

Bronzová ochranná zbroj doby popelnicových polí na Moravě a příspěvek k technologii bronzových pancířů

Urnfield period bronze protective armour in Moravia and a contribution to the understanding of bronze cuirasses technology

Milan Salaš – Šárka Msallamová

Celobronzové komponenty ochranné zbroje jsou fenoménem, který se ve středoevropském nálezovém fondu objevuje poprvé počátkem doby popelnicových polí. Na Moravě je dnes tato zbroj doložena kromě dvou částí bronzových přileb (Služín, Brno-Řečkovice) a starším nálezem náhlenice (Kuřim) také zlomkem pancíře (Ivančice 4). Pouze u náhlenice není znám nálezový kontext, ostatní artefakty pocházejí z depotů a jsou karpatské proveniencie. Typologicky i kontextem depotů jsou moravské nálezy bronzové zbroje datovány do rozpětí stupňů B D2 – Ha B1. Plech pancíře z depotu Ivančice 4 byl podle materiálové analýzy vyroben z klasického bronzu mechanickým tvářením s následným rekrystalizačním žháním. V obvodovém lemu ramenního výkroje pancíře byla zakována tyčinka ze slitiny PbSn, která posloužila jako měkký podklad pro vykování ohybu okraje. Olovo bylo sice v době popelnicových polí vzácné již vyráběno a používáno, v technologické aplikaci při výrobě bronzového pancíře je však nálezem v depotu Ivančice 4 takto prokázáno poprvé.

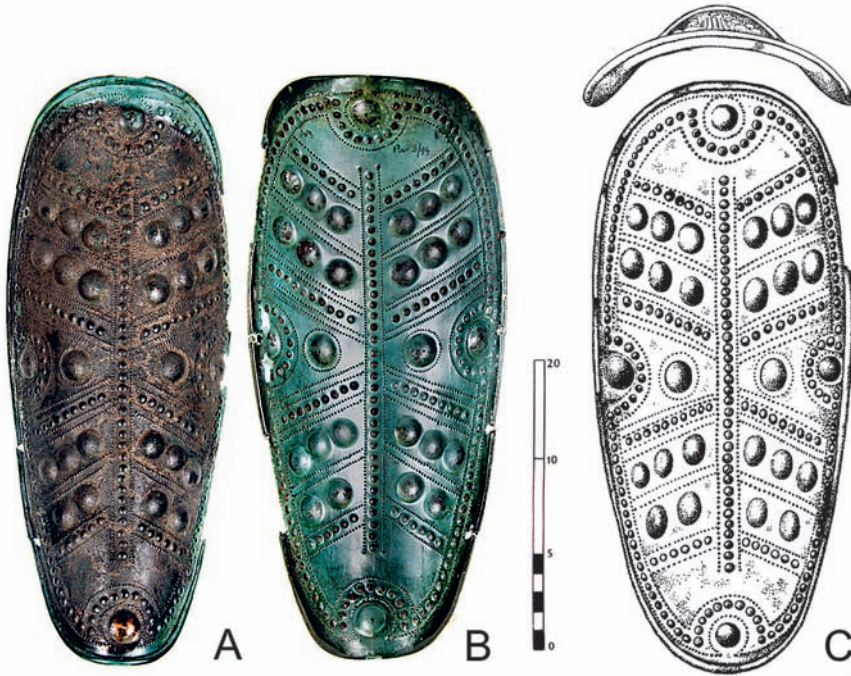
Morava – doba bronzová – depot – ochranná zbroj – pancíř – prvkové složení – metalografie – olovo

Solid bronze armour components are a phenomenon that first appears in Central European find assemblages at the beginning of the Urnfield culture period. In addition to two parts of bronze helmets (Služín, Brno-Řečkovice) and an old find of a greave (Kuřim), this armour is also documented today in Moravia by a fragment of cuirass (Ivančice 4). The find context is unknown only in the case of the greave; the other artefacts come from hoards and are of Carpathian provenance. Typologically and based on the context of the hoards, the Moravian finds of bronze armour are dated to the period between stages B D2 and Ha B1. According to a material analysis, the sheet metal of the cuirass from the Ivančice 4 hoard is made from classic bronze that was mechanically shaped and subsequently treated by recrystallisation annealing. A bar from a PbSn alloy hammered into the edge of the shoulder cut-out of the cuirass served as a soft base for bending the edge. Although lead was occasionally made and used already in the period of the Urnfield culture, the find from the Ivančice 4 hoard marked the first time its technological application was demonstrated in the production of bronze cuirasses.

Moravia – Bronze Age – hoard – protective armour – cuirasses – elemental composition – metalgraphy – lead

1. Úvod

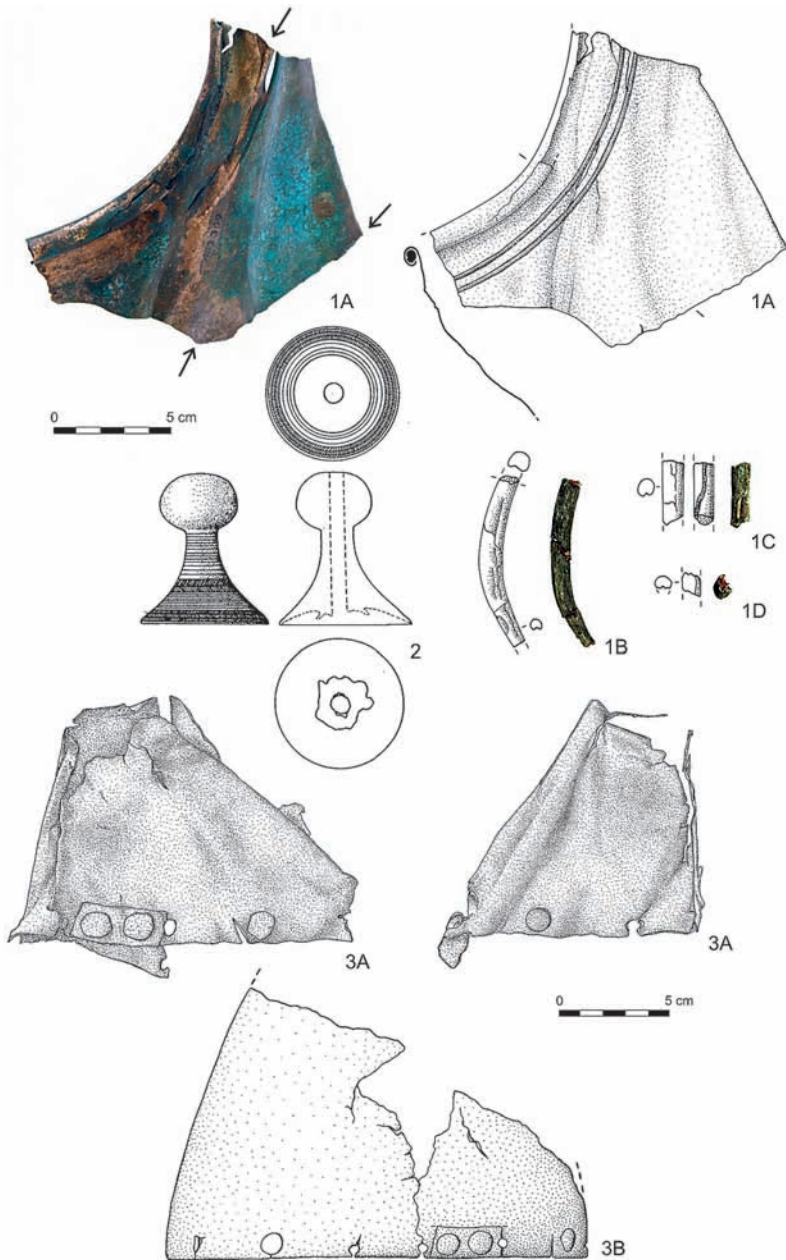
Jednou z inovací a vymožeností doby popelnicových polí (DPP) jsou ve středoevropském prostoru komponenty celobronzové ochranné zbroje. Jsou natolik spektakulárním druhem nálezového fondu, že přes svoji výjimečnost a vzácnost byly a jsou poměrně frekventovaným a vděčným objektem badatelského zájmu. Platí to ale především o celých nebo typologicky dobře identifikovatelných kusech, řada exemplářů nepochybně zůstává nerozeznána v toretických fragmentech, navíc zpravidla deformovaných, zejména v obsahu zlomkových depotů starší fáze popelnicových polí.



Obr. 1. Bronzová náholenice z Kuřimi (okr. Brno-venkov). Foto S. Doleželová, kresba podle Skutil 1947.
Fig. 1. Bronze greave from Kuřim (Brno-venkov district).

