

4. METODY STUDIA A JEJICH VÝSLEDKY

4.1 Faunistická společenstva

Podstatné změny ve složení společenstva savců začínají již koncem třetihor. Tato doba znamená pro celou Eurasii i zánik celé řady původních živočišných druhů; dochází k velké faunistické změně, která do určité míry odpovídá zvyšující se intenzitě klimatických oscilací. Ty jsou totiž markantně znatelné již ke konci třetihor a jsou pravděpodobně jednou z příčin vedoucích k vymření některých živočišných skupin. Některé druhy začínají v jednotlivých evropských oblastech vymírat postupně (např. hipparioni). Jsou klasickým příkladem toho, že vymírání nemusí být v celém areálu rozšíření časově totožné.

Dřívější druhy jsou nahrazovány jinými. V Evropě mizí např. deinotheria (pouze v Africe žijí ještě v pleistocénu), chalikotheria (zvířata připomínající koně), žirafy a také hroši. Tato změna společenstva začíná v období, které se nazývá spodní villafranchien (začátek před 3,5 Ma). Již tam začíná docházet ve srovnání s dřívějším k poměrně velkým změnám. Diverzita společenstva savců se v této době zvětšuje. Velký počet přistěhovalých rostlinných a živočišných druhů ukazuje na určité změny životního prostředí, flóra je stále výrazně teplejší.

Teprve období středního villafranchien (2,4–2,2 Ma), tedy začátek pleistocénu, však znamená zásadní a markantní změnu ve faunistickém společenstvu. Objevují se nové progresivní taxony a rostlinná společenstva již signalizují velmi četné oscilace mezi mírným a chladným klimatem. Nově se objevují velké kočkovité šelmy (např. šavlozubí tygři), turovití (bizoni, tuři, buvoli), kozy (kozy, pižmoni, sajgy), jeleni (jeleni, sobi, losi), dále pak velblouři, koně, lvi, tygři, rysi, vlci, hyeny, rosomáci, zajáci, nové druhy nosorožců, slonů, trogontheria (velcí bobři) a četné rody a druhy hmyzožravců a hrabošů.

Ve svrchním villafranchien některé rody mizí a průběh pleistocénu je pak charakterizován vlivem různě intenzivních klimatických změn postupnou druhovou růzností ve faunistických společenstvech jednotlivých evropských oblastí. Výsledkem je přizpůsobování druhů na zcela nové životní prostředí. Klimatické změny vyvolávají přitom u některých taxonů rychlejší vývoj, u některých vedou k jejich zániku.

Samostatnou kapitolu tvoří společenstva a jejich změny v další části pleistocénu. Zde jsou již faunistická společenstva jednotlivých evropských oblastí ve stejném časovém úseku různá, a nelze je proto zobecňovat pro větší území. Když k tomu připočítáme koncem pleistocénu zvýšenou aktivitu člověka, máme pohromadě všechny hlavní faktory, které ovlivňovaly faunistické společenstvo a jeho složení.

Dnešní fauna střední Evropy je výsledkem mnoha procesů. Podstatnou úlohu v jejím složení však sehrály tři fak-

tory, které byly mnohdy závislé na velkých změnách prostředí:

1. Vznik nových druhů. Co se týče kvartéru, jednalo se většinou o fyletický vývoj, tj. o postupnou přeměnu jednoho druhu v druh jiný.
2. Klimaticky vyvolané migrace a imigrace. Do této skupiny patří i mezikontinentální migrace a migrace poledníkového a rovnoběžkového směru. Klimatické změny vedou v mnoha oblastech k úplnému vymizení některých taxonů, zatímco jinde se zachovávají. Nejedná se tedy o definitivní zánik druhu, při změně životních podmínek zůstává potenciální možnost návratu do opuštěné oblasti. Většinou se nejedná o migraci celého společenstva ve stejnou dobu. Jde vždy o pozvolnou migraci jednotlivých druhů podle jejich ekologické valence jako odpověď na probíhající změnu prostředí. Jednotlivé druhy při výrazné změně prostředí migrují v různou dobu, v různém směru a různou rychlostí. Nové výzkumy ukázaly, že pokud byla klimatická oscilace časově krátká, nedošlo ke změnám a flóra a fauna mohla zůstat např. ještě chladnomilná, zatímco klima již bylo výrazně teplejší.
3. Do poslední skupiny patří taxony, u kterých dochází k definitivnímu zániku, tedy k jejich vymření. Nejedná se o mimořádnou událost, vymírání taxonů a celých společenstev je v dějinách Země obecně platná a u každého organismu zakotvená zákonitost v procesu evoluce. Není tedy otázka, zda dotyčný taxon zanikne, ale spíše kdy.

