

SLOŽENÍ MATERIÁLŮ PRSTENŮ Z BÝVALÉHO HŘBITOVA VE ŠPORKOVĚ ULICI NA MALÉ STRANĚ

Jaroslav Frána – Marek Fikrle

Národním památkovým ústavem v Praze (M. Omelka) nám bylo předáno ke zkoumání 50 prstenů z barokního období, nalezených při průzkumu hřbitova, zrušeného za panování Josefa II v osmdesátých letech 18. století. Ke studiu byla využita rentgenfluorescenční analýza s buzením charakteristického záření prvků radioaktivním zdrojem izotopu ^{241}Am .

Prsteny byly přijaty ve stavu po běžné očištění a odborné archeologické konzervaci. Jejich povrch tedy byl bez hrubších nečistot, nebyl však dokonale čistý ve smyslu rentgenfluorescenční analytické metody, která byla použita k posouzení přítomnosti a množství jednotlivých kovových složek v použitých slitinách. Vzhledem k nepatrné pronikavosti budícího záření a vznikajícího charakteristického záření, je třeba si pod dokonalou očištěnou představit odstranění dokonce i korozních vrstviček, lpících na povrchu předmětů, obsahujících nejen oxidační i jiné sloučeniny s materiálem kovů samotné slitiny, ale i některé prvky, adsorbované z okolního prostředí. Obvykle je pro vyhodnocování obsahu prvků velmi nepříznivé uchycení železa do povrchové vrstvy, neboť působí jako vysoce účinný filtr zejména pro odezvu charakteristického rentgenového záření mědi a zinku. Pro přesné vyhodnocení složení materiálu prstenů je nepříznivý i okrouhlý a často hrbolatý povrch. Zpravidla dochází těmito vlivy k mírnému nadhodnocení obsahu některých těžších kovů (charakteristický případ je vidět v připojené tabulce u prstenu č. 296a, kde jedno měření bylo provedeno na neočištěném místě, druhé na místě, kde byla koruze odstraněna při konzervaci). Příklady změn složení na velmi korodovaných pravěkých měděných surovinách obsahuje naše krátká studie (*Frána – Fikrle – Chvojka 2007*).

Pokud se prsten jevil jako výrobek z homogenního materiálu, bylo zpravidla provedeno jen jedno měření na jeho charakteristické části, již byl zpravidla samotný kroužek prstenu. Pokud existovalo podezření, že se jednotlivé části svým vzhledem liší, prováděla se oddělená měření těchto částí. Při detailním zkoumání malých částí některých prstenů nebylo vždy možné odlišit oblast zájmu od okolí vzhledem k velikosti otvoru kolimátoru vymezujícího analyzovanou oblast, tj. plochu menší než 3 mm v průměru.

Výsledky vyhodnocení obsahů prvků v prstenech a jejich částech jsou shrnuty v *tabulkách 1, 2a a 2b*. Ve druhém řádku záhlaví jednotlivých tabulek jsou u každého prvku uvedena nejnižší bezpečně prokazatelná množství příslušného kovu, která by bylo možné stanovit při použitých měřicích podmínkách. Pokud je v tabulce u daného prvku a předmětu uveden znak „<“, kov se ve slitině nevyskytoval v prokazatelném množství, mohlo ho tedy být nejvýše tolik, kolik udává uvedený řádek záhlaví.

Zlaté prsteny (tab. 1)

Ze slitin s převahou zlata bylo zhotoveno 6 prstenů: 146a, 146b, 397a, 397b, 597 a 747. Zlatnický vyjádřeno bylo prvních pět uvedených prstenů vyrobeno z přibližně 18–20 karátového zlata, poslední z nich měl poněkud méně, 16 karátů. Zbytek slitiny tvořily stříbro a měď a nepatrný podíl 0,2 % zinku, který mohl být nečistotou v přidávané mědi. Přísada stříbra se pohybovala kolem 19 % (prsteny 146a, 397b, 747), nebo u 12 % (prsteny 146b, 397a, 597). Tomu odpovídal zhruba 6% resp. 12% podíl mědi. Pravděpodobný recept 2 typů slitiny tedy byl přibližně 75 : 19 : 6, resp. 76 : 12 : 12 pro Au : Ag : Cu.

