

FORUM / 2019 / ROČ. IX / Č. 2

PRO KONZERVÁTORY-RESTAURÁTORY FORUM FOR CONSERVATORS-RESTORERS

2019 / Vol. IX / No. 2
Peer-reviewed open access journal

Chief editor: Ing. Alena Selucká
Editors: Mgr. Pavla Stöhrová, Mgr. Jana Fricová

Editorial Board:
Ing. Ivo Štěpánek (Head of Editorial board)
doc. Dr. Ing. Michal Ďurovič
Akad. mal. Igor Fogaš
Ing. Pavel Jirásek
Ing. Jan Josef
doc. Akad. sochař Petr Kuthan
prof. RNDr. Jiří Příhoda,
Ing. Radka Šefců
Mgr. Pavla Stöhrová (Secretary)

Open access since 2019 available for free
on <https://mck.technicalmuseum.cz/casopis-fkr/>
The journal is indexed and abstracted in EBSCO.

Published by:
Technické muzeum v Brně
Purkyňova 105, 612 00 Brno, Czech Republic

Contact for communication:
fricova@tmbrno.cz / stohrova@tmbrno.cz / selucka@tmbrno.cz

© Technické muzeum v Brně, 2019
ISSN (Online) 2571-4384
ISSN (Print) 1805-0050

 TECHNICKÉ
MUZEUM
V BRNĚ

 METODICKÉ
CENTRUM
KONZERVACE

GRANÁTOMETNÉ PUŠKY S KŘESADLOVÝM ZÁMKEM – PRŮZKUM A RESTAUROVÁNÍ PO POŽÁRU

Petr Vaníček

Technické muzeum v Brně, Metodické centrum konzervace

Ing. Petr Vaníček je vedoucím Pracoviště ochrany technických památek a technologií Technického muzea v Brně. Ve své profesní praxi se dlouhodobě zabývá konzervováním-restaurováním muzejních sbírek z oblasti vědy a techniky. Jeho specializací jsou rovněž historické palné zbraně včetně zhotovování jejich replik a kopií. (vanicek@tmbno.cz)

Předmětem tohoto příspěvku je průzkum a konzervování-restaurování dvou granátometů s francouzskými křesadlovými zámkem, které jsou datovány do 18. stol. Tyto zbraně byly součástí expozice hradu Krásna Hôrka ve správě Slovenského národního muzea – Múzea Betliar. V r. 2012 byl hrad zasažen ničivým požárem, který poškodil i řadu exponátů. V případě granátometů došlo k vyhoření dřevěných pažeb, deformacím kovových částí a jejich poškození korozními produkty. Předměty byly předány k ošetření do Metodického centra konzervace Technického muzea v Brně. Analýzou XRF bylo potvrzeno, že pro odlití hlavní byla u jedné zbraně použita slitina mědi se zinkem (s obsah mědi okolo 80 %) a u druhé zbraně – bronz s koncentrací cínu cca 10 %. Jednotlivé kovové části byly mechanicky čištěny a osazeny na repliku dřevěné pažby. Pro kompletaci zbraní bylo nutné zhotovit i další chybějící díly. Restaurované granátometry budou opětovně vystaveny v nové expozici hradu obnoveného po požáru.

Klíčová slova: granátomet; poškození požárem; nedestruktivní průzkum slitin kovů; replika dřevěné pažby; konzervování-restaurování pušky

GRENADE LAUNCHERS WITH FLINTLOCK – SURVEY AND RESTORATION AFTER FIRE

This paper focuses on the survey and conservation-restoration of two grenade launchers with French flintlocks, which are dated in the 18th century. These weapons were a part of an exposition of the castle of Krásna Hôrka in the administration of Slovak National Museum – Betliar Museum. In 2012, the castle was struck by a devastating fire which also damaged a number of exhibits. Concerning the grenade launchers, the wooden butts burnt out, metal parts were deformed as well as they were damaged by corrosion products. The objects were passed on for treatment to Methodical Centre of Conservation of Technical Museum in Brno. With the XRF analysis was confirmed that as for one weapon, alloy of copper with zinc (with the copper content of about 80 %) was used for casting of its barrel, and as for the second weapon – bronze with tin concentration of about 10 % was used. The metal parts were mechanically cleaned and mounted on a replica of wooden butt. It was necessary to produce also other missing parts to assemble the weapons. The restored grenade launchers will be exhibited again in a new exposition in the castle which was renovated after the fire.

