

RADOMÍR PLEINER

## METALOGRAFICKÝ VÝZKUM VELKOMORAVSKÉ KROUŽKOVÉ ZBROJE Z BŘECLAVI-POHANSKA

Při výzkumech na velkomoravském hradišti Pohansko u Břeclavi v poloze „Lesní školka“ byl odkryt větší komplex zahloubených jam nepravidelného půdorysu, jejichž některé spodní části navzájem souvisely; nesou čísla 103, 107–108, 113–114. Na dnech byla zjištěna propálená místa, popelovitá souvrství a struska, pravděpodobně kovářská. Vzhledem k tomu, že v nich byly nalezeny i nástroje, souvisící s kovářskou výrobou (výzkum B. Dostála), nelze je pokládat za zbytky běžných obydlí. Ve všech byly objeveny, zašlapány do podlahy, železné kroužky ze zbroje, snad kroužkové košile, a to v počtu řádově asi stovky kusů. Tento nález dal popud k tomu, že náhodným výběrem byly tři kroužky určeny k metalografickému výzkumu.

Kroužková zbroj byla v Evropě užívána už v laténském období (Závist u Prahy, cf. MOTYKOVÁ – DRDA – RYBOVÁ 1978, 138) i v barbarském prostředí doby římské (Zemplín: BUDINSKÝ – KRIČKA 1958; Abrahám: KOLNÍK 1980, hr. 156, T. XLVI; Očkov: KOLNÍK 1956, obr. 5: 4; Soumâa: WAURICK 1979). Z lokalit zhruba téhož období v Dánsku bylo zkoumáno pět kroužkových brnění (Hedegård, Vimose, Throsbjerg, Brokaer, cf. JOUTTIJÄRVI 1996), jejichž prvky byly jednak nýtovány, jednak raženy z plechu. V římském vojsku se používalo také řetízkové zbroje (*lorica hamata*). Její původ se hledá u Sarmatů, alespoň pokud jde o východní sféru, a to podle reliéfu jezdce na sarkofágu z Kerče (LOMBARD 1974, 99). Orientální kroužková zbroj byla proslulá po celý středověk a dnes se studuje na základě exponátů např. v britských muzeích. Lombard uvádí, že v Evropě se dočkala výroba takové zbroje většího rozkvětu až v době karolinské (tuniky až z 35 nebo 40 tisíc kroužků). Tím větší význam připadá nálezu z Pohanska. Technika výroby kroužkových nebo řetízkových brnění byla zatím zkoumána jen na mladších exemplářích. Na staré Rusi to je Knjaž'ja Gora u Kyjeva nebo Novgorod Velikij (KOLČIN 1953, 150–151). U nás byly zkoumány kroužky z tzv. svatováclavské zbroje, chované na Pražském hradě (PLEINER, nepublikováno), a pak ze středověkých moravských lokalit mj. z hradu Rokštejna (USTOHAL – STRÁNSKÝ 1988; USTOHAL – PTÁČKOVÁ 1998) a z Poustky v SV Čechách (HOŠEK 2000, 80–87).

Výroba takové zbroje byla neobyčejně pracná. Vyžadovala zhotovení kroužků z drátu o síle 0,8 – 1 mm, obdélného nebo okrouhlého průřezu, jejich děrování, nýtování, svařování, případně ražení z plechu. Pro zhotovení jedné řetězové košile nebo dalších kusů ochranné zbroje (límce, kapuce) bylo zapotřebí 18, 20 až 40 tisíc kroužků. Nález z Pohanska tedy nabízí další pohled do produkce nebo opravy složité ochranné zbroje, alespoň pokud jde o kvalitu použitého materiálu (k dispozici byly izolované kroužky).

**Kroužek vz. 690 A** o vnitřním průměru 7 mm a síle drátu 1,5 mm byl broušen a leštěn naplocho. Železo se nezachovalo po celém obvodu, asi jedna třetina je odkorodována, takže není jasné, zda v tom místě mohl být svar nebo nýt. Čistota kovu nebyla valná. Podle pětistupňové švédské stupnice Jernkontoret ji lze vyjádřit horšími hodnotami 3 až 4. Struskové vměstky, které kov prostupují, jsou podlouhlé a ve své většině sledují kruhový tvar ohýbaného drátu, jen v jednom místě je patrný řetězec vměstků, probíhající šikmo napříč. Vměstky jsou tmavé, sklovité nebo s vyloučenými světlejšími fázemi oxidů (tab. X: 1).

