

Možnosti průzkumu laténských mečů a volba vhodného konzervačního zásahu

Martin Fořt, Pavel Sankot

Possibilities for Exploring the La Tène Swords and Choosing the Appropriate Method of Conservation Intervention

Abstract: *The study deals with the possibility of exploring the La Tène swords and choosing the appropriate method of conservation intervention. The published results are based on an internal grant from the National Museum running between 2015 and 2016, which was closely focused on "The Exploration of Celtic Iron Arms from the Archaeological Collection of the National Museum" and which involved 67 items. The purpose of the internal grant was to find and to map hidden decorations or other structural elements on the La Tène swords that had been preserved in the past. Preferred were the preserved swords with unremoved layers of anti-corrosion products, whereby there is a greater presumption of the occurrence of the above-mentioned elements than when the cleaning of swords was specifically of a chemical nature.*

Keywords: *exploring, La Tène sword, structural element, decoration*

Úvod

Článek je úzce specializován na laténské meče a pojednává o možnostech neinvazivních průzkumů včetně jejich vyhodnocení.

V archeologické sbírce Národního muzea je zastoupeno velké množství železných artefaktů, které jsou určeny jako části historické zbroje. V době laténské byla zbroj nedílnou součástí hrobové výbavy a tvoří tak podstatnou část této sbírky.

V minulosti byly archeologické nálezy ze země vyjímány samostatně (nikoliv v blocích), čímž, díky křehkosti materiálu, docházelo často ke zlámání. Množství úlomků pak nedovolovalo složit předmět do celistvého tvaru. Vyzdvižené archeologické nálezy byly následně konzervovány způsobem, který dnes odborná veřejnost konzervátorů-restaurátorů považuje za překonaný. Tehdejší konzervování či restaurování se muselo obejít bez současných moderních průzkumných metod a čištění docházelo ke znehodnocení výzdob a ztrátě konstrukčních prvků. Tyto informace jsou však pro archeologickou odbornou společnost velmi cenné, díky nim mohou určovat přesnější dataci a typologii.

V letech 2015–2016 probíhal interní grant Národního muzea, který byl úzce zaměřen na téma „Průzkum keltské železné výzbroje z archeologické sbírky NM“ a týkal se 67 kusů. Cílem interního grantu bylo zmapování a zjištění skrytých výzdob či konstrukčních prvků na laténských mečích, které byly v minulosti již konzervovány. Průzkum byl více zaměřen na zkonzervované meče s neodstraněnou vrstvou korozních produktů, u nichž byl větší předpoklad zachování výše uvedených prvků než u mečů, kde byly korozní vrstvy odstraněny čištěním chemickou cestou.

Ve sbírce jsou zajímavostí dva meče ze žárového hrobu, kde působením vysoké teploty a následnou „likvidací“ organických fragmentů došlo k pasivaci železného materiálu¹. Uvedené dva meče mají autentický tvar, pochva se dochovala ve fragmentech.

