

Metody paleolitického výzkumu

Ondřej Mlejnek

Fáze archeologického výzkumu

- 1.) Prospekce
- 2.) Exkavace
- 3.) Zpracování

Prospekční metody

- Povrchový sběr
- Užití pedologické tyče
- Sondáže
- Archeologický dohled u stavebních prací
- Studium sprašových profilů

Povrchový sběr

- - základní metoda paleolitické prospekce
- - omezen jen na přístupné plochy (zoraná pole)
- - existuje metodologie sběrů (M. Kuna, D. Kolbinger)
- - využití závěru krajinné archeologie (M. Gojda)
- - sídelní archeologie (Svoboda, Škrdla, Mlejnek)
- - definování krajinných typů (Svoboda, A-D)
- - využití moderních GIS (Surfer, Grass, QGIS, Google Earth, MapSource...)
- - vytváření predikčních modelů
- - objevování nových lokalit na tomto základě

Povrchové sběry

Povrchový sběr

Sondáže

- - vrty pedologickou sondážní tyčí
- - sondy rýčem
- - sondy pomocí těžké techniky

- jedná se o destruktivní výzkum – jen oprávněné organizace v

odůvodněných případech

Sondáž rýčem Sondáž těžkou technikou

Archeologický dohled

- běžně u postpaleolitu
- u paleolitu vzácně
- spíše u známých lokalit
- obvykle dohled jen po hranici spraše
- perspektivní do budoucna
- viz památková péče, metodika ve vývoji

Studium sprašových profilů

- souvisí s archeologickým dohledem
- studium stratigrafie
- hl. cihelny a pískovny
- Dolní Věstonice (Kalendář věků), Červený kopec, Dědice atd.

Exkavace

Před výzkumem

- - před započítím výzkumu zajistit technické zajištění (souhlas nájemce, souhlas majitele pozemku, voda na plavení sedimentu, ubytování brigádníků, transport, pitná voda, jídlo, WC, nástroje – lopaty, rýče, kbelíky, síta, špachtle, štětce, technika – totální stanice, počítač, tiskárna, fotoaparát, připravené formuláře nebo čárové kódy, jiné vybavení – sáčky, papíry, samolepky, fixy, HCl ...)
- - finanční zajištění výzkumu (grant, investor, finanční prostředky instituce, sponzoři)
- - připravit metodologii výzkumu (viz Dibble, Marean, McPherron)

Zázemí výzkumu

Zázemí výzkumu

Metodika výzkumu

- Skrývka ornice rýči a lopatami
- Výzkum v sektorech 0,5 x 0,5 m, vrstvy špachtlovány po cca 4 cm (asi 1 kbelík – 10 l)
- Zaměřování všech kbelíků, větších artefaktů (nad 2 cm), kousků barviva, kostí a uhlíků pomocí totální stanice, čepele zaměřovány dvěma body
- Systém náhodně vybírá kbelíky, ze kterých se odebírá sediment na vzorky
- Zaměření stratigrafických hranic pomocí totální stanice
- Odebírání vzorků na datování a na přírodovědné analýzy (viz později)

Metodika výzkumu

- Ke každému zaměřenému předmětu byl přidělen štítek s čárovým kódem a náhodnou kombinací 5 písmen (vygeneroval počítač) – viz www.oldstoneage.com
- V čárovém kódu zakódovány všechny potřebné informace (druh předmětu, geologická a kulturní vrstva, 3D zaměření, datum)
- Fotografická dokumentace výzkumu, koncentrací nálezů a průběhu vrstev
- Všechny kbelíky prosívány na sucho a následně plaveny na sítích 3x3 mm pro EUP. 2x2 mm pro MUP a LUP
- Preparace vrstev pomocí špachtlí, nožů a štětců
- Zvláštní pravidla pro výzkum v jeskyni

Metodika výzkumu

Skrývání plochy

Preparace nálezové vrstvy

Plavení sedimentu

Zaměřování

Fotografická dokumentace

Makroskopické studium profilu

Zpracování výzkumu

- - analýza štípané industrie (suroviny- A. Přichystal, technologie – P. Škrdla, typologie – M. Oliva, traseologie – S. Krásná, A. Dušková)
- - prostorové analýzy (horizontální a vertikální distribuce, skládačky –

refits)