Na prstenu 146a se vyskytovalo na přechodu mezi košíčkem a kamenem a na boku košíčku smaltování modravého zbarvení. K jeho vytvoření byla zřejmě použita směsice různých minerálů, neboť ob-

Tab. 1. Zlaté a stříbrné prsteny

předmět	čís.an.	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Hg	Pb	Bi	materiál
< ==		0,2	0,20	0,10	0,05	0,20	0,20	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	
prsten 146a, kroužek	146a	15924	<	<	<	6,50	0,20	<	18,90	<	<	74,40	<	<	<	zlato + stříbro
smalt	146a	15925	12,10	5,00	3,60	3,10	0,30	17,30	12,10	<	<	18,30	<	<	8,10	směs mnoha kovů
barevný bok	146a	15926	12,00	3,90	2,50	4,70	0,20	10,10	14,70	<	<	34,40	<	<	4,10	směs mnoha kovů
prsten 146b, košiček	146b	15923	<	<	<	5,60	0,15	<	11,70	0,40	<	82,20	<	<	<	zlato + stříbro
prsten 397a, kroužek	397a	15918	<	<	<	11,60	0,20	<	11,40	<	<	76,90	<	<	<	zlato+Ag+Cu
košiček kamene	397a	15919	<	<	<	11,00	0,20	<	12,30	<	<	76,50	<	<	<	zlato+Ag+Cu
prsten 397b, košiček	397b	15921	<	<	<	7,20	0,15	<	17,80	<	<	74,80	<	<	<	zlato+Ag+Cu
kroužek	397b	15922	<	<	<	7,40	0,15	<	18,00	<	<	74,40	<	<	<	zlato+Ag+Cu
prsten 597, košiček	597a	15920	<	<	<	6,70	0,15	<	13,00	<	<	80,20	<	<	<	zlato+Ag+Cu
prsten 747, kroužek	747a	15916	<	<	<	12,20	0,20	<	22,20	<	<	65,40	<	<	<	zlato+Ag+Cu
kulička	747a	15917	<	<	<	9,30	0,15	<	22,80	<	<	67,70	<	<	<	zlato+Ag+Cu
prsten 93	93a	15939	<	<	<	65,30	<	<	33,70	<	<	<	<	0,60	<	měď + stříbro
prsten 104	104a	15860	<	<	<	24,20	<	<	71,00	<	1,45	1,04	<	2,28	<	stříbro + měď
prsten 350	350a	15861	<	<	<	5,10	<	<	93,70	<	<	0,27	<	0,85	<	stříbro + měď
prsten 421	421a	15933	<	<	<	3,50	<	<	93,30	<	<	0,10	<	3,10	<	stříbro
	421a	15934	<	<	<	4,50	<	<	92,10	<	<	0,40	<	2,90	<	stříbro + měď+Pb
prsten 421b	421b	15782	<	<	<	2,86	0,20	<	94,60	<	<	1,80	<	0,56	<	stříbro
prsten 421b	421b	15783	<	<	<	5,35	0,25	<	92,22	<	<	1,50	<	0,66	<	stříbro
prsten 503, na pásku	503a	15872	<	<	<	50,30	2,40	<	45,70	0,30	<	<	<	0,90	<	stříbro + měď
na plošce	503a	15873	<	<	<	52,60	1,20	<	45,00	0,30	<	<	<	0,70	<	stříbro + měď
prsten 468, obvod	468a	15938	<	<	<	28,20	0,50	<	69,60	<	<	<	<	1,23	<	stříbro + měď
prsten 534	534a	15795	<	<	<	61,20	0,20	<	37,40	<	<	<	<	0,70	<	měď + stříbro
prsten 739, kroužek	739a	15877	<	<	<	20,50	<	<	77,00	<	<	0,15	<	2,20	<	stříbro + měď
ploška	739a	15878	<	<	<	30,70	<	<	67,10	<	<	2,20	<	<	<	stříbro + měď
prsten 772b	772b	15864	<	<	<	6,90	0,10	<	90,70	<	<	1,15	<	1,05	<	stříbro
prsten 775, ploška	775a	15874	<	<	<	4,30	0,15	<	93,20	<	<	1,60	<	0,60	<	stříbro
kroužek	775a	15875	<	<	<	9,95	0,25	<	88,60	<	<	0,60	<	0,60	<	stříbro

