

„Analýzy chemického složení pravěkých předmětů z mědi a slitin mědi v českých zemích“

Bakalářská práce je v souladu se zvyklostmi rozdělena na rešeršní (teoretickou) a experimentální část. V úvodní části práce je popsán její cíl. Cílem práce je kompilace souhrnné databáze prvkových analýz pravěkých měděných předmětů (včetně slitin) z publikovaných analýz, a na několika příkladech prokázat její důležitost.

V teoretické části se autor zabývá jednak tím co jsou a nejsou slitiny mědi a zcela správně se snaží najít rozumný systém tohoto dělení. Byť se to zdá být naprosto triviální otázkou považují za velmi přínosné tuto problematiku diskutovat a uvést.

V další kapitole teoretické části autor přehledně shrnul potenciál a důležitost analytických metod v archeologii. Uvádí a přehledně popisuje rozdíl mezi kvalitativní a (semi)kvantitativní analýzou, diskutuje problematiku destruktivnosti analytických metod, zabývá se vzorkováním a mnoha dalšími otázkami důležitými pro porozumění mezi humanitními a přírodovědnými obory. Detailně se zabývá rozdělením metod a v závislosti na jejich obecné používanosti v oboru k nim uvádí více či méně podrobný výklad.

V poslední kapitole teoretické části uvádí autor shrnutí dosud publikovaných tzv. „velkých projektů“, které se zabývaly právě analýzami historických předmětů. Důraz byl logicky kladen na ty, které se týkají pravěku. V závěru kapitoly se autor správně zabývá budoucím potenciálem ve spolupráci přírodovědců a humanitních oborů.

Praktická část práce detailně popisuje vytvořenou databázi. Autor uvádí jakým způsobem je databáze koncipována a proč, jednotlivé logické bloky databáze jsou popsány a komentovány. V návaznosti na zpracovanou databázi jsou následně autorem vyhodnocena získaná data, která jsou podle předkladatele důležitá pro další přírodovědně-humanistické bádání. Oblasti jsou vybírány citlivě a ukazují důležitost vzniku jednotné koncepce zpracování výsledků analytických měření vždy alespoň pro konkrétní historické období.

K práci mám několik poznámek a dotazů:

Pozn. Autor v práci operuje s termínem „chemické složení“. Tento obecně používaný pojem je zavádějící, neboť většina obvykle použitých analytických metod nám nedává informaci o chemickém složení (vazby, oxidační stavy atp.). Z tohoto důvodu obecně doporučuji používat termín „prvkové složení“.

Pozn. Byť se zcela běžně používají zápisy jednotek ve formě zlomků (např. g/cm^3) je nutné uvést, že tento zápis není v souladu s obecnými zásadami zápisu fyzikálních jednotek. Správná je forma např. $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. V práci je též možné nalézt obecně používané označení „ppm“. Tato označení chybně zaměňované za jednotku je v odborném textu sice tolerováno, ale

v některých případech (impaktované časopisy) je vyloženě zakázána. Správně je potřeba používat vyjádření prakticky téhož ve formě např. $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Pozn. Tabulka 1 na str. 11 je převzata z cizojazyčné literatury (citace je uvedena). Pro přehlednost textu bývá zvykem přeložit alespoň popisek tabulky lépe i její záhlaví, tj. tabulku přepsat.

- Na straně 15 se uvádí, že k odvrtání vzorků se nejběžněji používají vrtáčky o průměru 1,5 mm. Jak autor k tomuto tvrzení dospěl?
- Na str. 16 a 17 je uvedeno: „Detekce zlacení v ohni je možná pomocí identifikace rtuti nebo zlata“. S takto uvedeným tvrzením nelze souhlasit.

Pozn. Za velmi důležité považuji tvrzení (str. 18), že „... není-li uveden výsledek, nebo je uvedena nula, neznamená to, že prvek ve vzorku není ...“

- Citlivost stanovení RFA při sériových analýzách má mez detekce 0,1 – 0,01% (str. 22). S takto uvedeným tvrzením není možné souhlasit.

Pozn. Mobilní RFA přístroje mají za správných podmínek prakticky stejné detekční limity jako laboratorní přístroje měřící na vzduchu. Problém s mobilními přístroji je trochu jinde.

- Autor uvádí, že není možné věrohodně analyzovat stopové prvky. Dále ale uvádí, že detekční limity RFA jsou malé (tedy nízké?).

Pozn. Na straně 24 je uvedena věta: „Měřená plocha vzorku nesmí být příliš vzdálená od měřící roviny přístroje, což například znemožňuje analýzu vnitřních ploch dutých předmětů.“ Zde je možné souhlasit jen částečně. V zásadě lze analyzovat i místa mimo rovinu ostrosti, ale pouze kvalitativně a jen do určitého stupně „rozmazání obrazu“. Ještě si dovoluji poznámku ke slovu *měřící*. **Měřící** je přídavné jméno dějové, zatímco myšlené, ale nepoužité **měřicí** je přídavné jméno účelové. Obecně tedy pozor na koncovky -icí a -ící. Více viz např. <http://prirucka.ujc.cas.cz/?id=750>.

- Jak si autor představuje vnitřní valenční vrstvy atomu? (str. 24)

Pozn. V úvodu ke kapitole o neutronové aktivační analýze (NAA) je uvedeno několik nepřesných formulací.

- i. NAA v žádném případě neslouží pouze k analýzám složení kovů a to ani v případě její aplikace do archeologie (viz analýzy ostatků Tychona Brahe).
- ii. Uvádění mezí detekce je silně zavádějící. Parametrů které je ovlivňují je mnoho. Asi by bylo lepší napsat, že jsou obvykle i o několik řádů nižší než v případě RFA.
- iii. To, že je instrumentální NAA k odebranému vzorku nedestruktivní je v případě kovů v zásadě pravdivé tvrzení. Obecně ale neplatí. Např. u skel dochází ke změně barevnosti, u plastů může dojít k degradaci polymeru atp.