Průzkum

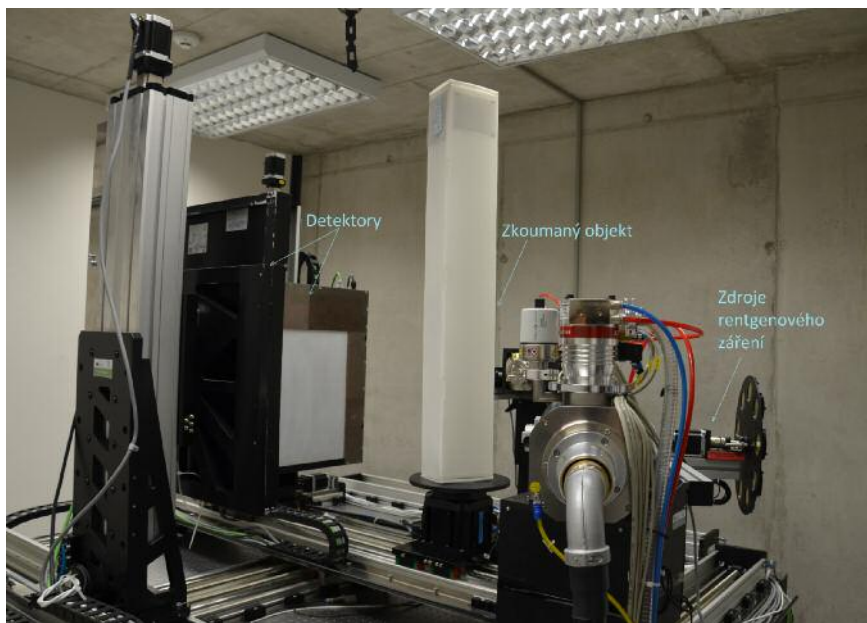
U všech položek keltské výzbroje, studované v rámci interního grantu, byl proveden rentgenový průzkum ve 2D provedení² pro zjištění stavu materiálu, tj.

1 V žárových hrobech je teplota dosahována cca na teplotu 300 °C, čímž dochází k oxidaci železa na magnetit (oxid železitoželeznatý), který vlastní kovovou maticí chrání před působením vnějších vlivů. HAVLÍK, Luboš. *Koroze slitin železa a jejich vyhodnocování [online].* Brno, 2010, *Bakalářská práce*, s. 19 [cit. 20. 5. 2017]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_ba_sel/zav_prace_soubor_ve-rejne.php?file_id=25912; HÜBNER, Pavel, et al. *Úprava vody pro průmyslové účely [online].* VŠCHT Praha, 2006, s. 80 [cit. 20. 5. 2017]. Dostupné z: http://147.33.74.135/knihy/luid_isbn-80-7080-624-9/pdf/080.pdf.

2 Rentgenový průzkum byl proveden průmyslovým rentgenem ERESKO 42 (zdrojem je metal-keramická lampa chlazená vzduchem s rozsahem napětí 5–200 kV, proudu 0,5–10 mA) Ing. P. Witozskovou ve Středočeském muzeu v Roztokách u Prahy.

Martin Fořt, Dis.
Národní muzeum
martin_fort@nm.cz

PhDr. Pavel Sankot
Národní muzeum
pavel_sankot@nm.cz



Obr. 1: Zařízení výpočetní tomografie TORATOM a upevněný zkoumaný předmět na rotační stolek.
Foto: Martin Fořt,
popis: Michal Vopálenský.

výskytu skrytých trhlin, druhotných zásahů (např. výplní dvousložkovou pryskyřicí), skrytých konstrukčních prvků a výzdobných částí. Detailní prohlídkou pořízených rentgenových filmů bylo zjištěno, že na většině již zkonzervovaných mečů nejsou viditelné prakticky žádné konstrukční prvky ani výzdoba. Omezením rentgenového průzkumu je, že jde o plošný obraz a v případě mečů ukazoval stav kovového jádra a pouze náznaky konstrukčních prvků. Latéské meče, u kterých bylo silné podezření výskytu konstrukčních prvků a výzdoby, byly proto dále studovány za pomoci průmyslové počítačové tomografie³. Na tomografickém zařízení (obr. 1) je možné nasnímat celou délku meče ve vertikálním pohybu⁴ za předpokladu, že snímání bude provedeno do jedné poloviny předmětu a následně po obrácení se nasnímá zbylá polovina⁵. V softwarovém režimu se dvě měření následně „propojí“ do jednoho projektu. Podmínkou je dobře upevněný předmět ve vytvarovaném lůžku, nejlépe uloženém ve zpevněném boxu z vhodného materiálu.