sahuje bohatou škálou prvků manganu, železa, kobaltu, niklu, arzenu a bismutu (stopy smaltu přibližně stejného typu se vyskytovaly i na mosazném prstenu 739b).

Kromě v celé hmotě zlatých prstenů se našlo zlacení i na některých dalších prstenech: 459 a 599a se stopami rtuti, nasvědčující amalgamací (snad i na plošce stříbrného prstenu 739a). Malá množství zlata nepřesahující 2 % se vyskytují i v materiálu všech stříbrných předmětů, zřejmě jako přírodní znečištění použitého stříbra. Obšírně se středověkým šperkovníctvím, především s ohledem na zlato, zabývá práce Ogdena (*Ogden 1995*).

Stříbrné prsteny

(*tab. 1*)

Podobně jako v případě zlatých prstenů není použito ryzí zlato, jen u 4 prstenů se jedná o předměty s více než 90 % stříbra. Vždy je doplňkem měď (od přibližně 4 % do 60 %). Nejvyšší obsahy stříbra přesahující 90 % mají prsteny 350, 421a, 722b a 775. Druhá skupina obsahuje kolem 75 % Ag: 104, 468 a 739. V jednom případě prstenu 503 je poměr Ag : Cu přibližně 1 : 1 a v předmětu 534a převažuje měď nad stříbrem v poměru 6 : 4. Malé příměsi ve stříbrných prstenech tvoří zlato a olovo, obojí od nepatrných množství desetin procenta do zhruba 3 %. Částečně mohou pocházet z rudných surovin, ale i ze smíchání při přetavování starších materiálů.

Mosazné prsteny

(*tab. 2a; 2b*)

Většina prstenů je vyrobena z mosazi jako slitiny mědi se zinkem, připravené podle středověkých a časně novověkých receptur, kdy ještě nedocházelo ke skutečnému slévání mědi s kovovým zinkem. Zinek, neznámý v podobě kovu, byl dodáván do slitiny zachycováním a rozpouštěním par, vznikajících redukcí zinkové rudy nebo oxidu zinku v redukčním prostředí za přítomnosti roztavené mědi. Tímto způsobem byla zřejmě vyráběna i mosaz šperků, používaných na českém území Germány na počátku římského období (*Droberjar – Frána 2004*). Směsná slitina obsahující zinek, cín a olovo byla používána také v avarsko-slovanském a velkomoravském období (*Frána – Maštalka 1992*) nebo v počátcích českého státu (*Frána – Tomková 2005*). Postup výroby na začátku novověku je popsán např. v práci L. Erckera z roku 1574 (*Ercker 1974*, Kniha 3, 207). Podle současných představ se udává, že takto mohla vznikat mosaz s nejvýše 25 % zinku. Je však zajímavé, že mosazný materiál prstenů obsahuje téměř vždy olovo v množství srovnatelném se zinkem nebo i podstatně vyšším. Ve většině případů můžeme spíše než o mosazi hovořit o zinkovo-olovnaté slitině. Zajímavé jsou prsteny č. 797, 955 a především 6 a 522a s tak vysokými obsahy zinku, že by nemusela být neoprávněná domněnka o výrobě mosazi sléváním mědi s kovovým zinkem, jehož příprava byla vynalezena v západní Evropě v druhé polovině 18. století.