4.2 Fosilní nálezy

Období kvartéru je proti dřívějším geologickým etapám z hlediska flóry a fauny svým způsobem specifické. Podstatnou úlohu hrají geologicky poměrně krátké klimatické výkyvy různé intenzity. Vůdčí druhy, tedy druhy omezené na určitou dobu existence, v podstatě skoro neexistují. Pleistocén je geologicky relativně krátké období. Pozornost se proto obrací na celá společenstva. U jednotlivých druhů se jedná spíše jen o vymezení hranic jejich prvního a posledního objevení.

Dnes se již dávno nejedná pouze o determinaci paleontologického materiálu, o kvantitativní vyhodnocování jednotlivých taxonů a případně o biostratigrafické závěry. Zpracování osteologických nálezů se dostává do zcela jiné úrovně, kdy velkou úlohu hrají i jiné přírodovědné disciplíny. Ekomorfologické a biogeochemické analýzy jsou využívány pro celou řadu jiných dřívě zcela nemožných interpretací (např. určování stravovacích nik z hlediska výběru lokalit, určení, zda život společenstva odpovídá spíše otevřenému travnatému stepu nebo uzavřenému lesnímu celkům, jestli

trávy byly spásány v otevřené krajině nebo pod uzavřeným lesem a v jakém množství, zda zvířata žila v otevřeném terénu nebo pod uzavřeným lesem apod.).

Pro pleistocén, a nejen pro něj, je charakteristické četné střídání teplot a srážek různé intenzity a délky. To z hlediska jednotlivých živočišných druhů znamená, že selekce nemohla v žádném případě působit ve stejných podmínkách delší dobu. V průběhu celého kvartérního období nedošlo nikdy na delší dobu ke stabilizaci životních podmínek. Proto i areál rozšíření jednotlivých rodů a druhů nebyl nikdy stálý, ale víceméně se pořád měnil. Při zmíněných klimatických změnách nebyly nikdy existenční podmínky v celém areálu rozšíření druhu po delší dobu vždy stejné. Pokaždé se nacházely v areálu celého rozšíření každého taxonu optimální životní podmínky a tato místa můžeme považovat za centrum života toho kterého druhu. Vedle toho existovaly okrajové části, kde byla úmrtnost vyšší než přirozený přírůstek a kde postupně docházelo ke snižování počtu jedinců. V těchto okrajových oblastech se jednalo spíše o diskontinuitní rozšíření daného druhu. U jednotlivých druhů mohly pak být optimální oblasti jejich existence různé. Tyto důležité skutečnosti nebývají někdy brány v úvahu, a tak se dostávají dohromady druhy z oblastí, kde se rodila jejich mláďata, s oblastmi, ve kterých pouze přechodně pobývaly a kde k rození mláďat nedocházelo.

Vhodnost různých druhů z hlediska jejich využití pro biostratigrafii nebo pro paleoekologii je odlišná. Co se týče rychlosti vývoje jednotlivých skupin živočichů, byla vždy různá, rychlejší vývoj je u savců, u jednotlivých skupin je ovšem odlišný. Pomalý vývoj nacházíme např. u ptáků, netopýrů, hadů a obojživelníků, rychlý vývoj u savců, různý však u jednotlivých skupin. Relativně rychle probíhal třeba u hrabošů nebo stepních slonů, kam patří nám všem dobře známý mamut srstnatý (*Mammuthus primigenius*) nebo jeho předek mamut stepní (*Mammuthus trogontherii*). Z uvedeného příkladu hraboši (velké množství narozených jedinců), sloni (málo narozených jedinců) zároveň vysvitá, že množství narozených jedinců v průběhu stejné doby nebylo z hlediska rychlosti vývoje rozhodující. Z rychlosti jejich vývoje se pak odvíjí i různě velká možnost jejich využití pro biostratigrafii.