Rentgenová a počítačová tomografie je finančně náročnou záležitostí, vynaložené náklady však poskytují jinak nedosažitelné množství informací. Jednoduše řečeno je výsledkem průzkumu virtuální model prostorového objektu, se kterým se pak pracuje v daném softwarovém prohlížeči. Ten umožňuje prostorový model libovolně otáčet, zvětšovat, provádět na něm řezy, měnit světlo a kontrast, barvy a přepínat zobrazení (naskenovaný povrchový × rentgenový náhled). Na virtuálním modelu vysokého rozli-

šení je možné hledat konstrukční prvky nebo části výzdob pomocí regulace umělého stínování, kdy dojde k zvýraznění plasticity povrchu anebo úpravou kontrastu. Velkým pomocníkem je přeměna škály šedi na stupnici barevnou, díky které snímání povrchu trojrozměrného objektu lépe „čte“.

Vzhledem k vysoké ceně za průzkum počítačovou tomografií bylo přistoupeno k omezenému snímání obou konců vybraných mečů v rozsahu cca 100–150 mm – tj. nákončí a ústí pochvy včetně řapu. Velikost měřené oblasti byla stanovena dle častého výskytu konstrukčních prvků a výzdoby zjištěné na základě literatury. Po revizním porovnání virtuálního modelu s rentgenovými filmy a srovnávacím materiálem publikovaným v zahraniční literatuře⁶, je do budoucna vhodně měřenou oblast z okolí nákončí prodloužit alespoň na 300 mm, kde je možné očekávat další konstrukční prvky.

Důležitým vodítkem jsou již zmiňované výsledky z rentgenového průzkumu, podle kterých je možné očekávat výskyt výše uvedených prvků a na jejich základě stanovit danou oblast snímání na tomografu.

Před neinvazivní analýzou bylo nutné vybrané předměty řádně adjustovat v lůžku z polylamu⁷ a PE boxu, protože snímání probíhalo ve vertikální podobě. Box s pevně adjustovaným archeologickým nálezem byl následně upevněn na malý rotační stolek. V některých případech bylo třeba drobné úlomky k sobě provizorně přilepit pro tvorbu uceleného a jednotného trojrozměrného modelu a též pro minimalizaci drolení lomových ploch zlámaných částí⁸ při samostatné manipulaci. K lepení bylo použito kyanakrylátové lepidlo zn. Loctite Super Attak Gel.

Do průzkumu není zahrnuto vlastní restaurování latéských mečů v havarijním stavu, které bude časově náročné a komplikované. Provizorní lepení výše uvedeným lepidlem bude v rámci restaurování odstraněno.

3 Liší se od lékařského tomografu, který má menší dávky záření a předmět je ve statické poloze a rentgenka je pohyblivá. U průmyslového tomografu je naopak rentgenka statická a zkoumaný předmět je upevněn na pohyblivém stolku ve vertikální poloze. Počítačová tomografie zn. TORATOM byla provedena doc. Ing. Michalem Vopálenským, Ph.D a Ing. Ivanou Kum-povou v Centru exelence Telč, spadající pod Akademie věd ČR v.v.i.

4 Přístroj je sestaven tak, aby byl možný vertikální pohyb rentgenky i detektoru.

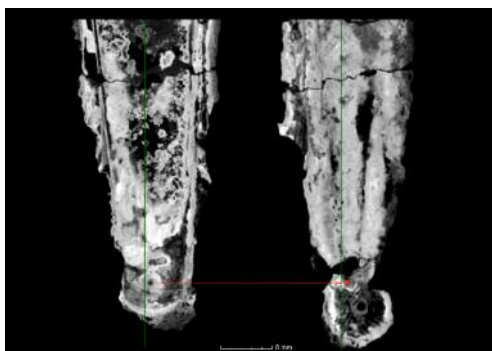
5 DRDÁČKÝ, Miloš, SLÍŽKOVÁ, Zuzana a VALACH, Jaroslav (eds.). Příspěvek technických věd k záchraně a restaurování památek. Praha: Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i., 2015, s. 327. e-ISBN 978-80-86246-49-9.