V žádném z použitých slitin však nebyl nalezen cín, jenž byl používán pro výrobu bronzu v pravěku (*Frána et al. 1995; 1997*). V souboru 50 prstenů se nevyskytují náznaky jeho úmyslného použití jako součásti slitiny. Přes nepřítomnost ve slitinách prstenů se cín přece jen objevuje na některých prstenech. Vždy se jedná o výplně košíčků pro kamínky, ve kterých je identifikován cín současně s olovem, což je známé složení pájkového kovu. Ten mohl sloužit buď jako stříbřitá imitace výplně, která však zoxidovala při dlouhém uložení v půdě do mineralizované podoby, nebo bylo z pájky vytvořeno lůžko pro uložení drahokamu (prsteny 6, 522, 561, 739b).

LITERATURA

- Droberjar, E. – Frána, J. 2004: Antická mosaz (aurichalcum) v českých nálezech časně doby římské, Archeologie ve středních Čechách 8, 441–462.*
- Ercker, L. 1974: Kniha o prubířství. Praha.*
- Frána, J. – Maštalka, A. 1992: Röntgenfluoreszenzanalyse von frühmittelalterlichen Bronzen aus Böhmen und Mähren. In: Daim, F. (Hrsg.), Awarenessforschungen. Wien, 779–802.*

- Frána, J. – Jiráň, L. – Maštalka, A. – Moucha, V. 1995: Artifacts of copper and copper alloys in prehistoric Bohemia from the viewpoint of analyses of element composition, *Památky archeologické – Supplementum* 3, 127–296.
- Frána, J. – Jiráň, L. – Moucha, V. – Sankot, P. 1997: Artifacts of copper and copper alloys in prehistoric Bohemia from the viewpoint of analyses of element composition II, *Památky archeologické – Supplementum* 8.
- Frána, J. – Tomková, K. 2005: Raně středověký kovový šperk z pohřebiště Pražského hradu a jeho předpolí z pohledu rentgenové-fluorescenční analýzy. In: Tomková, K. (ed.), *Pohřbívání na Pražském hradě a jeho předpolích. Díl I.1. Castrum Pragense* 7. Praha, 311–332.
- Frána, J. – Fikrle, M. – Chvojka, O. 2007: Nový surovinový depot měděných žeber z Předolí ze starší doby bronzové a problémy analýz prvkového složení, *Materiály semináře Radioanalytické metody IAA 07* (v tisku).
- Ogden, J. 1995: The Technology of Medieval Jewellery. In: Scott, D. A. – Podany, J. – Considine, B. B. (eds.), *Ancient & Historic Metals. Conservation and Scientific Research*. Los Angeles, 153–229.

**COMPOSITION OF RINGS EXCAVATED AT FORMER GRAVEYARD,
PRAGUE–MALÁ STRANA, ŠPORKOVA STREET**

Fifty baroque rings from 17–18th centuries were studied by means of X-Ray fluorescence analysis. The material used consisted in most cases of a copper alloy containing zinc and lead but with tin missing. Contents of admixtures given in tables could be strongly distorted by influence of corrosion products covering the surface of rings. Six golden rings were made from 16–20 carat gold, containing about 12–20 % of silver and 6–12 % of copper. Nine silver rings contain admixtures of copper up to 60 %.

(English by J. Frána)

JAROSLAV FRÁNA, MAREK FIKRLE

ÚSTAV JADERNÉ FYZIKY AV ČR, v. v. i., 250 68 HUSINEC-ŘEŽ (ŘEŽ U PRAHY)