- - laboratorní přírodovědné analýzy – určení kostí zvířat, případně lidí (paleoantropologie), zooarcheologie (M. Rašková, G. Dreslerová). mikrofauna, malakofauna, paleobotanika, palynologie, mikromorfologie, datování

Konzervace a popis nálezů

- Konzervace zejména v případě kostěných nálezů
- V případě ŠI slepení zlomených kusů, popis nálezů, inventarizace, předání do instituce oprávněné spravovat archeologické sbírky

Publikace výsledků

- nálezová zpráva (uloženo na AÚ AV ČR)
- předběžná stručná zpráva o výzkumu (Přehled výzkumů)
- článek o předběžném zpracování části výzkumu (odborná periodika – AMM, PV, AR, PA, Anthropologie, IANSA)
- souhrnné zpracování výzkumu – studie v odborném periodiku (JAS, JHE, PNAS, Nature, Science), příp. monografie

Publikace výsledků

Přírodovědné metody v pleistocénní archeologii

- **Datovací metody** (archeologické, geologické, fyzikálně-chemické, chemické)
- **Paleobotanika** (palynologie, analýza makrozbytků, antrakologie, analýza fytolitů)
- **Paleontologie** (makrofauna, mikrofauna, malakozoologie, studování sezonality, analýza stopových prvků v kostech)
- **Antropologie** (fyzická, kulturní, etnologie)
- **Geologie** (mikromorfologie, chemické analýzy půdy, stratigrafické metody)

Datovací metody

- **Archeologické** (typologie, technologie)

- **Geologické** (stratigrafie, terasové systémy, paleontologie, paleobotanika, teplotní křivky, varvy, paleomagnetika)
- **Fyzikálně-chemické** (radiometrické, na základě poškození zářením, na základě poměru izotopů kyslíku)
- **Chemické** (racemizace, obsah prvků v kostech, hydratace obsidiánu)

Stratigrafie

- 1699 Niels Stensen – zákon o ukládání
- Studium vrstev - čím níže, tím starší a naopak – stratigrafické systémy na základě sprašových profilů
- Pokusy o korelaci sprašových profilů (systém pedokomplexů)
- Paleopedologie a mikromorfologie – studium fosilních půd
- Systémy říčních teras – čím vyšší, tím starší
- Systémy mořských teras (eustatické kolísání hladiny)
- Varvy – vrstvičky v jezerních sedimentech, podobně solná chronologie

Teplotní křivky

- Teplotní křivky sestavené podle množství slunečního svitu
- **Milankovičova teplotní křivka** (1920) – astronomicky vypočítaná křivka klimatických cyklů
- **Woerkomova teplotní křivka** (1953) – zdokonalení astronomických výpočtů
- **Emilianiho teplotní křivka** (1966) – teplotní křivka sestavená na základě sedimentů z Karibského moře podle poměru izotopů kyslíku u dírkovců

Paleomagnetika

- Přepólování magnetických pólů před 780 tisíci lety (Brunhes x Matuyama), kratší epizody přepólování i jindy (Jaramillo, Olduvay)
- Drobné odchylky magnetických pólů v čase je možné studovat v sedimentech na orientaci hematitových a magnetitových částic (paleomagnetické datování)

Radiometrické datování – ^{14}C & AMS

AMS - Accelerator mass spectrometry – měří se poměr ^{14}C a ^{12}C a stanovuje se stáří v radiokarbonových letech (BP), tj. vztažené k roku 1950 AD (nebo 2000 AD)
 Poločas rozpadu izotopu ^{14}C je 5730 let, závisí ale na obsahu plynů v atmosféře, variacích

geomagnetického pole atd., proto se kalibruje (vrtná jádra z ledovců, hlubokomořských a jezerních sedimentů)

Vzorky – uhlíky po spáleném dřevu, dřevo, spálené kosti, kostní kolagen, tj. jakékoli zdroje uhlíku
Odběr vzorků – zamezit kontaminaci recentním uhlíkem, odběr pomocí čistého nástroje, do alobalu, vysušit

Filtrace, ultrafiltrace vzorků (ABOX – Oxford)

Datace ^{14}C (konvenční): je třeba 3-5 g čistého uhlíku; naproti tomu pro AMS stačí mikrogramy

Limit metody dnes udáván 50-60 000 let, po roce 30 000 již ale není zcela spolehlivá, problematika radiokarbonových plateau

Výsledek je v radiokarbonových rocích, BP nebo BC; BP dříve konvenčně stanoveno od roku 1950, dnes 2000 (b2k)