Praktické ukázky průzkumu

Meč s pochvou (obr. 2), naleziště Chlum u Rokycan (H1-111248)

Rentgenovým průzkumem byl zjištěn přibližný tvar nákončí pochvy a můstku. Po porovnání s historickou literaturou⁹ a kresebnou rekonstrukcí bylo u tohoto meče přistoupeno k detailnější počítačové



Obr. 3: Snímek CT, Detail vychýlení místa nýtování ke spojení nákončí k plášti pochvy. Řezy projektu: Martin Fořt, projekt CT: Ivana Kumpová.

tomografii. Zde byla podoba nákončí přesněji interpretována a kromě toho byly odhaleny skryté druhotné zásahy, které zkreslovaly přesnou polohu upevnění nákončí. Střed kování nákončí byl vychýlen od místa původního připevnění nýtováním (obr. 3).

Práce s trojrozměrným objektem počítačové tomografie ukázala mimo jiné nepatrné vysunutí čepele z pochvy, můstek s medailony s hlavičky nýtů a zástitu.

Nynější stav archeologického objektu je stabilní bez výskytu aktivního korozního procesu, který bývá zbarven do oranžového odstínu.

Meč s pochvou (obr. 4), naleziště Vlčí (H1-111237)

I další studovaný meč byl ve značně fragmentárním stavu. Pouze na základě literatury bylo zjištěno, že v době kresby v minulém století byl studovaný meč zachovalý v celé délce bez nákončí a byl mírně deformován¹⁰ (obr. 5).



Obr. 4: Meč z Vlčí, stav před restaurováním. Foto: Alžběta Kumstátová.

Obr. 2: Meč s pochvou H1-111248.

Foto: Martin Fořt.

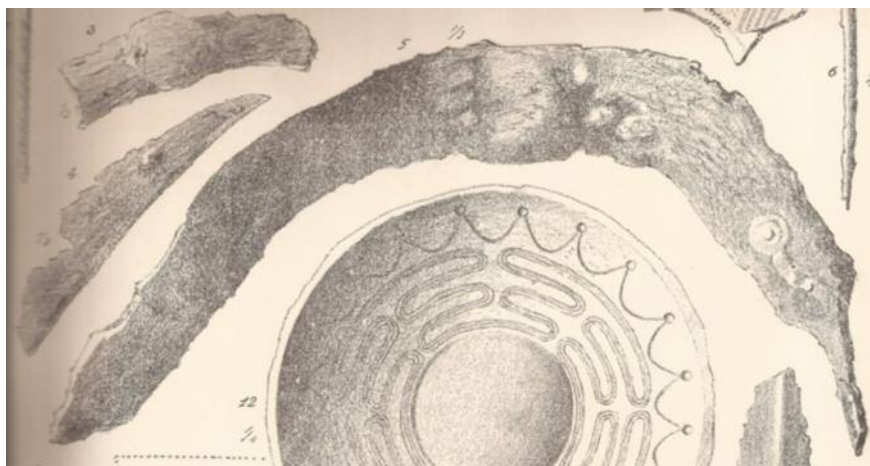
6 HAFFNER, Alfred. Ein Frühlatèneschwert mit anthropoidem Knauf von Bescheid, Landkreis Trier-Saarburg. In: CHAUME, Bruno, MOHEN, Jean-Pierre a PERRIN, Patrick (eds.). *Archéologie des Celtes. Mélanges à la mémoire de René Joffroy. Préhistoire européenne*, 1999, 3, s. 123–129.

7 Obchodní název pro extrudované desky z nezesíťované LDPE pěny.

8 Při manipulaci s kovovými úlomky dochází k poškozování lomových ploch a častým zkoušením nebo razantním čistěním se snižuje přesnost spoje.