Tab. 2a. Mosazné prsteny

předmět	čís.an.	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Hg	Pb	Bi	materiál
< ==		0,2	0,20	0,10	0,05	0,20	0,20	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	
Mosaz slabá, málo zinku																
prsten 433	433a	15943	<	<	<	87,20	9,40	<	0,06	<	<	<	<	3,10	<	mosaz s nízkým olovem
prsten 454	454a	15862	<	<	<	59,70	5,90	<	0,10	1,00	0,15	<	<	29,20	<	mosaz, vysoké olovo
prsten 459, smalt/zlác.	459a	15941	<	<	<	82,10	5,50	<	0,05	<	<	10,2	0,3	1,50	<	mosaz se zlacením
ploška	459a	15942	<	<	<	86,60	7,20	<	0,05	<	<	4,18	0,13	1,65	<	mosaz se zlacením
prsten 137 kroužek	137a	15784	<	<	<	85,20	2,40	<	0,05	0,75	0,40	<	<	0,80	<	měď (+ zinek)
prsten 137 ozdubky.	137a	15785	0,35	0,20	<	89,82	7,68	<	0,11	0,25	0,33	<	<	0,91	0,08	mosaz
prsten 296a	296a	15788	<	10,00	<	65,60	10,00	<	0,15	<	0,15	<	<	13,40	<	mosaz s olovem
prsten 296a	296a	15789	<	0,35	<	83,20	8,20	<	0,07	<	0,10	<	<	7,10	<	mosaz s olovem
prsten 296b	296b	15786	<	1,00	<	81,31	5,35	<	0,20	<	0,09	<	<	11,60	<	mosaz, převaha olova
prsten 296b	296b	15787	<	0,60	<	80,20	5,60	<	0,08	<	0,08	<	<	12,80	<	mosaz, převaha olova
prsten 498	498a	15863	<	1,00	<	84,30	6,60	<	0,20	1,10	0,50	<	<	5,60	<	mosaz s olovem
prsten 772a, kroužek	772a	15869	<	<	<	83,60	3,30	<	0,15	4,60	1,25	<	<	6,70	<	mosaz s olovem
pečettko	772a	15870	<	0,75	<	76,85	9,70	<	0,12	3,90	1,10	<	<	6,40	<	mosaz s olovem
Mosaz , střední zinek																
prsten 153	153a	15793	<	1,00	<	70,30	19,00	<	0,08	2,70	0,30	<	<	5,30	<	mosaz s olovem
prsten 212a, ploška	212a	15944	<	<	<	76,78	14,00	<	0,05	0,25	0,05	<	<	8,70	<	mosaz s olovem
prfil z boku	212a	15945	<	<	<	42,60	34,00	<	<	<	<	<	<	23,30	<	mosaz s olovem
prsten 212b, ploška	212b	15946	<	<	<	63,40	22,00	<	0,1	<	0,1	<	<	14,00	<	mosaz s olovem
kroužek	212b	15947	<	<	<	57,60	15,20	<	0,10	3,4	0,1	<	<	23,40	<	mosaz s olovem
prsten 219, kroužek	219a	15867	<	<	<	83,10	11,20	<	0,06	1,40	0,12	<	<	3,40	<	mosaz s olovem
prsten 219, pečettko	219a	15868	<	<	<	82,50	11,60	<	0,08	1,40	0,10	<	<	4,00	<	mosaz s olovem
prsten 273, na plošce	273a	15871	<	<	<	79,25	12,40	<	0,07	<	0,10	<	<	7,80	<	mosaz s olovem
prsten 386, rozšíření	386a	15948	<	<	<	76,50	14,60	<	0,05	<	0,1	<	<	8,20	<	mosaz s olovem
kroužek	386a	15949	<	<	<	66,70	13,60	<	12,20	<	<	<	<	5,50	<	mosaz s olovem
prsten 462	462a	15796	<	1,70	<	66,20	16,40	<	0,10	3,60	0,60	<	<	10,10	<	mosaz s olovem
prsten 462	462a	15797	<	2,10	<	68,50	16,00	<	0,10	3,20	0,55	<	<	8,20	<	mosaz s olovem
prsten 476	476a	15937	<	<	<	78,40	18,00	<	<	<	<	<	<	3,10	<	mosaz s olovem
prsten 483	483a	15928	<	1,10	<	72,20	14,40	<	3,80	1,70	0,40	<	<	6,20	<	mosaz s olovem