Mikrostruktura odpovídá vesměs svářkovému železu s minimálním obsahem uhlíku (do 0,05 %). Stopy perlitu nebo terciárního cementitu na hranicích ferritických zrn, velmi jemných (číslo 8 podle stupnice ASTM), jsou jen v některých místech. Ferritická zrna jsou deformována v podélném směru, zejména po vnitřním obvodu kroužku (tab. X: 2 – 3); zřejmě jde o stopy dopracování za studena. Mikrotvrdość vykazuje hodnoty 157 – 185 mHV (zatížení 30g), jen v jednom místě bylo zachyceno tvrdší perlitické zrno (251 mHV).

**Kroužek 690 B** o vnitřním průměru 6 mm a síle drátu kolem 1 mm byl broušen, leštěn a nítalem leptán rovněž na plocho. Makroskopický pohled ukazuje (tab. XI: 1), že část kovového obvodu rovněž chybí, část je ukorodována a koroze zasahuje hluboko do povrchu a někdy i do jádra drátu. Při jednom z nedověřených konců se objevuje kruhový otvor po nýtku (tab. XI: 1 a 2). Kov kroužku je čistší než u předešlého a znečištění lze vyjádřit nižšími hodnotami normy Jernkontoret, tj. 2 až 3.

Ve struktuře převládá jemné ferritické zrno (7 – 8 ASTM), ale místy se objevuje větší podíl perlitu na hranicích zrn (tab. XI: 3) s náznakem jehlicového uspořádání Widmannstättenovy textury. Je to známka určitého přehřátí a rychlejšího ochlazení v místech, kde kov obsahoval více uhlíku; tam měl vlastnosti nízkouhlikové ocele. Drát tohoto kroužku byl zřejmě kován z heterogenního, nerovnoměrně nauhličeného materiálu. U obou dochovaných konců kroužku je opět vidět deformovaná zrna, vzniklá zřejmě při zaklepávání nýtku za studena. Zrno je jemné a podle ASTM odpovídá stupni 10.

**Kroužek vz. 691.** Na rozdíl od předchozích byl tento vzorek zalit do dentakrylu tak, že výbrusy byly vedeny příčně a zobrazily řezu drátkem (tab. XII: 1 vpravo). Jasně se ukázal obdélný průřez drátu (tab. XII: 2 – 3). Vměstky, až na některé souvislé struskové pleny, byly okrouhlé, jak to odpovídá řezné rovině. Vesměs jde o sklovité nemetalické nečistoty.

Mikrostruktura v jednom konci kroužku je čistě ferritická, se zrny o velikosti 4 – 7 ASTM (tab. XII: 2). Druhý řez má v jednom místě zónu s obsahem perlitu, takže i v tomto případě jde o heterogenní železo či ocel (tab. XII: 3). Zejména

v prvně zmíněném řezu jsou patrná deformovaná zrna, vzniklá kováním za studena. Tato operace pravděpodobně způsobila značnou tvrdost ferritických i perlitických zrn v jejich příčném řezu (v částech ferriticko-perlitických až 247 – 314 mHV až 340 – 436 mHV, ve ferritické oblasti 268 – 310 mHV). Tato mikrotvrdost se blíží hodnotám tepelně mírně zpracované ocele; možná, že k ní mohl přispět zvýšený obsah fosforu, ale protože dostupná klasická poušální analýza nemohla být provedena pro nepatrné množství materiálu vzorku, nelze tuto pravděpodobnost potvrdit. Zdá se, že hlavní podíl měla práce za studena, dobře pochopitelná při kování tenkého drátu, která propůjčila kroužku velkou pevnost a relativně i značnou tvrdost, i když použité železo bylo na uhlík velmi chudé.

Lze shrnout, že soubor určitého množství izolovaných kroužků ze zbroje, zadasovaných do podlahy objektů, nemožňuje rekonstruovat přesně montáž zbroje (která zřejmě sestávala ze skladby nýtovaných a svařovaných prvků) ani určit její části (košile, límce, kápě, rukávy). Situace nasvědčuje tomu, že jde skutečně o dílenské místo, kde se kroužky připravovaly a některé z nich, možná náhodou, možná jako vadné kusy, se nedostaly do další výrobní fáze a skončily v podlahovém debris dílny. Konečně není možné dát odpověď na další důležitou otázku, totiž zda se v kovárně nebo zbrojárně zhotovovala zbroj nová, a nebo zda se tam pouze neopravovaly poškozené kusy.