Key words: grenade launcher; damage by fire; non-destructive survey of metal alloys; replica of wooden butt; conservation-restoration of the grenade launcher

Dne 10. března 2012 došlo na hradu Krásna Hôrka k tragické události. Kompletní střešní konstrukce a části expozic vzplály plamenem. Následkem požáru bylo poškozeno 342 kusů sbírkových předmětů. Nejvíce devastovaná byla nově instalovaná expozice zbrojnice, kde byla zaznamenána vážná poškození u 137 kusů zbraní a zbroje. Tato muzejní sbírka patří k nejrozsáhlejším z 23tisícového sbírkového fondu ve správě Slovenského národního muzea (SNM) – Múzea Betliar. Zahrnuje chladné zbraně orientální proveniencí jako jsou jatagany, kilidže, saify a šamširy. Kromě zbraní menších rozměrů byly ohněm zasaženy také vojenské tympány, kompletní brnění nebo součásti zbroje – přilby a kyrysy z 16. až 17. stol. Mezi palnými zbraněmi se vyskytují výrobky slavných evropských dílen, jakými byli např. Loius Santosa v Madridu, česká dílna Poser nebo německý výrobce Behr. V rámci mezinárodní pomoci bylo v Metodickém centru konzervace Technického muzea v Brně (MCKTMB) v letech 2013–2015 konzervováno-restaurováno více jak 77 sbírkových předmětů poškozených ohněm. Důsledkem vysoké teploty při požáru došlo k totálnímu zničení organických materiálů – dřevěných rukojetí, pochev mečů, pažeb pistolí apod. Kovové části byly deformovány, v některých případech i nataveny a rovněž pokryty okujemi a zplodinami hoření. V rámci ošetření byly v první fázi spolupráce upřednostněny zejména postupy očištění povrchu a stabilizace stavu artefaktů. Následně byly předány další předměty, u kterých bylo požadováno doplnění zničených částí a kompletní restaurování s cílem obnovit jejich vypovídající hodnotu do nově renovované instalace hradu. Mezi těmito exponáty jsou i dva granátometry z 18. stol., které pocházejí ze sběratelské činnosti uherského rodu Andrassyovců. Tyto palné zbraně se nevyskytují běžně v muzejních sbírkách, spíše ojediněle, a proto byly vybrány pro bližší prezentaci postupu jejich ošetření.

GRANÁTOMETRY – OBECNÁ CHARAKTERISTIKA

Granátomet je ruční palná zbraň určená k vystřelování granátů. První granátometry se objevily v 16. stol. a nazývaly se někdy „ruční moždíře“ [Křížek – Čech, 1999]. Měly bronzové hlavně a klasické pistolové či puškové pažby. Účelem těchto zbraní byla možnost vystřelovat granáty na velkou vzdálenost. Mohly tak nahradit speciálně vycvičené vojáky, kteří ručně vrhali proti nepříteli první granáty. Ty měly podobu olověných, železných nebo skleněných koulí naplněných černým střelným prachem, které se zapalovaly pomocí hořícího doutnáku. Takto vybavení vojáci byli nasazováni do polních bitev, ale zvláště se osvědčili při dobývání pevností. Granátometná puška se vyznačuje krátkou hlavní s podkaliberní komorou, velkou ráží a silnou pažbou, což navyšuje její celkovou hmotnost. Proto její přeprava, ale i použití v boji, vyžadovalo fyzicky zdatné vojáky. Z tohoto důvodu je její výskyt v armádách 18. stol. značně omezený. K iniciaci prachu byly použity křesadlové zámky, které již vytlačily předchozí typy doutnákových a kolečkových zámeků. Hlaveň byla převážně odlévaná z bronzu a opatřena velkým vývrtem (40–50 mm i více). Pro granátometry je typické to, že získávají energii z prudké chemicko-tepelné reakce pohonné látky (tzv. střeliviny). Pokud tato reakce probíhá v uzavřeném prostoru hlavně a tlak vyvíjených plynů je využíván k pohonu střely, nazýváme takovouto zbraň hlavňovou palnou zbraní [Lederer, 2018].

