátových horizontů pískovcových převisů.

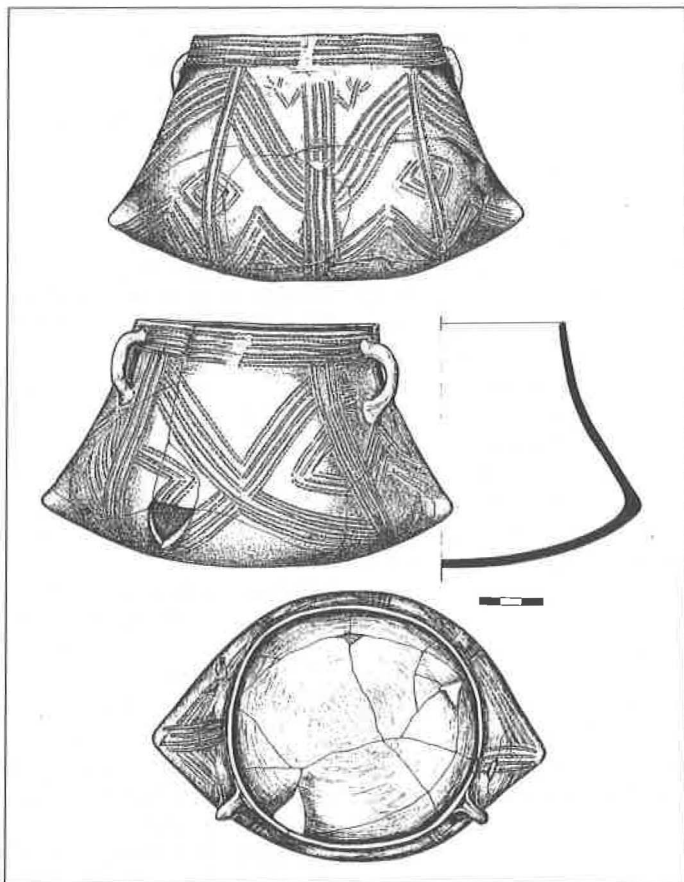
Archeologie

V průběhu výzkumů bylo objeveno 30 nových mezolitických lokalit, z nichž většina obsahuje i mladší keramický materiál několika různých kultur od neolitu až po novověk. Necelé dvě desítky převisů byly důkladně zkoumány, v ostatních proběhly jen orientační sběry. Celkem bylo získáno mnoho tisíc kamenných artefaktů, 4 lidské zuby, jeden zlomek lidské lebky pravděpo-

dobně upravený jako závěsek, několik tisíc keramických fragmentů, malý soubor mezolitických kostěných nástrojů a řada středověkých a novověkých nálezů. Souvrství dále obsahovala organické materiály jako jsou uhlíky, kosti a méně často rostlinné makrozbytky. Vápňité polohy pomohly uchovat místy velmi bohaté měkkýší fauny (viz Svoboda et al. 2003).

Mezolitické osídlení je vázáno na dvě významnější fáze – mladší zhruba před 7 tisíci let a starší 9–10 tisíc let. Osídlení je dvojího typu – jednak otevřená (letní ?) tábořiště v okolí vodních ploch, jednak na pískovcové převisy. Nálezy lískových oříšků a kožešinové zvěře dokládají podzimní a zimní osídlování převisů. Většina osídlených převisů leží na rozhraní dnešní zemědělské krajiny a skalnatých oblastí a má dobrý přístup k vodě (do 200 m). V některých převisech zejména v lokalitě Pod zubem v údolí Pekla byly zjištěny sídelní struktury, které můžeme s určitou nadsázkou označit jako jedny z prvních architektonických památek Čech. Jedná se o oválné sídlištní jámy s velmi dobře zachovanými, místy dlážděnými ohništi a kůlovými jamkami, které indikují zakrytí sídelního prostoru kůly opřeny o skálu a zřejmě překrytými kůžemi.