Potřeba kalibrace dat: Kalibrační programy (CaPal, OxCal), kalibrační sety (INTCAL13, HULU), výsledky cal BP

Ostatní radiometrické metody

- Kalcium ^{41}Ca – pouze metoda AMS, poločas 130,000 let, až do 1 mil, méně přesné, např. u kostí
- Berilium ^{10}Be – AMS, poločas rozpadu 1,500,000 let, až do 15 mil, sedimenty a led, nepřesné
- Využití radioaktivní nerovnováhy – rozpadové řady – např. Uran-thorium, Draslík(potaš)-argon, fluor - fosfor atd. – např. na datování sopečných sedimentů, datování sintrů atd. Až do 10 mil let

ESR, OSL, TL

- **ESL** - Electron Spin Resonance - měří se množství uranu, který se akumuluje po uložení zubu v sedimentu
- **OSL** - Optically stimulated luminescence - měří se dávka vyzářeného záření, po zakrytí před sluncem se v krystalické struktuře křemene zachycují elektrony, po osvětlení se elektrony uvolní a změří se signál, Může být ovlivněna redepozicí sedimentů, což částečně eliminuje metoda „single grain“, odběr za tmy do kovových trubek.
- **TL** - spálené artefakty (SiO_2), zahřejeme a měříme emisi záření, stejný princip jako u OSL, je třeba vyříznout krychli o hraně 0,5 cm, nutné znát radioaktivitu pozadí a vlhkost sedimentu

$\Delta^{18}\text{O}$ stage

- poměr ^{18}O a ^{16}O v atmosféře kolísá vlivem teploty
- OIS stupně – oxygen isotopic stage – na základě vzorků z grónského ledovce
- MIS stupně – marine isotopic stage - na základě sedimentů z hlubokomořských vrtů

Tephra

- Využívají se specifické vlastnosti vulkanického materiálu z určitých sopek
- Campanian Ignimbrite (CI) ca 39 ka cal BP
- Spad sopečného tufu zasáhl mj. Kostěnky na Donu, kde vytvořil vrstvu v eolických sedimentech
- RESET - Response of Humans to Abrupt Environmental Transitions

Chemické datovací metody

- Méně přesné - příliš se nepoužívají – je třeba kalibrovat
- Racemizace aminokyselin (hl. kyseliny asparagové), poměr D a L izomerů určuje stáří vzorků (změny v asymetrických osách molekul), až do 100,000 let, určováno chromatograficky
- Na základě obsahu fluoru, uranu a dusíku – nepřesné, dusík nahrazuje kolagen, až od 100.000 let
- Hydratace obsidiánu – měří se tloušťka perlitové vrstvy na obsidiánu, až do 800.000 let

Paleobotanika

- **Palynologie:** studuje množství pylových zrnek jednotlivých druhů v sedimentu, sestavuje pylová spektra, důležitá je interpretace, pyly ukazují na regionální vegetaci (V. Jankovská)
- Nejvíce pylů je v rašelině, naopak ve spraši se pyly dochovávají málo
- Pro mladý pleistocén pylové diagramy např. z Bulhar, Jablůnky, Šafárky, nebo Prahy - Podbáby

Paleobotanika

- **Analýza makrozbytků:** pozůstatky semen, skořápek oříšků. Rostlinných vláken..., nutné proplavování sedimentu na jemných sítích
- **Antrakologie:** určování druhů dřevin na základě uhlíků např. z ohnišť, určíme tak dřeviny rostoucí v blízkém okolí (J. Novák)
- **Analýza fytolitů:** fytolity – anorganické částičky z těl rostlin, podle některých z nich lze určit i druh rostliny (L. Petr)

Analýza uhlíků z Želče

- Želeč – lokalita z počátku mladého paleolitu, výzkum v roce 2010, ohniště
- Výsledky: modřín, borovice lesní, snad smrk, borovice limba, jalovec, vrba
- Interpretace: lesostep až lesotundra s ostrůvky modřínových lesů v chráněných místech

Paleontologie

- **Makrofauna** – určení přítomných druhů a kostí, MNI, patologie, tafonomie, interpretace (M. Nývltová Fišáková, R. Musil)
- **Mikrofauna** – hlodavci, obojživelníci, plazi, možnost datování vrstvy (biostratigrafie), nutné používat jemná síta – např. jeskyně (M. Ivanov)
- **Malakozoologie** – určuje schránky měkkýšů (šnekologie) – měkkýši jsou dobrými indikátory mikroklimatu (V. Ložek, Š. Hladilová)