Z možných bronzových kusů ochranné zbroje DPP (přilby, štíty, pancíře, náholenice, popř. chrániče krku, zápěstí či předloktí a kotníků: Bouzek 1981; Clausing 2005, 78 s další lit.; Hansen 1994, 11–25; Mozsolics 1985a, 24–29; Mödlinger 2017; Mödlinger – Morr 2013; Müller-Karpe 1962; Petres 1983; Sperber 2011) jsou v Čechách spolehlivě doloženy nálezem z Plzně-Jíkalpy pouze štíty, případně se uvažuje o některých bronzových aplikacích na štítech z organických materiálů (Kytlicová 1986; 2007, 111). Pancíře se zde předpokládají zatím pouze kožené s bronzovými aplikacemi (Kytlicová 1988). Na Moravě je současná situace s doklady ochranné bronzové zbroje poněkud příznivější, zřejmě díky geografické blízkosti torentických výrobních center v karpatské oblasti. Zde patří k nejdéle známým a již proslulým nálezům tohoto druhu především celá bronzová náholenice z Kuřimi (obr. 1), objevená náhodně v době druhé světové války a postrádající jakékoliv nálezové údaje (von Merhart 1958, 92, 100, Abb. 2: 1, Taf. 2; Skutil 1947, 69–71, obr. 22). Tato náholenice, která dala název samostatnému typu Kuřim (Mödlinger 2017, 233; Sperber 2011; 10, 13, 18, 20), byla dlouho jediným kusem ochranné zbroje DPP na Moravě. Teprve od r. 1997 jsou na Moravě nepochybně prokázány přilby, jednak nálezem kuželovitého nástavce zvonovité přilby typu Pişcolt v depotu od Služína (obr. 2: 2; Mödlinger 2012, 59–60, 64; Salaš – Šmíd 1999), jednak původně silně deformovaným zlomkem kónické přilby typu Lúčky či Oranienburg (srov. Mödlinger 2017, 31–42) v depotu z Brna-Řečkovice (obr. 2: 3; Salaš 2002, 265, 267, 270–271; 2014).

Pro úplnost lze ještě upozornit na tři plechové zlomky v depotech Ivančice 6, Mušov 2 a Přestavky (Salaš 2005, 61, 126, tab. 218: 261; 264: 150; 2018, 103, 124, 212, tab. 20:



Obr. 2. 1 – fragment bronzového pancíře z depotu Ivančice 4, A – plech pancíře (šipky označují odběry vzorků 1–3), B–D – části olověné tyčinky z trubičkovitého okraje pancíře. 2 – bronzový kuželovitý nástavec přílby z depotu Služín (podle *Salaš – Šmíd 1999*). 3 – část bronzové přílby z depotu Brno-Řečkovice (podle *Salaš 2014*), A – stav po částečné rekonstrukci, B – stav po konečné rekonstrukci. Foto L. Richtera.

Fig. 2. 1 – fragment of bronze cuirass from the Ivančice 4 hoard; A – cuirass sheet metal (arrows indicate the collection of samples 1–3); B–D – parts of the lead bar from the tube-shaped edge of the cuirass. 2 – conical bronze helmet extension from the Služín hoard (after *Salaš – Šmíd 1999*). 3 – part of bronze helmet from the Brno-Řečkovice hoard (after *Salaš 2014*), A – state after partial reconstruction; B – state after final reconstruction.

405), zdobené hladkými plastickými a soustřednými kruhovými žebírky. I když se původně uvažovalo, že by mohly pocházet z bronzových přileb (srov. *Clausing 2003*, 208–216; *Gleirscher 2007*, 48–50), s ohledem na výzdobné prvky M. Mödlinger tuto možnost vyloučila a klasifikovala je jako ozdobné ploché terče (srov. *Clausing 2003*, 208–211, Abb. 8; *Gleirscher 2007*, 48–50; *Mödlinger 2013a*, 66; 2017, 45).

Nejnověji jsou na Moravě doloženy již také celobronzové pancíře, a to níže analyzovaným zlomkem z nedávno publikovaného depotu Ivančice 4, objeveného patrně v r. 2006 při amatérském průzkumu na hradisku Réna (*Salaš 2016*; 2018, 60–61, 158–159; *Mödlinger 2012* jej chybně uvádí pod lokalitou Brno-Řečkovice). V souvislosti s problematikou pancířů můžeme ještě vzpomenout funkčně poněkud sporný oválný opaskový plech, publikovaný zpravidla pod lokalitou Úvalno, ve skutečnosti však pocházející z hradiska Cvilín na katastru Krnova (*Kulka 1886*). Vzhledem k jeho masivnosti a značným rozměrům uvažoval již R. Kulka a později i V. Podborský o jeho možné funkci ochranné zbroje (*Kulka 1886*, 173; *Podborský 1970*, 121–122, Taf. 71: 2). Podle celkového tvaru a způsobu upevnění je tento unikátní toreutický produkt mladší fáze DPP prvořadě opaskovým plechem, a to typu Kapelna (*Kilian-Dirlmeier 1975*, 96–97, Taf. 34: 392). Nelze však vyloučit, že souběžně mohl skutečně plnit i funkci plátové ochranné zbroje, nikoliv však jako kyrys, ale jako břišní plát.

2. Bronzový pancíř z depotu Ivančice 4

Celobronzová ochranná zbroj DPP se těší badatelskému zájmu především z hlediska tradičních typologicko-chronologických analýz s extrapolací do historizující roviny sociální struktury a stratifikace. Podstatně méně byla a je tomuto druhu bronzové industrie věnována pozornost po stránce technologické, a to především s využitím exaktních analytických metod. Pokud byly technologické aspekty ochranné zbroje, konkrétně přileb, štítů a pancířů sledovány, bylo zkoumáno zpravidla prvkové složení slitiny (např. *Born – Hansen 2001*; *Frána – Maštalka 1986*; *Kytlicová 1986*, 437–439; *Maréchal 1962*, 62; *Sprockhoff 1930*, 10–11, 44). Metalografické analýzy těchto artefaktů se začínají objevovat teprve v posledních letech (*Mödlinger 2013b*; 2017; *Mödlinger – Morr 2013*), takže je zatím k dispozici jen velmi málo komparativně vhodných výsledků.

Z výše uvedených moravských nálezů ochranné zbroje byl exaktně analytickým metodám technologického výzkumu podroben zlomek bronzového pancíře, který je součástí již zmíněného depotu z výšinné lokality Réna u Ivančic (*Salaš 2016*; 2018, 60–61, 158–159). Depot, označený nyní jako Ivančice 4 (k depotům Ivančice 1–3 srov. *Salaš 2005*, 345–346, 474; 2018), tvoří celkem 395 vesměs fragmentárních artefaktů. Svoji typologickou skladbou se poněkud vymyká depozitním normám ve středodunajském prostředí, neboť v něm početně dominují šperky, konkrétně především spirálovité trubičky a pukličky. Chronologicky citlivé taxony (např. nůž typu Přestavky, náramky typu Dřetovice a Kurd, břitva typu Morzg) depot Ivančice 4 spolehlivě datují do mladší části staršího stupně kultury středodunajských popelnicových polí, resp. do jihomoravského depotového horizontu Drslavice-Ořechov, odpovídajícího zhruba stupni B D2 až rozhraní stupňů B D2/Ha A1 (*Salaš 2005*, 138–147; 2018).

Jedním z unikátních artefaktů depotu Ivančice 4 je toreutický fragment, který představuje část celobronzového pancíře. Tvoří jej částečně deformovaný a zprohýbaný, lokálně

protřzený plechový zlomek, kde jediný původní a dochovaný okraj je svinut do trubičky a podle jejího nárysně obloukovitého tvaru by to měl být výkroj pancíře u ramene kolem paže (obr. 2: 1A). Ve vzdálenostech 22 mm a 27 mm sledují trubičkovitý okraj na těle dva páry paralelních rýh, mezi kterými povrch plasticky vyniká a vyvolává optický dojem hladkého žebírka. Z trubičkovitého okraje pochází celkem pět tyčinkovitých, v profilu téměř kruhových zlomků, z toho 3 kusy na sebe navazují, šestý zlomek zůstal sevřen ve zmáčknutém konci trubičkovitého lemu pancíře. Tři na sebe navazující zlomky jsou mírně obloukovité a k jednomu konci této fragmentární kompozice se tělo zužuje, na jedné straně je pak v celé délce nepravidelný hrotitý žlábek (obr. 2: 1B–D). Šedozelený povrch je mírně rozpraskaný a jádro hmoty je na lomech červené.

Parametry pancíře: 134 × 115 mm, plech o tloušťce 0,7–0,9 mm, hmotnost 69 g. Parametry tří tyčinkovitých zlomků z trubičkovitého okraje: d. 74 mm, průměr 6–9 mm, hmotnost 19,2 g (obr. 2: 1B); d. 27 mm, hmotnost 7,5 g (obr. 2: 1C); d. 10 mm, hmotnost 1,6 g (obr. 2: 1D).

Zlomek z depotu Ivančice 4 je prvním dokladem celobronzového pancíře DPP v českých zemích. Pomineme-li další vzácné nálezy této unikátní zbroje z Řecka a Francie, pak jedinou významnou oblastí výskytu celobronzových pancířů je severozápadní část Karpat-ské kotliny, kde se nachází těžiště výskytu a produkční centrum tzv. východoalpsko-karpatské skupiny pancířů či pancířů karpatského typu (*Mozsolics 1985a*, 26–27; *Mödlinger 2012; 2017*, 171–215; *Paulík 1970*). Typologická klasifikace toreutického fragmentu z Ivančic 4 se opírá především o ramenní obloukovitý výkroj s okrajem stočeným do trubičky a dále paralelní rýhy, které ramenní výkroj lemují (obr. 2: 1A). Stejnými morfologickými prvky se vyznačují právě některé karpatské pancíře, především exemplář z Černé nad Tisou, jehož ramenní výkroj lemují dvě hladká paralelní žebírka (*Novotný 1966; Paulík 1970*, 41–43, 49, Abb. 2). Obdobná dvě paralelně obloukovitá žebírka vykazují také fragmenty obou dalších slovenských pancířů, zde jen doplněná souběžnými otvory pro nýty (Čaka), případně zdobená vybitými body (Moravany nad Váhom – Ducové: *Mozsolics 1985a*, 26; *Paulík 1970*, 44–47, 49, Abb. 3–4; *Točík – Paulík 1960*, 90–91). Toto žebírkové zpevnění kolem ramenního výkroje se vyskytuje jak na zadním (Čierna nad Tisou, Čaka), tak na předním (Moravany nad Váhom – Ducové) plátu pancíře, takže u zlomku z Ivančic 4 nelze rozhodnout, z kterého dílu pochází. Velmi dobře morfotypologicky srovnatelným exemplářem je také zlomek pancíře se dvěma paralelními žebírky podél trubičkovitě stočeného okraje v maďarském depotu z Nadapu (*Makkay 2006*, 140, Pl. VI: 12), i když v tomto případě by se mohlo jednat také o lem spodního okraje pancíře. Obecně jsou tedy tato obloukovitá žebírka příznačným atributem karpatských celobronzových pancířů (*Mödlinger 2012*, 24–25, 35–36, 44; *2017*, 188), i když je možné, že podobně jako u zlomku z Ivančic 4 jsou tato žebírka opticky vystupujícím povrchem mezi dvěma rýhami.