9 Archiv Národního muzea.

10 Deformace u laténských mečů je ideologického rázu a bývá v různých podobách poškozování.



Obr. 5: Kresebná dokumentace z roku 1900, autorem je Josef Ladislav Píč (1847–1911); Píč, Josef Ladislav. Čechy předhistorické II. Pokolení kamenných mohyl. Praha, 1900.

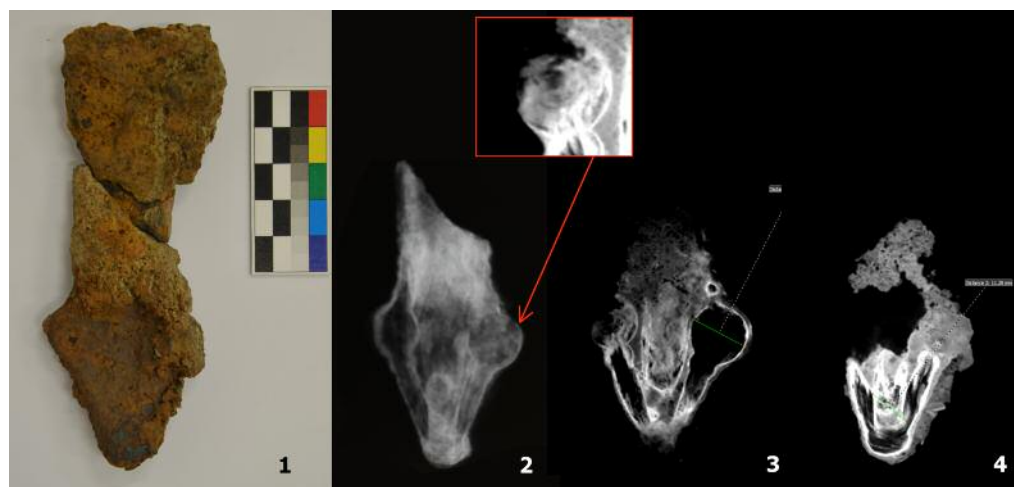
I meč z Vlčí prošel rentgenovým průzkumem, kde byl znázorněn přibližný tvar nákončí pochvy a můstku. Na základě zjištěných výrazných konstrukčních prvků a po dalším prostudování historické literatury včetně kresebné rekonstrukce byl předmět vybrán k detailnější počítačové tomografii.

Počítačová tomografie odhalila jemnou plastickou profilaci tří medailonů, upevněných na nákončí pochvy. Studováním trojrozměrného modelu ústí pochvy byly určeny tvary destiček závěsného můstku (obr. 6).

Nynější stav archeologického objektu je variabilní s lokálním výskytem aktivního korozního procesu (obr. 7) a v místech lomů dochází i během velmi šetrné manipulace k odlamování malých úlomků. V pozdější době tak bude pro lepení drobných úlomků obtížné určit jejich přesnější polohu. Na úlomcích jsou patrné druhotné zásahy lepení blíže nespecifikovaným adhezivem¹¹. Pro budoucí restaurátorské zásahy je toto adhezivo komplikovanou záležitostí, protože jeho případné mechanické odstranění bude časově náročné.

Část pochvy (obr. 8), naleziště Přemyslení (inv.č. 3027)

Na povrchu pochvy, pod výkroji na straně s žebrem, byla dle rentgenových snímků patrna rytá výzdoba v podobě dvou dračích hlav, a to i přes předešlou necitlivou



Obr. 6: Nákončí meče z Vlčí (1), RTG průzkum (2), různé řezy v projektu 3D modelu se záznamem nákončí (3, 4), ve výřezu je zvětšený detail medailonu s profilací. Řezy projektu: Martin Fořt, projekt CT: Ivana Kumpová.