V několika převisech na sebe navazuje mezolitické a neolitické osídlení (Bezděz), které jednak indikuje lovecké aktivity prvních zemědělců, jednak při budoucích, rozsáhlejších výzkumech může pomoci při řešení přechodu od převážně sběračských komunit k zemědělským společnostem. V pískovcových oblastech Českého Švýcarska, které byly dříve považovány za téměř neosídlené, byly získány neolitické, eneolitické a zejména poměrně bohaté soubory keramických zlomků ze sklonku doby bronzové a počátku železné doby.



Nádoba vypíchané keramiky se symbolickou postavou oranta z převisu Stará skála ve Lhotě u Dubé představuje jeden z nejkrásnějších neolitických nálezů celých severních Čech (kresba I. Skřivanová in Svoboda a kol. 2003).

Ochrana lokalit

Dosud málo doceněnou skutečností je aktuální ohrožení těchto jedinečných památek stále se zintenzivňující činností trampů a turistů. Převisy, které během tisíciletí neztratily nic ze své přitažlivosti pro osídlení, jsou dnes upravovány pro přenocování, jejich poměrně sypký povrch zarovnáván a – co je nejzávažnější – výplně jsou ničeny opakovaným zakopáváním popela

a odpadků. Například výplň převisu Heřmánky I, archeologicky prozkoumaná v letech 1978–79, je dnes zarovnána a zčásti zničena vybudováním plošin pro přespání a průběžným zakopáváním odpadu. Během nových výzkumů v převisu Pod zubem jsme měli možnost doložit (a také datovat do období 1977–79) existenci pionýrského tábora v těsné blízkosti lokality, jehož odpadní jámy vážně narušily část výplně. K dalšímu

poškození výplní převisů trampskými úpravami dochází i v oblasti Labských pískovců a zejména Českého ráje.

Závěr

Výzkum pískovcových převisů otevřel nejenom nové pole pro archeologii a zejména pro poznání mezolitu, ale otevřel celou novou kapitolu poznání holocénního vývoje krajiny pískovcových oblastí. Důležitým rysem těchto výzkumů je úzká spjatost mezi archeologickými a přírodovědnými metodami, která je dána zejména existencí antropogenních karbonátových poloh, které fungují jako geochemická bariéra a zabraňují rozpouštění schráněk měkkýšů a kostí. Výzkumy na české straně Labských pískovců inspirovaly podobný, plánovaný německý projekt v Saském Švýcarsku.

Poděkování: výzkum byl podporován projektem National Geographic Society project 6330-98 „The last foragers of the Northern Europe“ (vedoucí J. Svoboda), dále akademickým projektem GBZ Z3-013-912 a projektem GA AV ČR "A 301 3005. Výzkumy prošlo celkem nejméně 160 studentů IZV UK.

Výběr z literatury:

Cílek V. (1999): Poslední lovci Evropy – zpráva o výzkumu pískovcových převisů v Polomených horách. *Pseudokrasy sborník I*, 77–81. ČSS. Praha.

Cílek V. (2000): Výzkumy v pískovcovém pseudokrasy Českého Švýcarska. *Speleo* 29, 20–23. ČSS. Praha.

Cílek V. (2000): Kumerské pohoří: výzkum pískovcových převisů a pseudokrasy. *Speleo* 31, 15–23. ČSS. Praha.

Cílek V. (2000): Multidisciplinary approach to the Holocene studies: The Mesolithic sites in sandstone rockshelters of Northern Bohemia. In Havlíček P. and

Tyráček J. eds. *„Bohemian Field Conference. Excursion guidebook“* 8–13. ČGÚ. Praha. ISBN 80-7075-418-4.

Ložek, V. (1997): Nálezky z pískovcových převisů a otázka degradace krajiny v mladším pravěku v širších souvislostech. *Ochrana přírody* 52, 146–148.