Dalším významným morfologickým a technologickým atributem sledovaného zlomku je trubičkovitě stočený okraj (jaký ostatně vyazuje většina celobronzových pancířů), ve kterém byla zakována kovová tyčinka, nápadná svým červeným zabarvením jádra na lomu a subjektivně větší specifickou hmotností. Také tento konstrukční prvek je na některých pancířích již popisován, a to jak u ramenních výkrojů, tak u spodních lemů pancíře. Většinou se ale pouze uvádí, že v ohybu je vložen kulatý, vzácně i čtverhranný bronzový nebo měděný drát (např. Čierna nad Tisou, Nadap, Winklsaß, Fillinges, Graye-et-Charnay, Marmase: *Mozsolics 1985a*, 26; *Mödlinger 2012*, 4, 10, 29, 35, 37, 45; *Paulík 1970*, 41, 44; *Schauer 1978*, 103–108, 112; *Weiss 1998*, 537–538, Abb. 2).

Typologicko-funkční klasifikaci a datování turetického fragmentu v depotu Ivančice 4 můžeme tedy shrnout, že nepochybně představuje část ochranné zbroje, konkrétně celobronzového pancíře karpatského typu, který chronologicky spadá do rozpětí stupňů B D2 – Ha A1. Datování depotu Ivančice 4 do jihomoravského depotového horizontu Drslavice-Ořechov s tím chronologicky dobře koresponduje. Vzhledem k prostorovému rozšíření pancířů karpatského typu (Čaka, Moravany nad Váhom – Ducové, Čierná nad Tisou, Šarišské Michalany, Pázmándfalu, Nadap, nález z maďarské části Dunaje: srov. *Mödlinger 2012*, 14, fig. 10; *2017*, 181, Fig. 3.9) je moravský nález z Ivančic již značně periferně vysunut na severozápad od západního karpatského oblouku. Velmi pravděpodobně zde tedy představuje import karpatské proveniencie.

K prvkové a metalografické analýze byly z pancíře odebrány celkem tři vzorky z jeho okrajových částí (*obr. 2: 1A*). Složení korozních produktů fragmentu pancíře nebylo možno vzhledem k velmi malé mocnosti vrstvy provést. Ze zlomků tyčinkovité výztuže z obvodového lemu pancíře byly analyzovány oba menší samostatné zlomky (*obr. 2: 1C–D*).

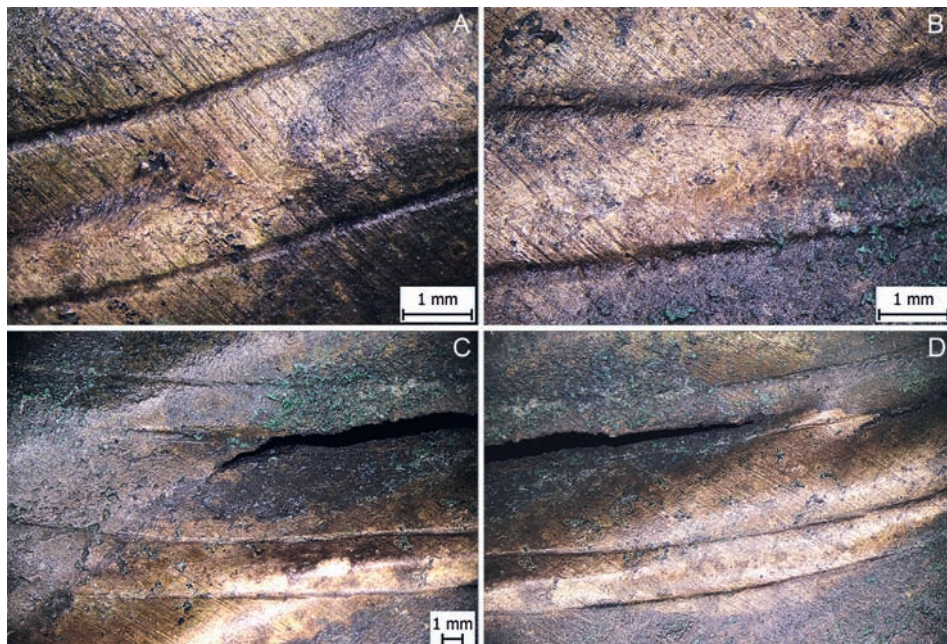
3. Výsledky materiálových analýz pancíře z Ivančic

3.1. Materiálová analýza plechu pancíře

Příprava vzorků a použité analýzy: Z odebraných vzorků fragmentu bronzového pancíře byly připraveny metalografické výbrusy. Povrch vzorku byl broušen na brusných papírech P 800 – P 4000 a poté leštěn pomocí diamantových past D 3 – D 0,7. Struktura kovové matrice byla zvýrazněna leptáním pomocí Ratinova roztoku o složení 25 ml HCl, 5g FeCl₃, 37 ml ethanol, 5 ml H₂O. K určení chemického složení vzorků z fragmentu bronzového pancíře byl použit elektronový rastrovací mikroskop TESCAN VEGA 3 s EDS analyzátozem Oxford Instruments INCA 350. K pozorování a dokumentaci metalografických výbrusů byl použit inverzní metalografický mikroskop Olympus PME 3 s kamerou ZEISS Axiocam ICc 3 a s grafickým softwarem AxioVision LE. K pozorování a dokumentaci ryté výzdoby byl použit světelný mikroskop Olympus SZX 9.

Mikrosnímky povrchu pancíře prokázaly, že výzdobu kolem ramenního výkroje tvoří paralelní rýhy a že na povrchu jsou patrné stopy po původním broušení a leštění (*obr. 3*). Trhliny, které se v blízkosti ryté výzdoby nacházejí, jsou způsobeny mechanickou deformací.

Vzorek 1: Kovová matrice vzorku 1, který pochází z ohnutého rohu fragmentu, je silně zkorodována a kovové jádro není v tomto případě celistvé. Ve struktuře kovu je však patrné dvojčatění zrn (*obr. 4*), které odpovídá zpracování slitiny mechanickým tvářením s následným rekrystalizačním žháním pravděpodobně při teplotě 500–700 °C (*Scott 1991*). V kovové matici se také nachází velké množství neorientovaných sulfidických vměstků (*obr. 4A; 5*). V případě trhlin není možno určit, zda trhliny v materiálu byly způsobeny mechanicky, nebo korozním procesem. Složení bronzové slitiny vzorku 1 je poměrně nehomogenní a obsah cínu ve slitině je přibližně 12,8 % (*tab. 1*). Koncentrace cínu může být v tomto případě poněkud ovlivněna korozním procesem a může být o něco vyšší než v čistém nekorodovaném bronzovém jádru. Dále byly v bronzové slitině identifikovány průměrové prvky s přibližnou koncentrací Ni 0,5 %, Fe 0,3 % a As 0,7 % (*tab. 1*). V bronzové slitině jsou také velmi jemně rozptýleny malé vyredukované částice Pb spolu s občasným



Obr. 3. Mikrosnímky povrchu pancíře s rytou výzdobou, stopami původního broušení a detaily mechanického poškození. Foto Š. Msallamová.

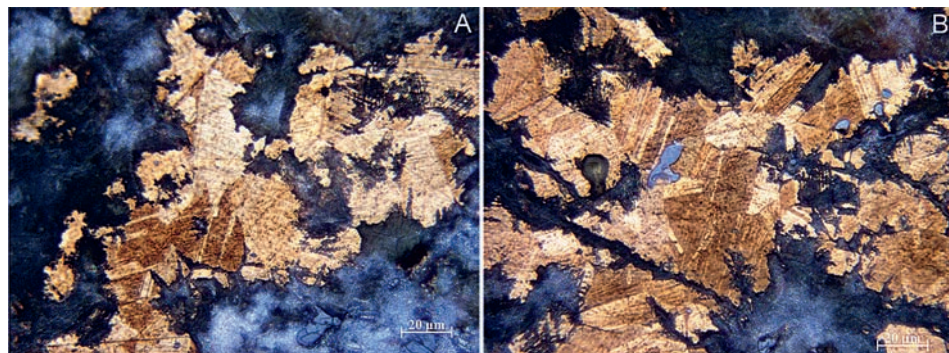
Fig. 3. Microphotographs of the surface of the cuirass with incised decoration, traces of the original grinding and details of mechanical damage.