Můžeme si však učinit představu o materiálu, z něhož byly kroužky zhotovovány. Jde o drát o hranatém průřezu, kovaný ze železa, které bylo nauhličeno jen slabě nebo místy. Sotva jej lze označit za ocel v historickém pojetí (tj. kov s obsahem uhlíku nad 0,35 % C). Nicméně kování, které se dokončovalo za studena a je doloženo deformací zrn, propůjčovalo kroužkům dosti značnou tvrdost, která si se středouhlíkovou ocelí nijak nezadala. Tím se nepochybně zvýšila i křehkost artefaktů, jež se ovšem v pletivu z mnoha částí nemusela nepříznivě projevit ani při úderu, např. seku. Zkoumané kroužky z Pohanska nebyly v koncové fázi vyžihány, což by vedlo k rekrystalizaci deformovaných zrn a k určitému změknutí. Kdyby se to provádělo se smontovanými částmi, zrno by asi zhrublo, což v případě zkoumaných vzorků nenastalo. Např. zmíněná svatováclavská zbroj byla sestavena z kroužků s vůbec nedeformovanou ferritickou strukturou, tedy beze stop kování za chladu, a přitom zrnitost byla rovněž velmi jemná. Technologie kování oněch kroužků byla tedy odlišná v tom, že zahrnovala finální kování za tepla. Jiným rozdílem je malý rozdíl kroužků z Pohanska, tentokrát proti kroužkům staroruským (průměr 8 – 11 mm a proti moravským a svatováclavským o průměru 6 – 7 mm).

Fabrikace zřejmě vycházela ze spirálovitého stočení drátu kolem nějakého dřívku nebo tětiny luku, jak ukazuje iluminace z Mendelsche Zwölfbrüderstiftung v Norimberku (reprodukce podle Treue u JOUTTILJÄRVI 1996, Fig. 60). Tato spirála pak byla napodél rozfata. Tím vznikla sada nedověřených prvků, připravených k dalším operacím, totiž k zplošťování na koncích, jež byly buď děrovány a nýtovány (možná pomocí kleští, jak ukazuje další iluminace z citované středověké práce), stopy čehož jsou vidět na vzorku 690 B, anebo byly koncové plošky svařovány. Způsob skladu zbroje z Pohanska však neznáme:

podle dodaných informací se nedochovala část souvislého pletiva. Nýtované kroužky se obvykle spojovaly se svařenými (nebo raženými, jako u nálezů z Dánska) v určitém systému řad, a nebo i nepravidelně. V každém případě šlo o práci náročnou a precizní, vykonávanou na miniaturních elementech. Je jisté, že ji nemohl provádět běžný univerzální kovář, ať už by šlo o opravy nebo výrobu nových částí zbroje, nýbrž specializovaný zbrojíř, obeznámený se zvláštními návyky drobné práce a zdouhavé montáže. Bylo by dobré provést statistické vyhodnocení všech nalezených kroužků, zejména pokud jde posouzení průměrů. Zjistilo by se, zda v dílně byly kroužky různých rozměrů a proveniencie či zda se tam pracovalo s polotovary jednotnými.

Skutečnost, že na Pohansku a na Velké Moravě vůbec zbrojíři a brníři pracovali, je velmi důležitá. Přispívá k pochopení rozmanitosti obrazu řemesel a technik, pracujících s kovem. Naskytá se otázka, do jaké míry to může souviset se zákazem Karla Velikého v dekretu thionvillském z r. 805, jímž se zakazovalo kupcům dovážet Slovanům a Avarům zbraně a (kroužkovou) zbroj (*brunia*). Tato embargo se pravděpodobně nedodržovala, ale některá velkomoravská centra patrně cítila potřebu zbavit se částečně závislosti a opatrovala si schopné řemeslníky, kteří byli s to takovou práci vykonávat.

#### *Poznámka:*

Metalografický výzkum kroužků z brnění, nalezených na Pohansku, jsem prováděl koncem osmdesátých let 20. stol. po dohodě s prof. PhDr. B. Dostálem a dr. J. Vignatiovou. Po dokončení výzkumu jsem sestavil text článku, který tehdy z organizačních a editorských důvodů nevyšel. Text se však zachoval, ovšem bez obrázků. Na popud dr. J. Macháčka z Ústavu archeologie a muzeologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity v Brně jej po malých úpravách, s rekonstruovanou obrazovou dokumentací a s doplňky v odkazech na literaturu předkládám znovu. Připisují jej památce obou zesnulých kolegů, Bořivoji Dostálovi a Janě Vignatiové.