GRANÁTOMETNÉ PUŠKY Z HRADU KRÁSNA HÓRKA

Předmětem konzervátorsko-restaurátorského zásahu byly dvě granátometné pušky s označením Z 11 (př. č. 1954/1177) a Z 56 (př. č. 1979/59). Obě zbraně patří do sbírkového fondu SNM, Múzea Betliar:

Granátomet Z 11 s francouzským křesadlovým zámekem a dlouhou hlavní s prstenci (Obr. 1):¹

- celková délka 780 mm, délka hlavně 347 mm, ráže 73,3 mm, hmotnost 8000 g (po restaurování)
- datace/provenience: 1700–1800, Německo



Obr. 1. Granátometná puška Z 11, SNM – Múzeum Betliar, stav před požárem na hradě Krásna Hôrka. Foto SNM – Múzeum Betliar / Grenade launcher Z 11, SNM – Betliar Museum, condition before the fire in the castle of Krásna Hôrka. Photo SNM – Betliar Museum



Obr. 3. Granátometná puška Z 11, poškozená hlaveň, stav po požáru. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 11, damaged barrel, condition after the fire. Photo Eva Řezáčová

Granátomet Z 56 s francouzským křesadlovým zámekem a krátkou hlavní (Obr. 2):

- celková délka 584 mm, délka hlavně 220 mm, ráže 55,4 mm, hmotnost 6130 g (po restaurování)
- datace/provenience: 1700–1800, Evropa

STAV GRANÁTOMETŮ PO POŽÁRU

Důsledkem působení ohně, došlo ke značné degradaci obou zbraní. Vysoká teplota při požáru, která dosahovala hodnot nad 700 °C (lokálně až o několik set stupňů více), společně s působením zplodin hoření měla za následek nevratné změny na organických i anorganických materiálech granátometů. Dřevěné pažby zcela shořely, přičemž se dochovaly pouze kovové části ve fragmentární podobě. Železné díly byly vyžihány, spojovací šrouby byly prohnuté žárem. U křesadlových zámeků došlo k vyžihání ocílek a všech per vyrobených z kalitelné oceli. Všechny železné díly byly pokryty korozními produkty – jednak okujemi následkem vysoké teploty a sekundární korozí z důvodu hasebního zásahu. Mosazné botky byly rovněž okujeny, ale držely svůj původní tvar. Podrobnějším průzkumem pomocí stereomikroskopu nebyly na zbraních nalezeny žádné signatury.

SPECIFIKA POŠKOZENÍ GRANÁTOMETU Z 11

U pušky Z 11 se mosazná zámková protideska rozpadla na čtyři části a mosazná ozdoba hřbetu dnového šroubu hlavně na dva díly. Mosazný lučík Z 11 byl rozlomen na čtyři části. Důvodem rozlomení těchto součástek kování bylo značné zahřátí mosazného materiálu a následující mechanické poškození propadem výstavní vitríny. Zcela chyběla železná spoušť, která nebyla ani na spáleništi dohledána. Rovněž chyběl šroub spodního uchycení hlavně do pažby, stejně tak jako vruty do dřevěné pažby (Obr. 4–6).



Obr. 2. Granátometná puška Z 56, SNM – Múzeum Betliar, stav před požárem na hradě Krásna Hôrka. Foto SNM – Múzeum Betliar Grenade launcher Z 56, SNM – Betliar Museum, condition before the fire in the castle of Krásna Hôrka. Photo SNM – Betliar Museum



Obr. 4. Granátometná puška Z 11, poškozený lučík pušky, stav po požáru. Foto Petr Vaníček / Grenade launcher Z 11, damaged trigger guard, condition after the fire. Photo Petr Vaníček