výskytem Ag (*obr. 6*), které se zde nachází také ve své redukované formě (*Hauptmann 2000*). Na okrajích sulfidických vměstků byla identifikována vysoká koncentrace Fe, která se zde nachází pravděpodobně ve formě oxidů. V blízkosti okrajů sulfidických vměstků byl také identifikován Zn, který se zde vyskytuje pravděpodobně ve své redukované formě. V korozních produktech na okrajích bronzové matrice byly pozorovány podlouhlé útvary s vysokým obsahem Sn ca 60 % (*obr. 5*). Jedná se pravděpodobně o nerovnovážné intermetalické fáze δ CuSn, které vznikají podél hranic zrn, resp. podél vznikajících dendritů při odlití bronzové slitiny s obsahem cínu vyšším než 8 % a nerovnovážném tuhnutí (*Scott 1991*). Tyto intermetalické fáze jsou ve srovnání s tuhým roztokem α CuSn mnohem tvrdší, ale také křehčí. Mnohem lépe také odolávají korozním procesům v půdě, takže

Pancíř	Sn	Cu	Ni	Fe	As
Vzorek 1	12,8	85,7	0,5	0,3	0,7
Vzorek 2	11,3	87,8	0,6	0,3	–
Vzorek 3	11,6	86,7	0,4	0,5	0,8
Průměr	11,9	86,7	0,5	0,4	0,6

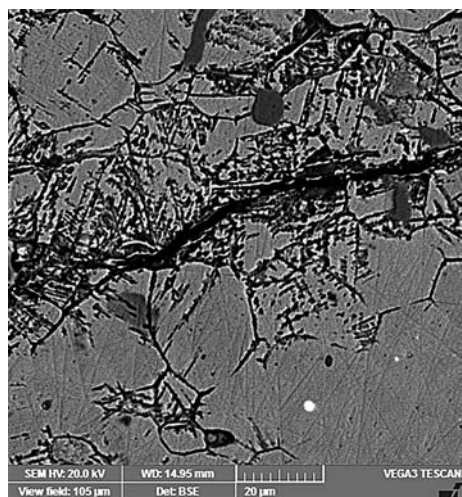
Tab. 1. Chemické složení vzorků z fragmentu bronzového pancíře. Použit elektronový rastrovací mikroskop TESCAN VEGA 3 s EDS analyzátozem Oxford Instruments INCA 350.

Tab. 1. Chemical composition of samples from the fragment of cuirass. The TESCAN VEGA 3 scanning electron microscope with an Oxford Instruments INCA 350 EDS analyser was employed.



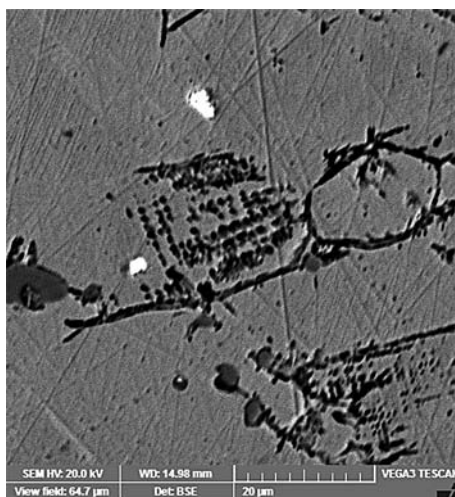
Obr. 4. Vzorek 1 bronzového pancíře. A: dvojčatění zrn a neorientované sulfidické vměstky ve velmi zkorodované bronzové matici (šedé útvary); B: dvojčatění zrn ve velmi zkorodované bronzové matici.

Fig. 4. Sample 1 of the bronze cuirass. A: twinning of grains and unoriented copper sulphide inclusions in the highly corroded bronze matrix (grey); B: twinning of grains in highly corroded bronze matrix.



Obr. 5. Vzorek 1 bronzového pancíře. Korozní napadení bronzové slitiny podél hranic zrn a transkrystalické šíření trhlin v materiálu (šedé kulovité útvary jsou sulfidické vměstky).

Fig. 5. Sample 1 of the bronze cuirass. Corrosion of bronze alloy along the borders of grains and transcrystalline cracks propagation in the material (grey globular formations are copper sulphide inclusions).

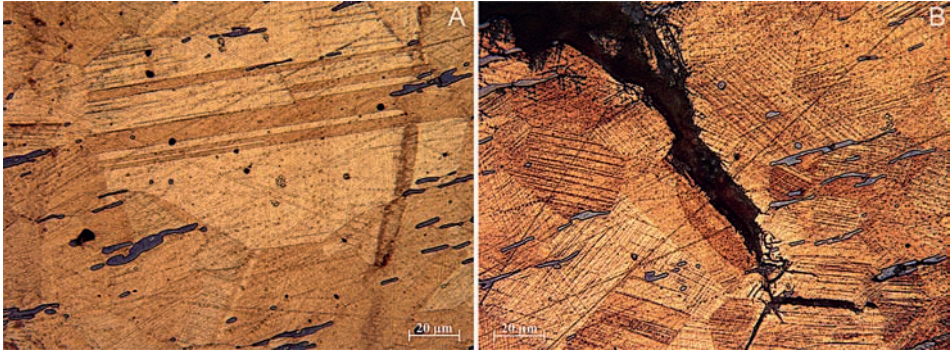


Obr. 6. Vzorek 1 bronzového pancíře. Částice olova a stříbra (světlé útvary).

Fig. 6. Sample 1 of the bronze cuirass. Lead and silver particles (light coloured formations).

je možné jejich pozorování v korozních produktech tvářené a následně rekrystalizované slitiny bronzu.

Vzorek 2: Kovová matrice vzorku 2 byla relativně kompaktní. Svým charakterem je velmi podobná vzorku 3. Ve struktuře je možné pozorovat dvojčatění zrn (*obr. 7*) způsobené mechanickým tvářením materiálu s následným rekrystalizačním žháním pravděpodobně kolem teploty 500–700 °C (*Scott 1991*). Ani zde není v případě trhlin možno určit, zda byly

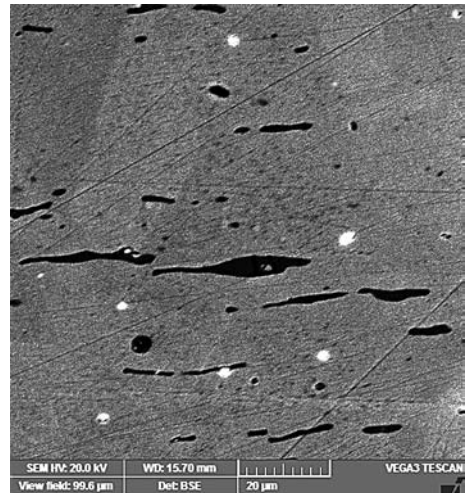


Obr. 7. Vzorek 2 bronzového pancíře. A: dvojčatění zrn a orientované sulfidické vměstky v bronzové matici; B: transkrystalické šíření trhlin v materiálu.

Fig. 7. Sample 2 of the bronze cuirass. A: twinning of grains and oriented copper sulphide inclusions in the bronze matrix; B: transcrystalline expansion of cracks in material.

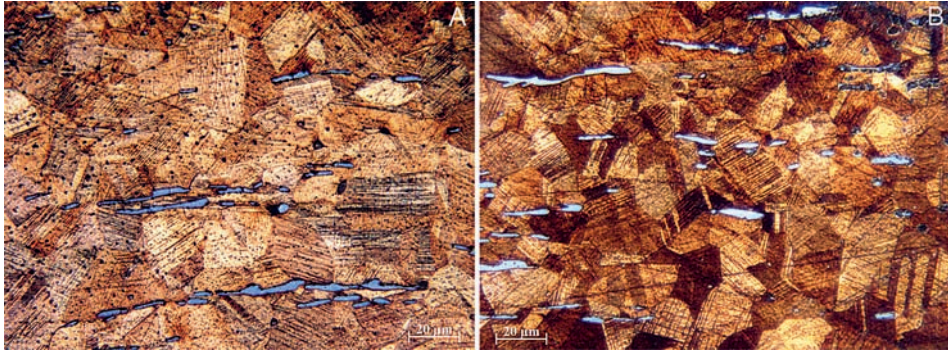
Obr. 8. Vzorek 2 bronzového pancíře. Orientované sulfidické vměstky a jemně rozptýlené částice olova v bronzové matici (světlé útvary).

Fig. 8. Sample 2 of the bronze cuirass. Oriented sulphide copper inclusions and finely scattered particles of lead in the bronze matrix (light formations).

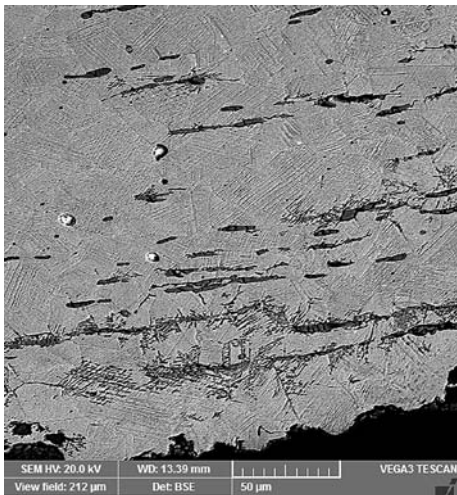


v materiálu způsobeny mechanicky, nebo korozním procesem. V kovové matici se také nachází velké množství sulfidických vměstků orientovaných ve směru tváření bronzové slitiny (obr. 8). Složení bronzové slitiny vzorku 2 bylo relativně homogenní a obsah cínu ve slitině bronzu je přibližně 11,3 % (tab. 1). Dále byly v bronzové slitině identifikovány příměsové prvky s přibližnou koncentrací Ni 0,6 % a Fe 0,3 %. V bronzové slitině jsou také velmi jemně rozptýleny malé vyredukované částice Pb s příměsí arsenu. Na okrajích sulfidických vměstků byla identifikována vysoká koncentrace Fe, která se zde nachází pravděpodobně ve formě oxidů. Další možné příměsové prvky bronzové slitiny vzorku 2 byly v tomto případě pod detekční mezí přístroje.