Ložek V. (1998): Late Bronze Age environmental collapse in the sandstone areas of Northern Bohemia. Sborník *„Mensch und Umwelt in der Bronzezeit Europas.“*, ed. B. Hansel, 57–60. Kiel.

Mikuláš R., Cílek V. (1998): Terrestrial insect biocerosion and the possibilities of its fossilization (Holocene to Recent, Czech Republic). *Technos*, 5: 325–333. Amsterdam.

Prošek F., Ložek V. (1952): Mesolitické sídliště v Zátyni u Dubé. *Anthropozoikum* 2, 93–115. Praha.

Svoboda A. J., Cílek V., Horáček I., Jenč P., Ložek V., Mikuláš R., Novák M., Opravil E., Peša V., Žák K. (2003): Mezolit severních Čech. Komplexní výzkum skalních převisů na Českolipsku a Děčínsku, 1978–2003. 328 pp. *Dolnověstonické studie* 9. Archeologický ústav AV ČR. Brno. ISBN 80-86023-52-4.

Svoboda J., Cílek V., Jarošová L. (1998): Zum Mesolithikum in den Sandsteingebieten Nordböhmens. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 28, 357–372.

Svoboda J., Cílek V., Jarošová L. (1999): Mezolit na Českolipsku. Poznámky k současnému stavu výzkumu. *Bezděž*, 8: 11–34. Česká Lípa.

Svoboda J., Cílek V., Jarošová L., Peša V. (1999): Mezolit z perspektivy regionu: výzkumy v ústí Pekla. *Archeologické rozhledy*, 51: 243–264. 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, 169–172. Praha.

The sandstone rockshelters of Central and Northern Bohemia: their genesis, sediments and paleoantropological significance

Václav Cílek

The most important findings of the study of sandstone rockshelter and their infillings can be summarised as follows:

1. Genesis of rockshelters: The rate of rockshelter formation under Holocene climatic conditions is low, because Mesolithic artefacts are often found in undisturbed layer 2–15 cm from the sandstone wall, thus the shape of many rockshelters has not changed much during last at least 9000 radiocarbon years. The destructive action of frost during ice ages seems to be responsible for the origin of majority rockshelters. The reservoir of capillary water is located either in more permeable layers of sandstone masiff but more often in loose sediments under sandstone cliffs – almost all bigger rockshelters can be found at the contact of slope sediments and sandstone rock. Complex interactions among salt weathering, surface hardening caused by free silica, exfoliation and biological destructive and protective processes can be observed.

2. Calcareous environment of the Early Holocene: The higher CaCO_3 content in Early Holocene soils has been recorded from a number of areas where the present-day soils are decalcified. Possibly the most significant feature of Holocene strata under sandstone cliffs that are influenced by human activities is the presence of usually 1–3 cm thin, grey calcitic intercalations that contain some 50 wt. % of fine grained

calcite. Geochemical study indicates that the carbonate layers with high phosphorus content and low carbonate $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ composition were formed as a result of decomposition of cultural layers rich in organic and bone material. The wood ash is the principal source of carbonate.

3. Environmental crisis in Late Bronze Age: The environmental analyses based on sedimentology and fossil content of the Holocene strata display profound differences in forest type, soil fertility, erosion, decalcification and probable dessication and deforestation to happen during Subboreal sensu Ložek (1982) represented in sandstone areas in many cases by Lusatia culture of the Late Bronze Age some 3 000 years B.P. This event that is accompanied by erosion and enhanced slope activity represents one the most important environmental changes of the whole Holocene on the area of Czech Republic.

4. Protection: The sandstone rockshelters of Northern Bohemia yield after a decade of the intense research more facts about Mesolithic life than a century of previous studies, because of the accompanying fossil relicts that became preserved in dry, calcareous environment. We expect that sandstone rockshelters may in future due to their number and geographic distribution over large areas represent (especially for Holocene) as valuable record as did classical caves for Pleistocene studies of 19th century. While it is now almost impossible to find a major undisturbed karst cave infillings, the majority of sandstone rockshelters is intact.