Obr. 5. Granátometná puška Z 11, rozlomená zámková protideska, stav v průběhu čištění. Foto Petr Vaníček / Grenade launcher Z 11, broken backplate of the flintlock, condition during the cleaning. Photo Petr Vaníček



Obr. 6. Granátometná puška Z 56, poškozená hlaveň, stav po požáru. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 56, damaged barrel, condition after fire. Photo Eva Řezáčová



Obr. 7. Granátometná puška Z 56, detail palcového štítku, stav po požáru. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 56, detail of thumb piece, condition after fire. Photo Eva Řezáčová

SPECIFIKA POŠKOZENÍ GRANÁTOMETU Z 56

Kovové části granátometu zůstaly po vyhoření pažby ve zkompletované podobě. Všechny spojovací šrouby zůstaly dotažené do příslušných dílů. V celku zůstalo spojení: zámek – hlaveň, hlaveň – spoušťová deska, spoušťová deska – palcový štítek, hlaveň – spodní šroub držení hlavně v pažbě. Křesadlový zámek vyrobený ze svářkového železa a jeho tři péra vyrobená z kalitelné oceli, byla zcela vyžihána, okujena a silně zkorodována. S ohledem na vyžihání pér došlo ke změnám jejich mechanických vlastností (ztráta pružnosti). Hlaveň byla kompletní, bez poškození, ale pokryta vrstvou okují.

V první fázi zcela chyběla mosazná botka, mosazný lučík, zadní velký šroub řemene a sada vrutů pro spojení botky a lučíku do pažby. Mosazná botka a lučík byly dohledány později na spáleništi. Jejich stav byl velmi dobrý, bez mechanického a tvarového poškození pouze s okujením povrchu. Mosazný palcový štítek byl kompletní bez většího poškození pouze pokrytý korozní vrstvou (Obr. 7 a 15b).

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM

K identifikaci různých kovových materiálů byla ve velké míře aplikována rentgenová fluorescenční analýza (XRF, RFA). Použit byl ruční spektrometr DELTA Premium (výrobce Innov-X Systems), který je součástí vybavení Metodického centra konzervace TMB.² Jedná se o neinvazivní analýzu chemického složení povrchu zkoumaného materiálu (předpokládána hloubka interakčního objemu materiálu je cca 30 μm). Výsledky chemického složení povrchové vrstvy mohou být proto ovlivněny korozními produkty, předchozím čištěním nebo technologickým zpracováním. Výsledky analýzy XRF jsou uvedeny u jednotlivých předmětů, přičemž většinou reprezentují mediánovou hodnotu ze tří měření povrchu, s různým načitacím časem (standardně 30 s). Výsledky analýzy jsou uvedeny v tabulce 1 a 2, místa měření analýzy jsou dokladována na Obr. 11 a 14. Na základě výsledků analýz chemického složení kovových materiálů lze potvrdit, že hlaveň granátometu Z 11 je odlišná ze slitiny mědi a zinku (s koncentrací Zn okolo 12 %), za přítomnosti i dalších prvků – zejména Sn, Pb a Fe.³ Botka, lučík a zámková protideska jsou také z mosazi. Hlaveň granátometu Z 56 je vyrobena z odlišného materiálu – bronzové slitiny s obsahem cínu okolo 10 %. Palcový štítek, botka a lučík jsou u zbraně Z 56 ale opět mosazné.

Křesadlové zamky francouzského typu jsou u obou zbraní zhotoveny ze svářkového železa. Bicí, ocilková a spoušťová pera jsou vyrobena z kalitelné oceli (obr. 9 a, b), která byla původně tepelně upravena popuštěním, avšak následně po požáru byla vyžihána.

KONZERVOVÁNÍ-RESATUROVÁNÍ

Jak bylo zmíněno v úvodu, záměrem zadavatele bylo v rámci ošetření předmětů obnovit vypovídající hodnotu zbraní. Za tímto účelem bylo odsouhlaseno doplnění chybějících zničených částí nově zhotovenými replikami, na které budou osazeny původní kovové fragmenty. Z tohoto důvodu bylo nutné rozebrat zapečené a zkorodované závitové spoje šroubů, zámkové protidesky a spoušťové desky u granátometu Z 11. Granátomet Z 56 měl spojeny části palcového štítku a spoušťové desky, hlavně a spoušťové desky a zámků s hlavní. K uvolnění spojů posloužil konzervační přípravek WD-40, který byl na spoje aplikován a po krátké časové prodlevě umožnil rozebrání spojů.