## LITERATURA

- BUDINSKÝ-KRIČKA, V. 1958: Výskum na mohylníku v Zemplíne. In: Referáty o pracovných výsledcích čs. archeologů II, Liblice, 63–68.
- HOŠEK, J. 2000: Metalografické výzkumy jako pomůcka archeologie, nepublikovaná doktorská disertace, TU Liberec.
- JOUITIJÄRVI, A. 1996: Fremstilling af ringbrynjer, In: Early Iron. København, 53–60.
- KOLČIN, B. A. 1953: Černaja metallurgija i metalloobrabotka v drevnej Rusi. MIA 32. Moskva.
- KOLNÍK, T. 1956: Popolnicové pohrebisko z mladšej doby rímskej a z počiatku sťahovania národov v Očkove pri Piešťanoch. Slovenská archeológia 4, 233–300.
- KOLNÍK, T. 1980: Römerzeitliche Gräberfelder in der Slowakei. Bratislava.
- LOMBARD, M. 1974: Les métaux dans l'Acient Monde du V<sup>e</sup> au XI<sup>e</sup> siècle. Paris.
- MEDVEDEV, A. F. 1959: Oružije Novgoroda Velikogo. MIA 65. Moskva, 121–191.
- MOTYKOVÁ, K. – DRDA, P. – RYBOVÁ, A. 1978: Závist – keltské hradiště ve středních Čechách. Praha.
- PLEINER, R. 1962: Staré evropské kovářství. Praha.
- USTOHAL, V. – STRÁNSKÝ, K. 1988: Rozbory součástí středověkých železných zbraní a výroby II. Plátová a kroužková zbroj. Hutnické listy 1988/2, 147–150.
- USTOHAL, V. – PTÁČKOVÁ, M. 1998: Joints of rings in an iron mail. In: Metallography '98., 520–522.

WAURICK, G. 1979: Die Schutzwaffen im numidischen Grab von Saumâa. In: Die Numider. Köln – Bonn, 305–333.

## METALLOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG VON RINGPANZERELEMENTEN DER GROBMÄHRISCHEN PERIODE AUS BŘECLAV-POHANSKO

Im Laufe der systematischen Grabungen im Bereich des großmährischen Burgwalles wurde ein Grubenkomplex entdeckt, der in den unteren Schichten Brandspuren, Asche, Schmiedeschlacke und Werkzeuge aufwies (Grabung von B. Dostál); in dem Fussboden wurden etwa 100 Eisenringe von Ringpanzern gefunden. Drei von diesem wurden metallographisch untersucht (Proben 690 A, 690 B, 691 des Analysenbuches im Archäologischen Institut zu Prag).

Zwei der Ringe (690 A, 690 B) wurden flach geschliffen, poliert und mit 2%-Nital geätzt. Das Gefüge bestand aus Ferrit mit einigen ferritisch-perlitischen Stellen des kantig geschmiedeten Drahtes. Die Ferritkörner der beiden Proben sind stellenweise deformiert, was auf eine nachträgliche Kaltbearbeitung deutet (Taf. X und XI).

Der dritte Ring (691) wurde quergeschliffen (Taf. XII). Eis zeigte sich wieder ein rein ferritisches sowie ferritisch-perlitisches Gefüge, auch mit deformierten Kristalliten, die wiederum eine Kaltverformung beweist, wenigstens beim Nachschmieden und Biegen des Drahtes.

Die Funde der Ringpanzerelemente stellen wahrscheinlich verlorene oder abgeworfene Stücke, die in die Fussbodenschicht des Werkraumes gerieten. Sie können nichts Näheres über die Montage des Geflechtes bei Herstellung oder Reparatur der Rüstung erklären. Nur ein Ende nahe des verrosteten Sektors des Ringes 690 B deutet auf die Anwendung eines Nietchens zum Verschließen des Ringes. Das stimmt völlig mit allen Ringpanzern überein, deren Ringreihen vernietet wurden und mit verschweissten oder gestempletten Ringen wechselten. Bei unseren Ringchen ist das Verschweissen jedoch nicht belegt.

Es steht der Gedanken nahe, dass auf Pohansko im 9. Jh. spezialisierte Rüstungsschmiede arbeiteten, die die Ringpanzer herstellten, instandsetzten oder wenigstens zu ergänzen wussten.

Die Ringpanzer waren schon seit der Latènezeit bekannt und wurden sowie vom römischen Heer, als auch von den Germanen oder Sarmaten benutzt. Im Orient lebte die Ringpanzerverfertigung während des ganzen Mittelalters. Es scheint jedoch, dass im Westeuropa diese Art erst in karolingischer Zeit eine Bedeutung erreichte. In diesem Lichte sind die großmährischen Belege aus Pohansko als wichtig anzusehen.