4.3 Tafonomie aneb Co můžeme zjistit z nahromaděných kostí

Tafonomie je samostatná poměrně mladá disciplína paleontologie. Uvedený termín byl poprvé použit v roce 1940 ruským badatelem J. E. Jefremovem. Zabývá se studiem všech změn, kterými procházejí organické zbytky během svého uložení v sedimentu. Ze způsobu zachování a z případné destrukce pak vyvozuje podmínky, za kterých byly kosti v sedimentu ukládány. Osteologický materiál musí být studován ještě před vyjmutím ze sedimentu. Terénní výzkumy jsou proto mnohem detailnější a časově náročnější. Tafonomické studium náleží z krásových oblastí a z oblastí nekrasových se poněkud liší.

Nejprve uvedu, čemu všemu věnujeme pozornost. Veškeré údaje z nalezených kostí větších a středně velkých zvířat se zabývají především interpretací těchto hlavních

analýz: stav zachování povrchu kostí, stupeň chemické koroze, různý stupeň koroze jednotlivých částí kostí, mechanické změny způsobené pohybem kostí, změny způsobené tekoucí nebo kapající vodou, destrukce kostí, která může být způsobená člověkem, zvířetem nebo je přírodního původu, tvar a rozměry zlomků kostí, kvantitativní zjištění, ze kterých kostí kostry a ze které její části zlomky pocházejí, množství jednotlivých celých a fragmentárních kostí, jejich orientace, volné celé zuby nebo jejich zlomky, věk zvířat, roční období smrti, lidská aktivita, stopy po zubech různých druhů šelem a hlodavců, množství jedinců jednotlivých druhů, množství kostí jednotlivých druhů, způsob rozložení kostí jednotlivých druhů v ploše, charakteristika okolního sedimentu, obsah sutě a její velikost.

Analýza rozhoduje o tom, zda došlo k transportu kostí, na jakou vzdálenost a čím byl způsoben. Výsledkem transportu bývá orientace kostí v sedimentu. Pohřbení kostí v sedimentu může být rychlé nebo pomalé. Části koster nebo celé kostry dokumentují rychlé pohřbení. Většinou však nacházíme pouze jednotlivé kosti. Studuje se jejich rozptýlení, které je různé podle toho, co je způsobilo. Důležité jsou i fyzické změny na kostech. Zahrnují všechny formy možných změn, typ rozpuštění, abrazi, lesk, rozlámání a celou řadu dalších. Míra intenzity těchto fyzických a chemických změn je odrazem sedimentačních podmínek. Rýhy na kostech mohou mít různou hloubku a šířku, a v podstatě různý původ. Svým profilem se odlišují od stop po řezání člověkem. Stopy po řezání mají i jiné umístění a souvisí s intenzitou lidských zásahů.

Aby se mohla přesněji zjistit příčina těchto změn, byly některé výše uvedené změny vyvolávány uměle. Umělým pohybem kostí ve vodním prostředí vznikaly charakteristické změny na jejich povrchu. Pohyb způsobil rýhy a oválné jamky někdy připomínající stopy po zubech šelem. Hlavním efektem však byla abraze povrchu kostí vyvolaná jednosměrným pohybem vody. Její velikost závisela na množství vody. Důležitá byla přitom i morfologie kosti. Morfologie kostí ve vztahu k rychlosti abrazních procesů byla u velikostně odlišných taxonů různá. Po šestnácti hodinách různosměrných pohybů byly kosti krávy zaoblené a vyleštěné, na rozdíl od kostí ovčí, kde k vyleštění nedošlo. Uvedená změna souvisela tedy i s velikostí kosti. Abrázni procesy závisely rovněž na složení sedimentu. U jílu byly menší. Jako nejdůležitější se však ukázala přítomnost suchého, vlhkého nebo vodního prostředí. Pohyby kostí v suchém sedimentu, na rozdíl od sedimentů vlhkých, nezanechávaly skoro žádné stopy. V těchto sedimentech byla jejich abraze poměrně slabá a docházelo spíše k jejich poškození. Největší abraze byla v prostředí vodním.