Místo měření	Koncentrace chemického prvku [hm. %]								
	Cu	Zn	Sn	Fe	Pb	Ni	Sb	Ag	Mn
hlaveň	81,8	12,5	2,7	1,3	1,1	0,3	0,2	0,1	-
botka	76,4	20,4	0,8	0,4	1,3	0,5	-	0,2	-
lučík	80,6	15,8	0,9	0,5	2,4	0,4	0,2	0,1	-
zámková protideska	73,2	23,9	0,2	0,2	2,1	0,3	-	0,1	-

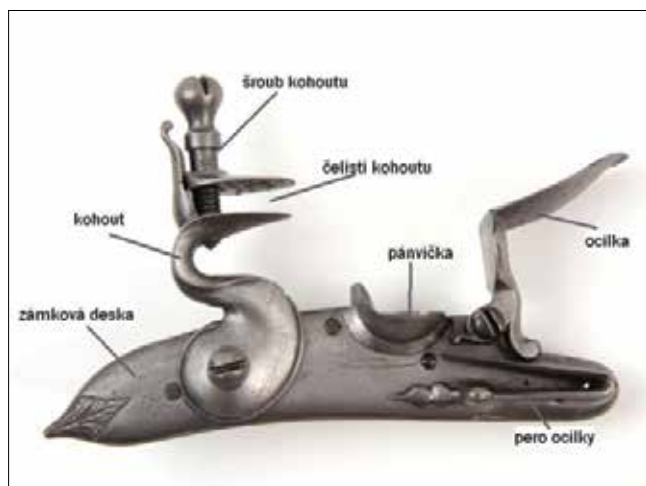
Tab. 1. XRF analýza granátometu Z 11 / XRF analysis Z 11

Místo měření	Koncentrace chemického prvku [hm. %]								
	Cu	Zn	Sn	Fe	Pb	Ni	Sb	Ag	Mn
hlaveň	87,9	-	10,7	0	0	0,1	0,5	0	-
botka	72,5	23,1	0,5	0,7	2,5	0,5	0,2	0	-
lučík	83,7	12,5	1,8	0,4	1,4	0,1	0,1	0	-
palcový štítek	68,2	30,0	0	0,5	1,0	0,3	-	0	-

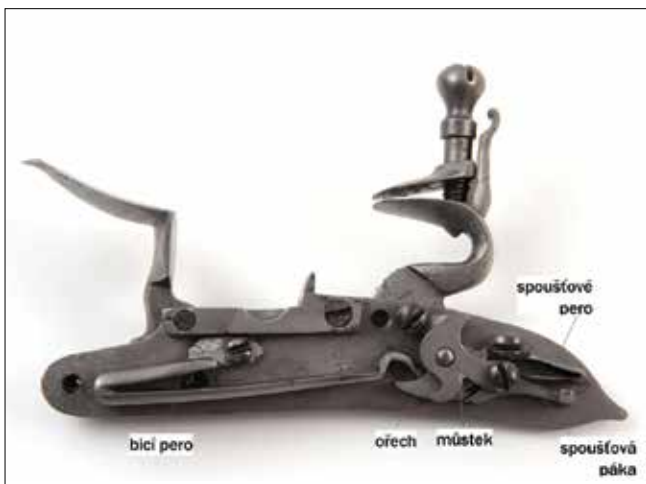
Tab. 2. XRF analýza granátometu Z 56 / XRF analysis Z 56



Obr. 8. Hlaveň a zámek granátometu Z 11 po očištění. Foto Eva Řezáčová / Barrel and lock of the grenade launcher Z 11 after cleaning. Photo Eva Řezáčová



Obr. 9a. Granátomet Z 11, křesadlový zámek s popisem jednotlivých částí, pravá strana, stav po očištění. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 11, flintlock with description of its parts right side, condition after cleaning. Photo Eva Řezáčová