Vzorek 3: Kovová matrice vzorku 3 byla relativně kompaktní. Ve struktuře kovu vzorku 3 je rovněž patrné dvojčatění zrn (obr. 9), které odpovídá zpracování slitiny mechanickým tvářením s následným rekrytalizačním žháním pravděpodobně při teplotě 500–700 °C

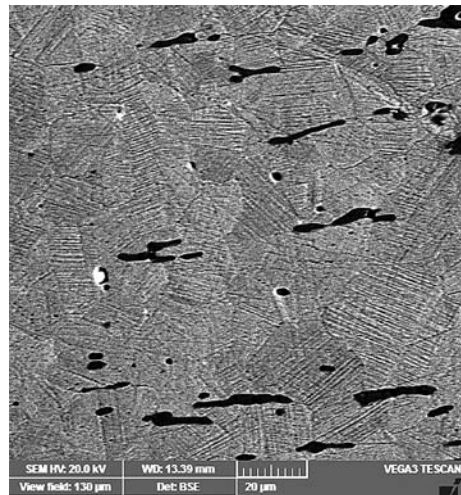


Obr. 9. Vzorek 3 bronzového pancíře. Dvojitění zrn a orientované sulfidické vměstky v bronzové matici. Fig. 9. Sample 3 of the bronze cuirass. Twinning of grains and oriented copper sulphide inclusions in the bronze matrix.



Obr. 10. Vzorek 3 bronzového pancíře. Korozní poškození bronzové matrice kolem orientovaných sulfidických vměstků.

Fig. 10. Sample 3 of the bronze cuirass. Corrosion damage to the bronze matrix around oriented copper sulphide inclusions.



Obr. 11. Vzorek 3 bronzového pancíře. Jemně rozptýlené částice olova v bronzové matici (světlé útvary).

Fig. 11. Sample 3 of the bronze cuirass. Finely scattered particles of lead in the bronze matrix (light formations).

(Scott 1991). V kovové matici se také nachází velké množství sulfidických vměstků orientovaných ve směru původního tváření bronzové slitiny (obr. 10). Složení bronzové slitiny vzorku 3 je v srovnání se vzorkem 1 více homogenní a obsah cínu ve slitině je přibližně 11,6 % (tab. 1). Dále byly v bronzové slitině identifikovány příměsové prvky s přibližnou koncentrací Ni 0,4 %, Fe 0,5 % a As 0,8 %. Ve slitině jsou také velmi jemně rozptýleny malé vyredukované částice Pb (obr. 11). Na okrajích sulfidických vměstků byla identifikována vysoká koncentrace Fe, které se zde nachází pravděpodobně ve formě oxidů. Další možné příměsové prvky bronzové slitiny vzorku 3 byly v tomto případě pod mezí detekce přístroje.

3.2. Materiálová analýza tyčinkovité výztuže

Korozní produkty odebrané z kovové výztuže lemu pancíře byly podrobeny RTG difrakční analýze a k tomu účelu byly rozdrceny v achátové misce na jemný prášek. Rozdrcení korozních produktů na prášek vede k vyšší homogenitě přítomných fází a jejich přesnějším stanovení. K určení složení korozních produktů olovené výztuže byl použit XRD difraktometr PANanalytical X'Pert PRO. Směs korozních produktů olovené výztuže je tvořena majoritně uhličitanem olovnatým. Tyčinkovitá výztuž je vyrobena ze slitiny PbSn s přibližným obsahem Sn 11 %. Další možné průměrové prvky ve slitině byly pod mezí detekce přístroje (stanoveno pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu TESCAN VEGA 3 s EDS analyzátozem Oxford Instruments INCA 350).

4. Poznámky k oloveným artefaktům v době bronzové

Ve středoevropské době bronzové se ve spektru používaných barevných kovů vedle mědi, cínu, zlata a stříbra poprvé a vzácně objevuje také olovo. Až na zlato se stejně jako ostatní kovy získávalo pyrometalurgickým pochodem z nejvydatnější olovené rudy – galenitu (sulfidu olovnatého, PbS), obsahující až 87 % Pb (*Pernicka 1995, 56; Svoboda a kol. 1983, 312*). Olovo je sice výborně kujné a s nízkou teplotou tání (přibližně 327 °C), pro velmi malou tvrdost bylo ale na výrobu samostatných artefaktů až na výjimky nevhodné. Olovené předměty se proto vyskytují velmi vzácně. Pomineme-li technologicky sporné zvýšené příměsi olova v některých starobronzových žebrech (české depoty Purkarec, Rychnov nad Malší: *Frána – Chvojka – Fikrle 2009, 97–98, 111; Chvojka et al. 2017*), pak skutečně olovené výrobky se ve středoevropském prostoru poprvé objevují až v době popelnicových polí, a to pouze jako drobné artefakty (kroužky, závěšky, ojediněle hlavice bronzových jehlic: *Sperber 2000, 394–395 s další lit.*), relativně častější jsou v době halštatské (*Buck 1986; Szydlowska 1962; 1982*).

Kvantitativně je olovo v době popelnicových polí mnohem více zastoupeno ve formě surovinového polotovaru, většinou ve slitcích. V českém prostředí se dva takové drobné slitky téměř čistého olova (97,4 % Pb) vyskytly v depotu z Radčtic, datovaném do horizontu Lažany (*Frána et al. 1995, 197, 247, 291; Kytlicová 2007, 166–167, 298*). Zvýšené obsahy olova pak byly prokázány u dvou slitků v depotech z Velvar (31,4 %; 20,2 % Pb) a v menší míře u dalších dvou z Lažan (10,4 %; 25,0 Pb: *Frána et al. 1995, 197, 241–243*). Podobně velmi čistý (až 97 % Pb) olovený slitek o hmotnosti 1,88 kg obsahuje chorvatský depot z Miljana, datovaný do stupně Ha B1 (*Dörfler et al. 1969; Vinski-Gasparini 1973, 168, 182*). Další olovené slitky s podíly olova většinou 25–50 % se vyskytly v západoslovenských depotech Kanalski Vrh I–II a Veliki Otok (*Sperber 2000, 394; Trampuž Orel 1996, 192–198, 227–230, 234*). Vedle klasických slitků se olovo ve vyšší míře objevuje i v tyčinkovitých ingotech či hřivnách, např. obsah slitiny tyčinkovitého ingotu z Velem-Szentvid tvoří vedle mědi (22,40 %), cínu (22,19 %) podstatnou měrou také olovo (53,68 %: *Mozsolics 1985b, 32*). Morfologicky specifická je část olovené hřivny ve výbavě hrobu z německého Lachenu-Speyerdorfu stupně Ha B1, představující velmi pravděpodobně import ze Středomoří (*Sperber 2000, 392–394*).

Jestliže pak pro DPP není dostatek adekvátních finálních olovených odličků, vyvstává nutně otázka, k čemu produkce olovených slitků a ingotů směřovala. Účel mohl být v pod-

statě dvojí. Předně se ve složení bronzové slitiny v DPP, zejména v její mladší fázi, poměrně často objevuje přísada olova. Vzhledem k jeho zastoupení řádově až v jednotkách procent by olovo většinou mělo představovat intencionální příměs (Frána *et al.* 1995, 185–186, 195; Frána – Maštalka 1986; Kytlicová 2007, 167; Tylecote 1962, 39, 44), i když se zvažuje rovněž přirozené znečištění z měděných a cínových rud, obsahujících také olovo (Sperber 2000, 395; Tylecote 1962, 24). Příměs olova v mědi a bronzu sice snižuje tvrdost slitiny, jinak ale její vlastnosti ovlivňuje spíše pozitivně – snižuje bod tání, zlepšuje tažnost a zvyšuje zabíhavost, tedy odlévatelnost a schopnost vyplňovat odlévací formu (Britton – Richards 1963, 507; Coghlan 1951, 45; Jareš 1955, 283).

Podstatně vzácněji se z olova vyráběly technologické komponenty pro další metalurgickou produkci. Dobře jsou doložena olověná jádra mečů s litou rukojetí (např. Sperber 2000, 394; Wüstemann 1992) a olověná importovaná hřívna z Lachenu-Speyerdorfu byla druhotně využívána jako tepací podložka (Sperber 2000, 394). Podobným způsobem byla využita také tyčinka ze slitiny PbSn, zakovaná v okrajovém lemu pancíře v depotu Ivančice 4. Jako měkký a pružný podklad sloužila pro vykování stočeného okraje ramenního výkroje pancířového plátu.

5. Závěry

V současné době známe z Moravy čtyři spolehlivé doklady celobronzové ochranné zbroje – náhlenici z Kuřimi, pancíř z depotu Ivančice 4 a dvě přílby v depotech Služín a Brno-Řečkovice. Robustní pasová zápona z Krnova – Cvilína zůstává aplikačně problematická, rozhodně tento artefakt nepředstavuje standardní toreutický produkt s klasickou funkcí ochranné zbroje. I když čtyři spolehlivé exempláře tvoří velmi malý soubor na průkaznější a signifikantní závěry, mohou přesto něco indikovat. Až na náhlenici (*obr. 1*) jsou z ostatních celobronzových komponent dochovány jen fragmenty – dva z příleb (*obr. 2: 2, 3*) a jeden z pancíře (*obr. 2: 1*). Pokud známe jejich nálezový kontext, pak právě tyto zlomky pocházejí z depotů (*tab. 2*), pouze u celé náhlenice zůstává nálezová situace neznámá. Náhlenice je nápadná mimo jiné odlišně zbarvenou patinou na vnější a na vnitřní straně – zatímco na vnější je patina zemité a nepravidelně, až skvrnitě hnědá, vnitřní pokrývá tmavě zelená ušlechtilá patina, která lokálně přesahuje až na vnější okraj (*obr. 1*). Podle M. Mödlinger (2017, 234, 237) by to mělo být způsobeno tím, že vnější strana byla překryta druhou náhlenicí, kterou se už nepodařilo získat; pokud by tomu tak skutečně bylo, bylo by možno uvažovat rovněž o depotu. Mnohem pravděpodobnější interpretace odlišného zbarvení obou povrchů ale je, že vnitřní strana byla opatřena organickou, textilní nebo koženou výstelkou, přesahující po obvodu náhlenice až na její vnější okraj.