Analýzy poměrů stabilních izotopů

- **Izotopy stroncia**
- Izotopy stroncia se dostávají do biosféry a do potravního řetězce zvětráním podložních (krystalických a vyvřelých) hornin. Z vody jsou izotopy transportovány kořenovým systémem do listů rostlin a následně do krevního systému býložravců a následně masožravců. Sr v kostech se váže na PO₄⁻ místo vápníku (Ca²⁺).
- Poměr ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr závisí na geologickém podloží. Podle izotopového složení v kostech sledovaných zvířat a lidí lze rekonstruovat migraci daného zvířete či člověka během jeho života.
- Z poměru Zn a Sr lze zjistit výživu zvířete či člověka. Více stroncia a méně zinku je u býložravců. U masožravců je poměr obrácený.
-
- **Izotopy kyslíku**
- Poměr izotopů kyslíku ¹⁸O/¹⁶O vypovídá o klimatu během života zvířete a vodě kterou dané zvíře či člověk pil. Izotop ¹⁸O se velmi snadno váže do fosforečnanu vápenatého (tvořícího kost) a do fluoroapatitu (tvoří sklovinu zubu). Podle izotopového složení lze zjistit nejen klima v době života zvířete či člověka, tak rovněž lze zjistit migrace v raném věku.
-

Studium sezonality na řezech zubů

- Studuje např. M. Nývltová Fišáková, v Lipsku i na zubech lidí – nestruktivní i nedestruktivní metody
- Kořeny zubů se nařežou na tenké plátky a ty se analyzují pod polarizačním mikroskopem, lze studovat i nedestruktivně
- Podobně jako u stromů jsou letokruhy, na kořenech zubů lze rozeznat letní a zimní přírůstek, zjistíme tak dobu smrti jedince

Studium sezonality na řezech zubů

- Letní přírůstek
- Zimní přírůstek

Další vybrané analýzy

- **Teplota spálení kostí** – podle barvy, IR spektroskopie, DTA křivek
- **Genetické analýzy** – příbuzenství, určení pohlaví, evoluce, domestikace, migrace...

Antropologie

- Fyzická antropologie – popis a analýza lidských pozůstatků – pohlaví, rasa, tafonomie ... (M. Králík)
- Kulturní antropologie – v anglosaském světě je archeologie součástí kulturní antropologie, trochu jiná teoretická východiska a metody (M. Wilding)
- Etnologie – etnografické analýzy

Geologie

- Makroskopické studium stratigrafie

Geologie

- Mikromorfologie (L. Lisá)
- Stratigrafické analýzy (přítomnost jednotlivých prvků ve vrstvách)
- Sedimentologie (D. Nývlt)

Literatura

- **Prospekce:**
- **Gojda, M. 2000:** *Archeologie krajiny. Vývoj archetypů kulturní krajiny*. Praha.
- **Kuna, M. 2000:** Surfaře artifact studies in the Czech Republic. In: J. L. Bintliff – M. Kuna – N. Venclová (eds.): *The future of surfaře artifact survey in Europe*, 29-44, Sheffield.
- **Exkavace:**
- **Aitken, M. J. 1998:** *An Introduction to Optical Dating*, Oxford.
- **Dibble, H. L. – Marean, C. W. – Pherron, S. P. 2007:** The Use of Barcodes in Excavation Projects. Examples from Mossel Bay (South Africa) and Roc de Marsal (France), *The SAA archaeological record*, 7/1, 33-38.
- **McPherron, S. P. – Dibble, H. L. 2002:** *Using Computers in Archaeology: A Practical Guide*, New York.
- **Škrdla, P. – Tostevin, G. – Nývlt, D. – Lisá, L. – Mlejnek, O. – Přichystal, A – Richter, D. 2009:** Tvarožná – Za školou. The Results of 2008 Excavation. *Přehled výzkumů* 50, 13-26.
- **Zpracování výzkumu:**
- **Neruda, P.-Nerodová, Z. (eds) 2009:** *Moravský Krumlov IV. Vícevrstevná lokalita ze středního a počátku mladého paleolitu na Moravě*. Brno.
- **Oliva, M. a kol. 2009:** *Sídlště mamutího lidu u Milovic pod Pálavou*. Brno.

Děkuji za pozornost