Obr. 9b. Granátomet Z 11, křesadlový zámek s popisem jednotlivých částí, levá strana, stav po očištění. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 11, flintlock with description of its parts left side, condition after cleaning. Photo Eva Řezáčová

Všechny díly byly mechanicky očištěny (ručně smirkovými papíry a rotačními kartáči). U součástek z barevných kovů bylo nutné zvolit mikrotryskání jemným abrazivem z důvodu odstranění skvrn v barvě mědi, které vznikly hořením. Stav hlavně granátometu Z 56 neodpovídal stavu na originální fotografii, kde byl povrch leštěný. Kaverny na materiálu byly značně hluboké, aby bylo dosaženo stejného povrchu, bylo by nutné značně hlavě obrousit, a tím pozměnit i její rozměry. Proto byla hlavě čištěna pouze od vnějších korozních produktů a nebyla dále leštěna (obdobně i hlavě Z 11).

Dalším krokem byla oprava rozlomených dílů součástek zámkové protidesky, lučičku a ozdobného krytí hřbetu dnového šroubu u granátometu Z 11. Všechny tyto díly byly očištěny výše uvedeným způsobem a pájením natvrdo spojeny stříbrnou pájkou.⁴ Tvar a poloha jednotlivých dílů byla dána podobou každého lomu.

Následovala výroba chybějících součástek. Podle dochované fotografie granátometu Z 11 byl navržen tvar spouště. Její velikost se dala odměřit podle otvoru ve spoušťové desce a velikosti obloučku lučičku. Spoušť byla vyrobena z materiálu ČSN 11 500 (E295) svařením a nakováním. Povrch spouště byl upraven do podoby součástek, které se zachovaly v originálním stavu.

Šroub spodního spojení hlavně Z 11 byl soustružen z kulatiny ČSN 11 500 (E295). Ze stejného materiálu a stejným způsobem byl vyroben chybějící velký šroub řemene Z 56. Jeho tvar a velikost byla rovněž stanovena z originální fotografie. Povrch šroubu byl rovněž přizpůsoben originálním železným dílům. Závity byly vyrobeny starým stavitelným závitníkem s odpovídajícím stoupáním jako závity v otvoru. Příprava jednotlivých dílů tj. očištění, oprava a výroba nových součástek umožnily přistoupit k návrhu přířezu pažeb. Podle originálních fotografií byly navrženy tvary pažeb. Jejich velikost se odvíjela od přibližného přepočtu z fotografie a zvláště pak od zachovalých součástí tj. hlavně, zámku, lučičku a botky. Šířka přířezu byla dána průměrem hlavně, délkou spojovacích šroubů zámku a šířkou botky. Tímto způsobem byl vytvořen návrh přířezu, který se přenesl na desku ořezáku královského a vyřezal na pásové pile.

Po vyřezání přířezu pažby bylo přistoupeno k vlastnímu zapazbě jednotlivých dílů (Obr. 10). Jako první byla fixována hlavě. Postupným zapouštěním hlavně natřenou značící barvou (v oleji rozpuštěný pigment) bylo vytvořeno lože hlavně přesně kopírující její tvar. Následovalo postupné zapazbě botky, křesadlového zámku, spoušťové desky, spouště u obou granátometů. U granátometu Z 11 byla též připevněna zámková protideska a u Z 56 palcový štítek.

Po zapazbě všech dílů granátometných pušek bylo přistoupeno k finálnímu opracování dřevěných pažeb. Podle originální fotografie byl vytvářen povrch pažby se všemi záhyby a ozdobami a následovala závěrečná část broušení povrchu. Takto zpracovaná pažba byla napuštěna vodovým mořidlem. Mořidlo bylo barevně laděno tak, aby odstín odpovídal zabarvení na originální fotografii.