Z uvedeného zcela jasně vyplývá, že se vždy jedná o interakci mezi sedimentem a jednotlivými kostmi, takže všechny tafonomické studie musí začínat studiem sedimentů, tj. prostředí, ve kterém se kosti nacházely.

4.4 Fyzická a chemická destrukce kostí

Unikátní lokalitou v našem státě je Švédův stůl, kde můžeme na kostech najít všechny stupně jak fyzického, tak i chemického zvětvávání. Tyto nálezy pocházejí z komplexu hně-

dých půdních sedimentů a zobrazují velmi dobře klimatické podmínky, které je způsobily.

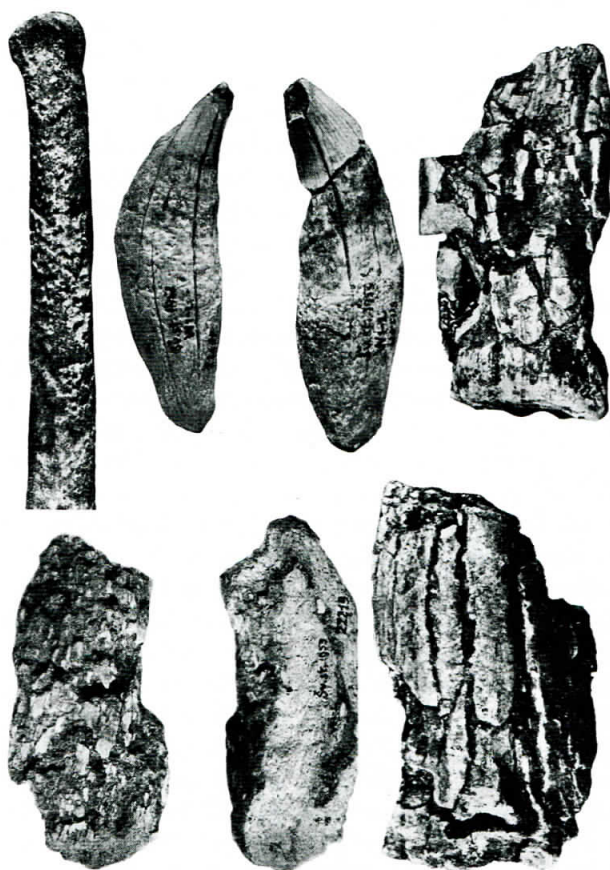
Na kompaktní kosti u medvědů byly v prvním stupni zvětrávání znatelné podélné praskliny. Často byly vyhojeny sintrem. V konečném stadiu došlo k tomu, že se zcela rozpadly do tenkých podélných lamel, které se od sebe mnohdy tlakem nadložních sedimentů oddálily. Tento podélný způsob rozpadu na tenké lamely je možné vysvětlit jen opakujícím se střídáním vlhka a sucha, a pokud by se jednalo o venkovní lokalitu, i mrazem. Jedno metapodium koně s podélnými prasklinami jsem nechal v depozitáři vysychat, abych zjistil, jak se bude chovat. V poměrně krátkém čase došlo k odchlípení jednotlivých lamel, které zůstaly spojeny pouze u kloubu. Délka odchlípení lamel byla na jejich konci až 7 mm. Pokus ukázal, jak silně kosti reagují na své vysychání a jak snadno u nich dochází při střídání vlhka a sucha k jejich rozpuštění a v konečném stupni i ke vzniku oddělených lamel.

Toto rozpraskání se netýkalo pouze dlouhých kostí, ale i špičáků medvědů. Také u nich bylo možné nalézt četné přechody od puklin až ke vzniku podélných lamel. Často se zde nejednalo pouze o podélné, ale dokonce i o příčné praskliny. Vyskytly se i kosti, kde takto postižena byla jen jejich polovina, zatímco druhá byla zcela zachovaná. K těmto pochodům docházelo jak u kostí ležících na povrchu sedimentů, tak i v sedimentech. Metatarsus koně měl na jedné straně podélně rozpraskanou kompaktní, která byla pokryta slabou krustou sintru, na druhé straně pak byla silně zvětraná. Je nutné uvést, že se nejednalo o ojedinělé nálezy, ale takto zachované kosti se vyskytovaly ve velkém počtu.