Typ	Lokalita	Nálezový kontext	Kulturní kontext	Provenience	Datování
Pancíř	Ivančice 4	Depot	KSPP	Karpatská kotlina	B D2
Přílba	Brno-Řečkovice	Depot	KSPP	Karpatská kotlina	Ha A1
Pancíř?	Krnov – Cvilín	?	KLPP	J–Z?	Ha A–B
Náhlenice	Kuřim	?	KLPP?	JZ (S–Z Přálpí)	Ha B1
Přílba (nástavec)	Služín	Depot	KLPP	Karpatská kotlina	Ha B1

Tab. 2. Přehled nálezů bronzové ochranné zbroje doby popelnicových polí na Moravě.

Tab. 2. An overview of finds of Urnfield period bronze protective armour in Moravia.

Z kulturně geografického ani chronologického hlediska se nepočtené doklady celobronzové ochranné zbroje na Moravě zatím příliš výrazně neprofilují. Vyskytují se jak ve středodunajském, tak v lužickém kulturním prostoru, a to v rozpětí stupňů B D2 – Ha B1, což koresponduje s počátečním výskytem ochranné zbroje v širším středodunajsko-karpatském prostoru (*Sperber 2011*, 18, 29, 31, 34, 39). Je tu sice náznak kulturně-chronologické diskrepance, protože nálezy starší fáze nacházíme ve středodunajské a nálezy mladší fáze v lužické oblasti (*tab. 2*), ale tuto hypotézu bude samozřejmě nezbytné verifikovat, až bude k dispozici spolehlivější a především početnější pramenná základna.

Nejvýznamněji se vypovídací hodnota početně jinak skrovného stavu nálezového fondu bronzové ochranné zbroje na Moravě zatím projevuje v jeho kulturně prostorové provenienci. Náhlenice typu Kuřim jsou rozšířeny od území severního Chorvatska a Zadunajska až po západní Přítalpi, přičemž pět z celkem deseti exemplářů se soustředí v centrálně alpské až hornodunajsko-hornoporýnské oblasti (*Mödlinger 2017*, 233–234). Podobně jako náhlenice typu Kuřim z centrální Francie (Boutigny) je proto i eponymní nález z Kuřimi nesporným importem, a to nejspíše jihozápadní proveniencí. V případě bronzových přileb jak typu Oranienburg, tak typu Pişcolt je jádrem jejich územního výskytu severní část Karpatské kotliny (*Mödlinger 2017*, 33–35, 60–63), takže jejich moravské nálezy v depotech z Brna-Řečkovic a Služína jsou nespornými karpatskými importy, vysunutými na západ až severozápad od karpatského oblouku. Rovněž tak zlomek pancíře v depotu Ivančice 4 (*Salaš 2018*, 60–61, 158–159) je severokarpatské proveniencí, podobně jako je tomu u ještě západněji nalezeného zlomku v depotu z bavorského Winklsaßu (*Mödlinger 2017*, 181–183; *Weiss 1998*).

Provenienci moravských nálezů bronzových přileb typu Pişcolt a Oranienburg a bronzového pancíře lze tedy hledat v severnějších částech Karpatské kotliny a podobně jako tam i na Moravě jsou tyto doklady ochranné zbroje doloženy jen ve značně fragmentárním, případně ještě deformovaném stavu a převážně ve velkých zlomkových depotech (*Mödlinger 2017*). V tomto kontextu je tedy na rozdíl od jejich mnohem vzácnější přítomnosti v hrobových výbavách (Čeka: *Točík – Paulík 1960*) nelze přímo a primárně spojovat se společenskými či bojovnickými elitami. Morava se tak i ve fondu celobronzových komponent ochranné zbroje jeví jako západní periferie karpatské oblasti, a to zejména ve starší fázi popelnicových polí (srov. *Salaš 1997; 2018*).

Materiálové analýzy bronzové ochranné zbroje jsou stále poměrně vzácné. Přehled jejich výsledků nejnověji podala M. Mödlinger a zaměříme-li se pouze na pancíře, bylo různým analýzám jejich materiálového složení podrobena celkem devět exemplářů z celé Evropy (*Mödlinger 2017*, 202–205), desátým je pak zlomek v bavorském depotu z Winklsaßu (*Weiss 1998*, 548–549). S nimi můžeme nyní porovnat výsledky nové, výše prezentované analýzy pancíře z depotu Ivančice 4. Z analýz celkem třinácti publikovaných vzorků evropských pancířů s přesností výsledku na jednu desetinu procenta vyplývá, že hmotnostní podíl cínu v plechu pancíře se pohybuje v intervalu 6,5–12,5 %. V průměru pak cín tvoří 9,4 % obsahu slitiny pancířů, zhotovovaných tedy z klasického cínového bronzu. Pancíř z depotu Ivančice 4 svým podílem cínu 11,3–11,6 % (vzorek 2 a 3: *tab. 1*) patří k exemplářům s vyšším obsahem cínu a ty všechny pocházejí ze severní části Karpatské kotliny (Čierna nad Tisou 11,5 %; Šarišské Michalany 12,5 %; pancíř z řeky Dunaj u Pilismarótu: 11,8 %: *Mödlinger 2017*, 203, *Tab. 3.4*). V bronzové slitině analyzovaného pancíře byly dále identifikovány příměsové prvky s přibližnou koncentrací Ni 0,4–0,6 %, Fe 0,3–0,5 % a As 0,7–0,8 %. Malé vyredukované částice Pb jsou zde velmi jemně rozptýleny spolu

s občasným výskytem vyredukovaných částic Ag. V bronzové matici jsou dobře patrné sulfidické vměstky, které jsou u vzorku 2 a 3 orientovány ve směru původního tváření materiálu. Na okrajích sulfidických vměstků byla identifikována vysoká koncentrace Fe, které se zde nachází pravděpodobně ve formě oxidů. V blízkosti okrajů sulfidických vměstků byl také identifikován Zn, který se zde pravděpodobně nachází ve své redukované formě. U vzorku 1 bylo navíc možno v pozůstatcích zkorodované bronzové matrice pozorovat intermetalické fáze δ CuSn s vysokým obsahem cínu kolem 60 %.

Metalografickou analýzou bylo prokázáno, že pancíř z depotu Ivančice 4 byl vyroben mechanickým tvářením materiálu s následným rekrystalizačním žháním pravděpodobně kolem teploty 500–700 °C. Vyšší obsah cínu totiž mechanické tváření bronzů za studena neumožňoval. Navíc rekrystalizační žhání zvýšilo tažnost a houževnatost materiálu a snížilo jeho křehkost a pevnost. Finální úpravou povrchu vykovaneho plechu pak bylo mechanické broušení a leštění (*obr. 3*).

Spodní lem a okraje ramenních výkrojů bývají u bronzových pancířů stočeny do trubičky, ve které se nachází drát nebo kovová tyčinka. Tyto výztuže byly dosud jen obecně určovány jako bronzové nebo měděné (*Mödlinger 2017*, 198, 201–202, 208; *Schauer 1978*, 103, 105, 107–108, 112; *Weiss 1988*, 538), či dokonce železné (*Paulík 1970*, 44). Analyzovány byly dosud pouze dva exempláře, a sice výztuž pancíře z Winklsaßu a pancíře z departmentu Jura ve Francii, přičemž oba byly vyrobeny z bronzů s velmi nízkým obsahem cínu (Winklsaß: 95,5 % Cu, 3,9 % Sn; Jura, Francie: 95,5 % Cu, 2,6 % Sn; *Mödlinger 2017*, 202–203; *Weiss 1988*, 548). V tomto ohledu tedy analýza okrajové výztuže pancíře z depotu Ivančice 4 nejenže rozšiřuje skrovný počet takto zkoumaných exemplářů, ale přináší nové zjištění. Zkoumaný fragment obsahuje kompaktní jádro ze slitiny PbSn s obsahem cínu 11 %.

U všech tří analyzovaných pancířových výztuží byl tedy použit relativně měkký kov – ve dvou případech měď s nízkým obsahem cínu, u pancíře z Ivančic Rény pak dokonce slitina PbSn. Takový materiál byl připraven a aplikován záměrně, protože bylo možno tyto artefakty za studena snadno vykovat a pro vytvoření obvodového lemu dobře posloužily jako pružná kovací podložka. Měkkost a ohebnost takového materiálu poněkud zpochybňuje funkci těchto artefaktů jakožto zpevňující výztuhy (*Mödlinger 2017*, 208; *Paulík 1970*, 44), s ohledem na materiálové složení je proto bude třeba v první řadě považovat za výrobně-technologický prvek.