Pozn. Vzorky z NAA jsou v zásadě nedostupné zcela. Obecně se jako hrubé měřítko uvádí, že jejich uvolnění je možné po uplynutí 10 poločasů rozpadu nejdéle žijícího radioaktivního izotopu. Vezmeme-li v úvahu jen běžněji se vyskytující kobalt s poločasem rozpadu izotopu ^{60}Co přibližně 5 let není možné vzorek uvolnit dříve než po cca padesáti letech.

- Nerozumím tvrzení „Výrazná spektrální čára Cu zakrývá u NAA výskyt Ni, při vysokém zastoupení Cu je tedy stanovení podílu Ni méně spolehlivé“.

Pozn. Zkratka PIXE je z anglického Particle-induced X-ray emission. Někdy se uvádí i v práci uvedený termín Protony indukovaná rentgenová emise, ale tento termín je omezující a nepřesný. Dále se uvádí, že tato metoda není v ČR dostupná. To není pravda. Je dostupná v ÚJF již několik dekád a to i na archeologickém materiálu.

Pozn. U metod jako je OES, AAS, XRD a IR chybí jejich dostupnost v ČR.

Pozn. V kapitole o ICP-MS je velmi správně zmíněn problém s interpretací dat z hmotnostních spektrometrů, který se týká izotopových poměrů. Trochu mi chybí zmínka o variantě LA-ICP-MS, neboť je pro archeologii mnohem vhodnější než klasické ICP-MS.

- Na závěr této části bych uvítal (a čtenář jistě také) stručné shrnutí výhod a nevýhod jednotlivých metod např. ve formě tabulky.

Pozn. Ke kapitole 4 mám pouze několik drobných poznámek

- i. Oceňuji celkové shrnutí doposud publikovaných studií.
 - ii. V kapitole 4.3 je správně konstatováno, že zinek ve starších předmětech než z doby římské je obvykle v koncentracích do 1% a že toto množství má s největší pravděpodobností přirozený původ.
 - iii. Na str. 47 jsou omylem dvě shodné citace — *Fikrle – Frána – Droberjar 2006 a Fikrle et al. 2006*
 - iv. V různých částech textu se objevuje srovnávání s dobou stěhování národů. Tady bych se opravdu spíš přidržel „klasických“ pravěkých vzorků.
- Velkou část praktické části práce zabírají vysvětlivky k sestavené databázi. To je naprosto v pořádku. Co se mi nelíbí je nesoulad v překladu některých položek (některé přeloženy jsou, jiné ne) V práci psané v česky by měly být všechny pojmy přeloženy.
 - Od tabulky 2 je posunuté číslování.

Pozn. Uvedení údaje o fyzickém uložení předmětu považuji shodně s autorem za zásadní.

- Na str. 62 je název kapitoly (zjevně i název části databáze) uveden jen v němčině. Toto není správně.

- V kapitole 5.2.2 přístě neuvádět naprosto zavádějící údaj o tom kolik analýz připadá průměrně na jedno katastrální území. Jinak je celém textu se statistikou zacházeno velmi citlivě což považuji za správné.

Pozn. Jakési systematické „podanalyzování“ Moravy pocítli již moravští archeologové a v současnosti probíhá doplnění analýz moravských nálezů seker a sekeromlatů. Tato informace nemohla být autorovi známa, neboť v době sepisování práce probíhaly první analýzy.

- Na str. 64 je uvedeno, že předměty byly analyzovány neznámou metodou. To jistě není pravda, metoda pouze nebyla uvedena spolu s daty. V databázi je pak uvedena jako neznámá a vyznačena symbolem ?, což je v pořádku.

Pozn. Věta „Metoda RFA je upřednostňována především kvůli nedestruktivnímu způsobu analýzy a v porovnání s ostatními metodami také nižší ceně a rychlosti provedení analýz.“ vyznívá jako by předností metody RFA byla nižší rychlost provedení analýz. To jistě nebyl ani záměr a ani to není pravda.

- V zásadě lze souhlasit s tvrzením uvedeným na str. 72, že jedenácti procentní zastoupení nástrojů – 64 ks – (kladiv, dlát, kopáčů nebo motyk) je neadekvátně nízké (v příslušné skupině předmětů), ale k této informaci chybí zásadní údaj o celkovém počtu takových předmětů. Je-li totiž celkový počet těchto předmětů blízký nebo ideálně roven počtu analyzovaných, je to prostě nejlepší dosažitelný stav.
- V koláčovém grafu na straně 74 se mi nelíbí u modré výseče hodnota 0%. Tady bych uvedl pouze absolutní počty Stejný problém se opakuje i v některých následujících grafech.
- Koláčový graf na obr. 13 je barevně velmi složitý. Volil bych jiný typ grafu nebo např. kombinaci barev a šrafování.
- Graf č. 15 bych ukončil v době římské. Cílem práce bylo postihnout období pravěku kam se sice u nás někdy řadí i období stěhování národů, ale těžiště analýz pravěkých artefaktů je rozhodně jinde.
- Se závěry uvedenými ve stejnojmenné kapitole lze souhlasit. V otázce jednotného hesláře jsem skeptický, ale rozhodně souhlasím s myšlenou maximálního sblížení.

Závěr

Předložená práce podle mého názoru splňuje nároky kladené na bakalářskou práci a doporučuji ji k obhajobě. Práci navrhuji hodnotit známkou výborně (1).

V Klecanech 23. ledna 2017

.....
Ing. Marek Fikrle, Ph.D.