Tab. 2b. Mosazné prstény

předmět	čís.an.	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Hg	Pb	Bi	materiál
< ==		0,2	0,20	0,10	0,05	0,20	0,20	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	
Sportkova prsten 505	505a	<	4,00	<	<	65,00	15,70	<	0,14	1,95	0,50	<	<	12,00	<	mosaz s olovem
prsten 530	530a	<	<	<	<	83,50	12,40	<	<	<	<	<	<	4,00	<	mosaz s olovem
prsten 561, kroužek	561a	<	2,40	<	<	68,20	14,80	<	0,05	0,05	0,10	<	<	13,90	<	mosaz s olovem
na kamenu	561a	<	<	<	<	1,00	1,75	<	<	10,10	14,70	<	<	72,40	<	? Výplň
na smaltu	561a	<	<	<	<	32,90	6,50	<	<	33,10	<	<	<	27,20	<	mosaz+výplň
prsten 599, u křížení	599a	<	<	<	<	68,40	10,20	<	0,20	<	<	14,60	2,40	3,80	<	mosaz zlačená
opofebované zlačení	599a	<	<	<	<	62,30	16,50	<	0,15	<	<	14,90	2,50	3,20	<	mosaz zlačená
prsten 643	643a	<	<	<	0,37	83,80	14,20	<	0,06	0,05	0,08	<	<	0,85	<	mosaz
prsten 670a	670a	<	<	<	<	82,80	14,00	<	0,05	<	0,05	<	<	2,50	<	mosaz s olovem
prsten 670a	670a	<	<	<	<	80,25	14,90	<	0,04	<	0,05	<	<	4,10	<	mosaz s olovem
prsten 670b	670b	<	<	<	0,50	81,00	17,30	<	0,05	<	0,05	<	<	0,60	<	mosaz, bez olova
prsten 738, tenký pramen	738a	<	<	<	<	87,00	8,20	<	0,20	<	<	<	<	4,30	<	mosaz s olovem
široký	738a	<	<	<	<	78,40	18,20	<	0,15	<	<	<	<	2,80	<	mosaz s olovem
prsten 739b, kroužek+smalt	739b	1,60	1,90	0,30	0,50	66,20	16,00	12,10	0,10	0,20	0,15	<	<	<	<	mosaz+smalt, bez Pb
na kamenu	739b	<	<	<	<	3,30	1,20	<	<	65,60	<	<	<	29,90	<	hmota výplně?pájka?
prsten 771a	771a	<	<	<	<	77,20	16,30	<	0,05	<	<	<	<	6,00	<	mosaz s olovem
prsten 771b	771b	<	<	<	<	82,30	15,00	<	0,05	<	<	<	<	2,40	<	mosaz s olovem
prsten 825, ploška	825a	<	6,40	<	<	59,40	17,40	<	0,35	4,40	0,25	<	<	11,40	<	mosaz s olovem
Vysokozinková mosaz																
prsten 6, kroužek	6a	<	<	<	<	60,50	32,00	<	0,05	0,50	0,10	<	<	6,60	<	mosaz s olovem
na kamínku	6a	<	<	<	<	24,95	25,10	<	<	29,50	<	<	<	20,40	<	mosaz + pájka ?
ploška	6a	<	1,30	<	<	44,00	47,50	<	0,05	0,50	0,15	<	<	6,10	<	mosaz s olovem
prsten 522, kroužek	522a	<	2,60	<	<	49,70	38,20	<	0,10	1,10	0,20	<	<	7,60	<	mosaz s olovem
na kamínku	522a	<	<	<	<	5,50	1,30	<	<	63,20	<	<	<	30,00	<	pájka ?
prsten 797	797a	<	<	<	<	74,35	23,20	<	0,05	0,5	0,05	<	<	1,50	<	mosaz,málo Pb
prsten 955	955a	<	0,30	<	0,50	71,60	26,00	<	0,10	0,05	0,10	<	<	1,20	<	mosaz,málo Pb