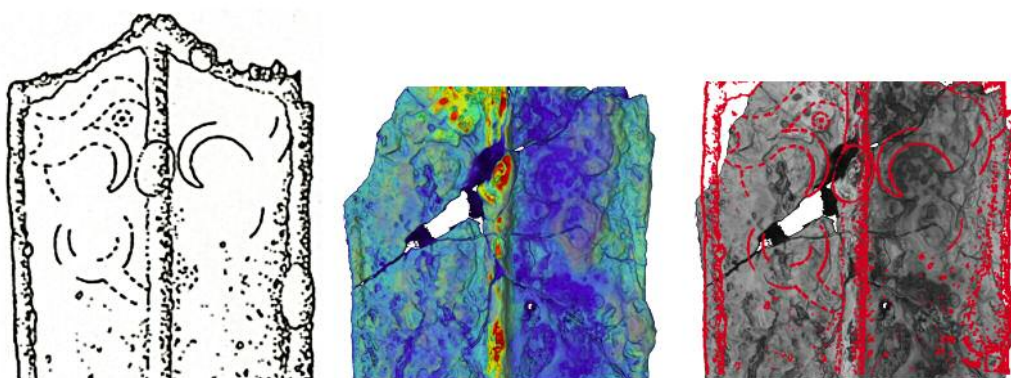


Obr. 7: Rozložení a rozmístění fragmentů do předpokládané sestavené pozice. Foto: Martin Fořt.

¹¹ Analýzy budou provedeny v rámci plánovaného restaurování.



Obr. 8: Část pochvy. Foto: Martin Fořt.



Obr. 9: Část kresebné rekonstrukce (autor Vladimír Tesař); Tomografický model části pochvy (Projekt CT – Ivana Kumpová); použití kresebné rekonstrukce s následným propojením do 3D modelu. Řezy projektu: Martin Fořt.

konzervaci v podobě masivního podlepení krepelínou¹² na zadní straně¹³, provedenou v minulosti. Pro objasnění a upřesnění ryté výzdoby byla provedena počítačová tomografie. Ve výsledném projektu bylo nutné upravovat korekci světla a barev, aby došlo ke zvýraznění rytiny. Rytina byla značně poškozena. Proto byla na základě zachovalých stop upravena kresebná rekonstrukce¹⁴, která byla virtuálně propojena s 3D modelem ve škále šedi, kde je struktura povrchu výraznější (obr. 9). Bylo tak možné přesně zkorigovat polohu výzdoby.

Restaurátorský záměr

Po kompletním průzkumu archeologických objektů a zmapování konstrukčních prvků byl vyhotoven restaurátorský záměr.

Bude přistoupeno k jemnému mechanickému čištění mikrotryskem vhodným abrazivem tak, aby došlo ke zviditelnění konstrukčních prvků a ryté výzdoby. Velkou problematikou bude odstranění druhotného zásahu (H1-111237), jehož osud bude záviset na plánované analýze složení starých adheziv.

¹² 100% přírodní hedvábí.

¹³ Zadní strana má stejnou informační hodnotu jako pohledová část a podlepování se provádí pouze lokálně v místě prasklin či trhlin.

¹⁴ Vychází z detailní kresebné rekonstrukce, kterou provedl Vladimír Tesař.

Součástí restaurování bude desalinace¹⁵ v destilované vodě s vhodně zvolenou dobou a teplotou (dle průběžných zkoušek obsahu iontů).

Po ukončení desalinace bude provedeno důkladné sušení s následnou pasivací 20% tanátem rozpuštěným v ethanolu a destilované vodě. Pasivace bude probíhat v několika krocích.

Po pasivaci bude provedeno opětovné důkladné sušení s následnou konzervací 10% lakem B-48N rozpuštěným v xylenu a po vytvrzení konzervační vrstvy bude provedeno lepení dvousložkovým lepidlem s lokálním použitím skleněných vláken. Po lepení bude provedena opětovná konzervace výše uvedeným lakem. V konečné fázi bude provedena konzervace voskem Cosmoloid H-80 rozpuštěným v benzínu.