S analogickými kovovými výplněmi obvodových lemů se vedle pancířů setkáváme také u nálezově četnějších bronzových náhlenic, kde jsou obdobně považovány za zpevňující součást okraje (*Mödlinger 2017*, 254–255, 259, 261). Zde byly provedeny a publikovány analýzy šesti těchto drátěných výztuží, z toho pouze u dvou to byl drát z čistě mědi, u zbývajících čtyř byl ale prokázán drát z klasického bronzů s podílem cínu 6,9–11,6 % (*Mödlinger 2017*, 202–203, Tab. 4.10). S ohledem na malé množství dat nelze posoudit, zda a jakou roli mohla při volbě materiálu sehrát velikost, resp. tloušťka těchto drátěných výztuží. V případě náhlenic měl být používán drát o průměru 1,0–2,4 mm (*Mödlinger 2017*, 226, 231, 259), u pancířů byl podle P. Schauera do obvodových lemů použit drát o průměru 2,0–2,5 mm (*Schauer 1978*, 112) a u zlomku pancíře z Winklsaßu byla použita tyčinka o průměru 3 mm (*Weiss 1988*, 537). Tyčinka ze slitiny PbSn v pancíři z depotu Ivančice 4 svým průměrem 6–9 mm tyto hodnoty až trojnásobně převyšuje, je ovšem otázkou, zda se stávající průměr tyčinky poněkud nezvětšil korozním procesem. Nabízí se tu ale dosti logická souvislost mezi takto metricky vyšším průměrem a použitým materiálem,

neboť tak tenký olověný drát by stěžil mohl posloužit k vytvoření trubičkovitého lemu pancíře.

Malý počet dosud provedených a publikovaných analýz těchto výplní a výztuží okrajových lemů pancířů a náholenic přináší zatím spíše víc otázek než odpovědí, a nedovoluje proto ani obecnější závěry. Každopádně aplikace olova, resp. jeho slitiny s cínem, se v případě pancíře z depotu Ivančice 4 zatím jeví jako unikátní.

Studie vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury v rámci institucionálního financování na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Moravské zemské muzeum (DKRVO, MK000094862).

Literatura

- Born, H. – Hansen, S. 2001: Helme und Waffen Alteuropas. Band IX. Sammlung Axel Guttman. Mainz am Rhein: Verlag Sammlung Guttman bei Verlag Philip von Zabern.
- Bouzek, J. 1981: Die Anfänge der blechernen Schutz Waffen im östlichen Mitteleuropa. In: H. Lorenz ed., Studien zur Bronzezeit. Festschrift für Wilhelm Albert v. Brunn, Mainz/Rhein: Verlag Philipp von Zabern, 21–38.
- Britton, D. – Richards, E. 1963: Optical Emission Spectroscopy and the Study of Metallurgy in the European Bronze Age. In: D. Brothwell – E. Higgs eds., Science in Archaeology, Bristol: Thames and Hudson, 499–509.
- Buck, D.-W. 1986: Schmuck- und Trachtgegenstände der Lausitzer Kultur aus Silber, Blei und Messing. Ausgrabungen und Funde 31, 60–68.
- Clausing, Ch. 2003: Spätbronze- und eisenzeitliche Helme mit einteiliger Kalotte. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 48, 2001, 199–225.
- Clausing, Ch. 2005: Untersuchungen zu den urnenfelderzeitlichen Gräbern mit Waffenbeigaben vom Alpenkamm bis zur Südzone des Nordischen Kreises. BAR International Series 1375. Oxford: British Archaeological Reports, Ltd.
- Coghlan, H. H. 1951: Notes on the Prehistoric Metallurgy of Copper and Bronze in the Old World. Oxford: University Press.
- Dörfler, G. – Neuninger, H. – Pittioni, R. – Siegl, W. 1969: Zur Frage des Bleierz-Bergbaues während der jüngeren Urnenfelderkultur in den Ostalpen. Archaeologia Austriaca 46, 68–98.
- Frána, J. – Chvojka, O. – Fikrlé, M. 2009: Analýzy obsahu chemických prvků nových depotů surové mědi z jižních Čech. Příspěvek k metalurgii starší doby bronzové. Památky archeologické 100, 91–118.
- Frána, J. – Jiráň, L. – Maštálka, A. – Moucha, V. 1995: Artifacts of copper and copper alloys in prehistoric Bohemia from the viewpoint of analyses of element composition. In: Památky archeologické. Supplementum 3, Praha: Archeologický ústav AV ČR, 127–296.
- Frána, J. – Maštálka, A. 1986: Rentgenfluorescenční analýzy bronzů z Plzně-Jílkalky. Památky archeologické 77, 455–465.
- Gleirscher, P. 2007: Fragmente spätbronzezeitlicher Helme und Beinschienen aus dem Südostalpenraum. Archäologie Österreichs 18/1, 48–53.
- Hansen, S. 1994: Studien zu den Metalldéponierungen während der älteren Urnenfelderzeit zwischen Rhönetal und Karpatenbecken. Univeritätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 21. Bonn: Dr. Rudolf Habelt GmbH.
- Hauptmann, A. 2000: The Archaeometallurgy of Copper. Bochum: Springer.
- Chvojka, O. – Jiráň, L. – Metlička, M. a kol. 2017: Nové české depoty doby bronzové. Hromadné nálezy kovových předmětů učiněné do roku 2013. České Budějovice – Praha – Plzeň: Episteme, Jihočeská univerzita.
- Jareš, V. 1955: Metalografie neželezných kovů. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd.
- Kilian-Dirlmeier, I. 1975: Gürtelhaken, Gürtelbleche und Blechgürtel der Bronzezeit in Mitteleuropa. Prähistorische Bronzefunde XII. 2. München: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung.
- Kulka, R. 1886: Der Burgberg bei Jägerndorf in Schlesien. Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien 16, 169–174.

- Kytlicová, O. 1986:* Der Schild und der Depotfund aus Plzeň-Jílkalka. *Památky archeologické* 77, 413–454.
- Kytlicová, O. 1988:* Příspěvek k problematice kožených pancířů zdobených bronzem z období popelnicových polí. *Archeologické rozhledy* 40, 306–321.
- Kytlicová, O. 2007:* Jungbronzezeitliche Hortfunde in Böhmen. *Prähistorische Bronzefunde* XX, 12. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Makkay, J. 2006:* The Late Bronze Age hoard of Nadap. *A Nyíregyházi Jósa András Múzeum Évkönyve* 48, 135–184.
- Maréchal, J. R. 1962:* Zur Frühgeschichte der Metallurgie. Lammersdorf: Otto Junker GmbH.
- von Merhart, G. 1958:* Geschnürte Schienen. *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 37–38 (1956–1957), 91–147.
- Mozsolics, A. 1985a:* Bronzefunde aus Ungarn. Depotfundhorizonte von Aranyos, Kurd und Gyermely. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Mozsolics, A. 1985b:* Ein Beitrag zum Metallhandwerk der ungarischen Bronzezeit. *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 65 (1984), 19–72.
- Mödlinger, M. 2012:* European Bronze Age Cuirasses. Aspects of chronology, typology, manufacture and usage. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 59, 1–49.
- Mödlinger, M. 2013a:* Star decoration on Late Bronze Age helmets, cups and decorated disc in central and south-eastern Europe. *Arheološki vestnik* 64, 65–101.
- Mödlinger, M. 2013b:* Bronze Age bell helmets: new aspects on typology, chronology and manufacture. *Prähistorische Zeitschrift* 88, 152–179.
- Mödlinger, M. 2017:* Protecting the Body in War and Combat. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Mödlinger, M. – Morr, Z. E. 2013:* European Bronze Age Sheet Metal Objects: 3,000 Years of High-Level Bronze Manufacture. *The Journal of The Minerals & Materials Society* 66/1, 171–177.
- Müller-Karpe, H. 1962:* Zur spätbronzezeitlichen Bewaffnung in Mitteleuropa und Griechenland. *Germania* 40, 255–287.
- Novotný, B. 1966:* Ein Panzerfund aus Čierna nad Tisou. *Sborník Filozofickej fakulty Univerzity Komenského. Musaica* 17/6, 27–34.
- Paulík, J. 1970:* Panzer der jüngeren Bronzezeit aus der Slowakei. *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 49 (1968), 41–61.
- Pernicka, E. 1995:* Gewinnung und Verbreitung der Metalle in prähistorischer Zeit. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 37, 1990, 21–129.
- Petres, É. F. 1983:* Neue Angaben über die Verbreitung der spätbronzezeitlichen Schutzwaffen. *Savaria* 16, 57–80.
- Podborský, V. 1970:* Mähren in der Spätbronzezeit und an der Schwelle der Eisenzeit. Brno: Univerzita J. E. Purkyně.
- Salaš, M. 1997:* Der urnenfelderzeitliche Hortfund von Polešovice und die Frage der Stellung des Depotfundhorizonts Drslavice in Mähren. Brno: Moravské zemské muzeum.
- Salaš, M. 2002:* Neue urnenfelderzeitliche Bronzedeptofunde in Mähren – Überlegungen zum Depotfundhorizont Přestavlky. *Anodos* 2/2002, 261–275.
- Salaš, M. 2005:* Bronzové depoty střední až pozdní doby bronzové na Moravě a ve Slezsku. Brno: Moravské zemské muzeum.
- Salaš, M. 2014:* Kovadlinky, kladívka a přílby doby popelnicových polí na Moravě na pozadí depotu z Brna-Řečkovice. *Památky archeologické* 105, 47–86.
- Salaš, M. 2016:* Réna u Ivančic jako další příklad výšinné lokality s bronzovými multidepozity. In: J. Juchelka ed., *Doba popelnicových polí a doba halštatská ve střední Evropě*. 2. díl, Opava – Brno: Slezská univerzita v Opavě, 101–114.
- Salaš, M. 2018:* Kovová depozita mladší doby bronzové z hradiska Réna u Ivančic. Brno: Moravské zemské muzeum.
- Salaš, M. – Šmíd, M. 1999:* Hromadný bronzový náleze ze Služina (okr. Prostějov). Příklad sémanticky signifikantního depozita doby popelnicových polí. *Pravěk Supplementum* 2. Brno: Ústav archeologické památkové péče Brno.
- Scott, D. A. 1991:* *Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals*. Singapore: The Getty Conservation Institute.
- Schauer, P. 1978:* Die urnenfelderzeitlichen Bronzepanzer von Fillinges, Dép. Haute-Savoie, Frankreich. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 25, 92–130.