Celá řada kostí prokazuje i chemické zvětrávání. V tomto případě se pravděpodobně jednalo o prosakující vodu, o dobu, kdy byly kosti již v sedimentu. Nadložní jeskyně má mocnost vápenců pouze 2–3 m, takže všechny dešťové srážky pronikaly velmi snadno do jeskyně. Dobře je to patrné na vřetenní kosti medvěda. Jedna strana kosti je potažena slabou vrstvičkou sintru a v podélných puklinách lze dobře vidět černé dendrity. Její povrch je místy dokonce zkřídovatělý. Druhá strana kosti sintrový povlak nemá, povrch kompakty je zcela hladký, šedě zbarvený a pevný. Obě strany kostí mají tedy zcela jiný způsob zachování způsobený prosakující vodou v sedimentu.

V prvním stupni zvětrávání nedošlo ještě k úplnému rozpadu spongiózy nebo kompakty, jsou pouze šedobílé barvy se stopami po začínajícím zkřídovnění. Úplný rozpad nastává až v posledním stupni. Tehdy dochází k tomu, že nejen spongióza, ale i kompakty se mění v křídovitě prachovitou mazlavou porézní bílou hmotu. Při svém odkrytí v sedimentu jsou dobře znatelné, není však možné je ze sedimentu vytáhnout. Způsob zachování ukazuje, že ke zvětrávání došlo až po přikrytí sedimentem. Samozřejmě ne všechny kosti byly tak silně zvětrané, ale mohli jsme pozorovat velmi četné přechody v intenzitě zvětrávání. V každém případě musíme předpokládat poměrně vydatné srážky, které mohly tak značnou chemickou korozi způsobit.

Na povrchu kompakty některých kostí lze pozorovat malé jamky různé velikosti a různé hloubky způsobené chemickou korozi. Mají v průměru kolem 1 mm a jsou roztroušeny po celém povrchu kosti. U některých kostí tyto



Obr. 10 Švédův stůl, komplex hnědých půdních sedimentů. Chemická a fyzická destrukce kostí střídavým vlhkem a suchem. Chemická koroze vede ke tvorbě jamek na povrchu kosti (metapodium koně, špičáky medvědů). U fragmentů kostí a zubů je možné pozorovat jednotlivá stadia od podélných prasklin až po úplný rozklad kompakty do malých zlomků (obrázek nahoře a dole vpravo). U zlomků kostí (dvě stadia, dva obrázky vlevo dole) došlo k úplnému rozložení spongiózy a kompakty na bílou mazlavou hmotu.

jamky splývají a postihují větší část povrchu, který snižují až o 4 mm. Kraj těchto korozních plošek je ostrý, přitom však ne kolmý, ale spíše šikmý. Většinou se jedná pouze o jednu stranu kosti, druhá postižená není. Podobnou korozi je možné pozorovat nejen na kostech, ale i na stoličkách medvědů. Postihuje přitom pouze kořeny zubů, sklovina korozi odolala. Podobně jako při zvětrávání kostí můžeme i v tomto případě vidět celou řadu přechodů.

Závěrem je možné říci, že koroze postihuje převážně pouze jednu stranu nálezu. Druhá strana má povrch jiný. Musíme mít přitom na paměti, že Švédův stůl je malá jeskyně, která byla dobře přístupná všem povětrnostním změnám.

4.5 Historický pohled na dřívější způsob práce v jeskyních

První zprávy o paleontologických nálezech v Moravském krasu pocházejí již ze začátku 17. století, tehdy se však jednalo o činnost zaměřenou spíše na jejich lékařské využití. Odborný výzkum začíná mnohem později, až v 19. století. Musíme si rovněž uvědomit, že tehdejší pracovníci nepřistupovali k těmto výzkumům z hlediska jedné vědní