Zkonzervované archeologické meče budou uloženy do předem vytvarovaného lůžka ze zpevněné PE desky, uložené v PE krabici.

Závěr

Pro konzervátora a restaurátora jsou výstupy radiografie a počítačové tomografie bohatým zdrojem vysoce kvalitních informací o výskytu skrytých trhlin, druhotných zásahů, výzdob a konstrukčních prvků.

Cenově dostupná radiografie podá ucelený obraz o stavu a poškození předmětu. Dnes jsou již některé muzejní instituce vybaveny přístroji poskytujícími velmi kvalitní digitální výstupy.¹⁶ Zmiňovaný stav předmětu je na snímcích dobře čitelný – trhliny jsou snadno dohledatelné; výzdoby typu tausie, konstrukční prvky, vnitřní konstrukce a povrchové úpravy cínováním jsou čitelné.

Dražší metoda počítačové tomografie se odsvědčila při potvrzování očekávaných konstrukčních prvků a výzdoby, naznačených již radiografií. Přinesla přesnější informace v podobě trojrozměrného virtuálního modelu s možností libovolných 3D řezů. Ty je možné detailně studovat a určit přesný tvar i malého detailu (např. zjištění

plastické profilace medailonů, které jsou velké cca 12–14 mm).

Na základě radiografie a počítačové tomografie je následně možné velmi přesně zvolit nejvhodnější postup čištění, hlavně co se týče zachování jemných výzdob či konstrukčních prvků.

Poděkování

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2017/27, 00023272).

Použité zdroje

- DRDÁCKÝ, Miloš, SLÍŽKOVÁ, Zuzana a VALACH, Jaroslav (eds.). *Příspěvek technických věd k záchraně a restaurování památek*. Praha: Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i., 2015, s. 322–331. e-ISBN 978-80-86246-49-9.
- HAFFNER, Alfred. Ein Frühlatèneschwert mit anthropoidem Knauf von Bescheid, Landkreis Trier-Saarburg. In: CHAUME, Bruno, MOHEN, Jean-Pierre a PERRIN, Patrick (eds.). *Archéologie des Celtes. Mélanges à la mémoire de René Joffroy. Préhistoire européenne*, 1999, 3, s. 123–129.
- HAVLÍK, Luboš. *Koroze slitin železa a jejich vyhodnocování* [online]. Brno, 2010, Bakalářská práce, s. 19 [cit. 20. 5. 2017]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/za_v_prace_soubor_verejne.php?file_id=25912.
- HÜBNER, Pavel, et al. *Úprava vody pro průmyslové účely* [online]. VŠCHT Praha, 2006, s. 80 [cit. 20. 5. 2017]. Dostupné z: http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-624-9/pdf/080.pdf.
- PERLÍK, Dušan. Možnosti a metody nedestruktivního průzkumu ve Středočeském muzeu. In: *Sborník z konzervátorského a restaurátorského semináře Plzeň 2005*. Brno: Technické muzeum v Brně, 2005, s. 98–103.

15 Vyluhování chloridových iontů, které aktivují korozní proces, jehož ukončení stanoví titrační metoda.

16 Obrázek ve formátu *.tiff.

PERLÍK, Dušan. *Povrchové úpravy železných archeologických nálezů*. In: *Sborník ze semináře Povrchové úpravy železných kovů v Brně 2012*. Brno: Technické muzeum v Brně, 2012, s. 46–49.

PÍČ, Josef Ladislav. *Čechy předhistorické I/2. Pokolení kamenných mohyl*. Praha, 1900.

SANKOT, Pavel, FOŘT, Martin, VOPÁLENSKÝ, Michal, KUMPOVÁ, Ivana

a VAVŘÍK Daniel. *Výsledky nového průzkumu časně laténských mečů z Chlumu u Rokycan a Vlčí, okr. Plzeň – jih*. In: *Archeologie západních Čech 12*. Plzeň: Západočeské muzeum v Plzni, 2017 (v tisku).