- Skutil, J. 1947:* Moravské prehistorické výkopy a nálezy Oddělení moravského pravěku Zemského muzea 1937–1945. Časopis Zemského muzea v Brně 33, 45–134.
- Sperber, L. 2000:* Zum Grab eines spätbronzezeitlichen Metallhandwerkers von Lachen-Speyerdorf, Stadt Neustadt a. d. Weinstrasse. Archäologisches Korrespondenzblatt 30, 383–402.
- Sperber, L. 2011:* Bronzene Schutzwaffen in Gräbern der Urnenfelderkultur. Beinschienen und Helm(?) fragmente aus dem Gräberfeld Volders in Nordtirol. Bayerische Vorgeschichtsblätter 76, 5–45.
- Sprockhoff, E. 1930:* Zur Handelsgeschichte der germanischen Bronzezeit. Berlin: Verlag von Walter de Gruyter & Co.
- Svoboda, J. a kol. 1983:* Encyklopedický slovník geologických věd. 1. svazek. A–M. Praha: Academia.
- Szydłowska, E. 1962:* Wyroby ołowiane kultury łużyckiej w Polsce. Przegląd archeologiczny 37, 158–164.
- Szydłowska, E. 1982:* Eksploatacja i przetwórstwo metali kolorowych na Górnym Śląsku u schyłku epoki brązu i w początkach epoki żelaza. In: Pamiętnik Muzeum Miedzi 1, Legnica: Wydawnictwa towarzystwa przyjaciół nauk w Legnicy, 131–145.
- Točič, A. – Paulfk, J. 1960:* Výskum mohyly v Čake v rokoch 1950–51. Slovenská archeológia 8, 59–124.
- Trampuž Orel, N. 1996:* Spectrometric Research of the Late Bronze Age Hoards Finds. In: B. Teržan ed., Hoards and Individual Metal Finds from the Eneolithic and Bronze Ages in Slovenia II, Ljubljana: Narodni muzej, 165–242.
- Tylecote, R. F. 1962:* Metallurgy in Archaeology. A Prehistory of Metallurgy in the British Isles. London: Edward Arnold Publishers Ltd.
- Vinski-Gasparini, K. 1973:* Kultura polja sa žarama u sjevernoj Hrvatskoj. Zadar: Filozofski fakultet.
- Weiss, R.-M. 1998:* Schutzwaffen der frühen Urnenfelderzeit im Hortfund von Winklsaß (Niederbayern). Archäologisches Korrespondenzblatt 28, 535–554.
- Wüstemann, H. 1992:* Jungbronzezeitliche „Vollgriffschwerter“ mit Bleifüllung. Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege 35, 39–49.

Urnfield period bronze protective armour in Moravia and a contribution to the understanding of bronze cuirasses technology

Solid bronze components of protective armour are one of the innovations and phenomena of the Urnfield period, making them a frequent subject of scholarly interest. However, this is true primarily for intact finds and those that can be well classified from a typological perspective. Many specimens remain unidentified in fragments of artistic metalworking in Early Urnfield fragment hoards. Three types of bronze protective armour are documented today in Moravia: greaves, helmets and cuirasses. Greaves are represented by an intact specimen from Kuřim (*fig. 1*) discovered by chance in the 1940s and for which no find information is available (*Skutil 1947*, 69–71, *fig. 22*; *Merhart 1958*, 92, 100, *Abb. 2: 1, Taf. 2*). This Kuřim-type greave (*Sperber 2011*; 10, 13, 18, 20; *Mödlinger 2017*, 233) was the lone specimen of Urnfield protective armour in Moravia until 1997, when a conical extension of a Pişcolt-type helmet (*fig. 2: 2*; *Mödlinger 2012*, 59–60, 64; *Salaš – Šmíd 1999*) was found in the hoard from Služín. Soon afterwards (1999), a bronze Lúčky- or Oranienburg-type helmet (*fig. 2: 3*; *Salaš 2002*, 265, 267, 270–271; 2014; cf. *Mödlinger 2017*, 31–42) was documented by a hoard find from Brno-Řečkovice (*fig. 2: 3*; *Salaš 2002*, 265, 267, 270–271; 2014; cf. *Mödlinger 2017*, 31–42).

Certain artefacts with artistic metalwork remain disputable as components of protective armour. Fragments of sheet metal with smooth relief and concentric circular ribs (Ivančice 6, Mušov 2, Přestavky hoards: *Salaš 2005*, 61, 126, *tab. 218: 261; 264: 150; 2018*, 103, 124, 212, *tab. 20: 405*) should, based on these decorative elements, come from flat discoid ornaments (cf. *Clausing 2003*, 208–211, *Abb. 8*; *Gleirscher 2007*, 48–50; *Mödlinger 2013a*, 66; 2017, 45). Also remaining functionally problematic is belt sheet metal that is usually published under the Úvalno site but which actually comes from the Cvilín hillfort in the Krnov cadastre (*Kulka 1886*). Although it was typologically classified as Kapelna-type belt sheet metal (*Kilian-Dirlmeier 1975*, 96–97, *Taf. 34: 392*), due to its massive nature and sizeable dimensions, it is not possible to rule out its function as protective armour – not as a cuirass (*Kulka 1886*, 173; *Podborský 1970*, 121–122, *Taf. 71: 2*) but as a stomach plate.

For now, the only indisputable example of classic bronze cuirass in the Czech Lands is a fragment from a metal hoard allegedly discovered in 2006 during an amateur metal detector survey at the fortified settlement at the Réna site near Ivančice. Labelled as the Ivančice 4 hoard, it is dated to the late part of the early stage of the Middle-Danube Urnfield culture (Salaš 2016; 2018, 60–61, 158–159). The original preserved edge is rolled into a tube, and, based on its arched shape, it should be the cut-out part of the shoulder on cuirass (fig. 2: 1A). Stuck inside this tube-shaped edge were fragments of a metal bar with an approximately round profile (fig. 2: 1B–D). A fragment of morpho-typologically and decoratively parallel incisions corresponds to the relevant parts of Carpathian-type cuirasses (Mozsolics 1985a, 26–27; Mödlinger 2012; 2017, 171–215; Paulík 1970). Also consistent with this is the edge wound in a tube shape in which the bar is hammered. This construction element is usually described as round (less often rectangular) bronze or copper wire (e.g., Čierna nad Tisou, Nadap, Winklsaß, Fillinges, Graye-et-Charnay, Marmase: Mozsolics 1985a, 26; Mödlinger 2012, 4, 10, 29, 35, 37, 45; Paulík 1970, 41, 44; Schauer 1978, 103–108, 112; Weiss 1998, 537–538, Abb. 2). Carpathian-type cuirasses are dated to the period of B D – Ha A1, which is consistent with the dating of the Ivančice 4 hoard. With respect to its spatial distribution (cf. Mödlinger 2012, 14, fig. 10; 2017, 181, fig. 3.9), the Moravian find from Ivančice is already heavily moved peripherally northwest of the western Carpathian curve and almost certainly represents an import of Carpathian provenance.

According to the conducted elemental analyses, the sheet metal of the cuirass from the Ivančice 4 hoard is made from bronze with a content of 11.3–11.6 % tin (tab. 1). This composition is consistent with the composition of other cuirasses from Europe, in which the ratio of tin by weight is 6.5–12.5 % (Mödlinger 2017, 202–205; Weiss 1998, 548–549). Metallographic analyses (fig. 4–11) indicate that the sheet metal of the studied cuirass was made by the mechanical shaping of material with subsequent recrystallisation annealing, probably at a temperature of around 500–700 °C, which is revealed by the twinning of grains in the structure of the metal (fig. 4; 7; 9). The surface treatment of the hammered sheet metal was mechanical grinding and polishing (fig. 3). According to the elemental analysis, the bar-shaped reinforcement of the peripheral edge was made from an alloy of Pb and Sn, with a tin content of around 11 % Sn. This is the first evidence of the use of such an alloy for reinforcing the edge of cuirass; sporadic analyses of this construction element have previously shown their production from nearly pure copper or classic bronze (Mödlinger 2017, 202–203, Tab. 4.10). As such, the bar-shaped reinforcement of the cuirass from the Ivančice 4 hoard is one of the rare examples of the production and use of lead in the Urnfield period (on other finds, cf. Dörfler et al. 1969; Frána et al. 1995, 197, 241–247, 291; Kytlicová 2007, 166–167; Sperber 2000, 392–395; Trampuž Orel 1996, 192–198, 227–230, 234; Vinski-Gasparini 1973, 168, 182; Wüstemann 1992).

With the exception of the greave from Kuřim, the find context of which is unknown, the other fragmentary specimens of protective armour in Moravia come from hoards with a dating to stages B D2 – Ha B1 and an occurrence in the Middle-Danube and Lusatian cultural sphere (tab. 2). From the perspective of culturally spatial orientation, the greave from Kuřim is an import of southwest provenance, while the finds of helmets and cuirass come from the northern part of the Carpathian Basin. Moravia therefore appears in the inventory of solid bronze components of protective armour as the western periphery of the Carpathian area, especially in the early phase of the Urnfield culture (cf. Salaš 1997; 2018).

English by David Gaul