Obr. 10. Průběh zapazbování granátometu Z 11. Foto Petr Vaniček / Progress of installing the grenade launcher barrel Z 11. Photo Petr Vaniček



Obr. 11. Granátomet Z 11, výsledný stav po restaurování z pravé strany. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 11, resulting condition after restoration from the right side. Photo Eva Řezáčová



Obr. 12. Granátomet Z 11, detail zapažení křesadlového zámku, stav po restaurování. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 11, detail of installation of the flintlock into the barrel, condition after restoration. Photo Eva Řezáčová



Obr. 13. Granátomet Z 11, pohled na zapažení zámkové protidesky, lučiku a spouště, stav po restaurování. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 11, view of installation of the backplate, trigger guard and trigger, condition after restoration. Photo Eva Řezáčová



Obr. 14. Granátomet Z 11, výsledný stav po restaurování z levé strany. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 11, resulting condition after restoration from the left side. Photo Eva Řezáčová



Obr. 15 a. Granátomet Z 56, výsledný stav po restaurování z pravé strany. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 56, resulting condition after restoration from the right side. Photo Eva Řezáčová



Obr. 15 b. Granátomet Z 56, výsledný stav po restaurování, pohled ze shora. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 56, resulting condition after restoration from the top view. Photo Eva Řezáčová

Po provedení moření a jeho dokonalém zaschnutí byl povrch pažby lehce přebroušen jemnou ocelovou vatou. Následovalo napuštění pažby lněným olejem a jeho vsáknutí do povrchu. V závěrečné fázi bylo přistoupeno k aplikaci šelakové politury na povrch pažby. Tato operace byla prováděna postupným nanášením šelaku po dobu cca 14 dnů (politura je leštěná, nanášená postupně hadrovým klůčkem). Po dokonalém vytvrdnutí šelakové politury mohlo dojít ke kompletaci obou zbraní. Před tímto krokem byly všechny součástky očištěny omytím technickým benzínem. Dále byl povrch všech součástí opatřen protikorozním ochranným nátěrem mikrokrytalického vosku Revax (Obr. 11–16).



Obr. 16. Granátomet Z 56, výsledný stav po restaurování z levé strany. Foto Eva Řezáčová / Grenade launcher Z 56, resulting condition after restoration from the left side. Photo Eva Řezáčová

DISKUZE

Palné zbraně prošly za dobu své existence dlouhým a složitým vývojem. Určitou vývojovou etapu reprezentují též granátomety, pro které je charakteristická krátká hlaveň extrémně velké ráže. V případě granátometů z hradu Krásna Hôrka se jedná o dva typy těchto zbraní s křesadlovými zámky, datovaných do stejného období 18. stol., ale s odlišným tvarem a materiálem hlavní. Právě tato součást palných zbraní patří k nejvíce staticky a dynamicky namáhaným dílům. Na materiály hlavní jsou v současné výrobě kladeny vysoké nároky, jelikož mají určující vliv na konstrukci celé zbraně a její bojové vlastnosti. Musí mít vysokou pevnost, aby odolávaly tlakům prachových plynů. Kvůli rychlému a opakovanému zatěžování při výstřelu musí být houževnaté, aby především za nižších teplot nedocházelo ke křehkému lomu. Bez odpovídající tvrdosti se mohou hlavně deformovat a omačkávat od nárazů pohybující se střely. Důležitá je též žáruvzdornost a chemická odolnost vůči působení prachových plynů i atmosférických vlivů. Všechny tyto vlastnosti si musí materiál zachovat při širokém rozpětí teplot. Většina hlavní dnešních palných zbraní se proto zhotovuje z oceli, ale i slitin hliníku, titanu či vyztužených plastů (kompozitů). V počátcích jejich vývoje se však odlévaly zejména z bronzu, či se kovaly ze železa [Fišer, 2006]. Příkladem jsou uvedené granátomety, u kterých je použita u hlavní bronzová slitina s obsahem cínu cca 10 % (granátomet Z 56), ale i mosaz s obsahem Zn okolo 12 %, Sn okolo 2–3 % a dalších prvků (granátomet Z 11). Ostatní komponenty (botka, lučik, zámková protideska) jsou pak v obou případech ze žluté mosazi. Tento materiál se uplatňuje v konstrukci palných zbraní často, ale spíše na součástkách, které měly být zdobné, odolné proti korozi nebo se jenom lépe opracovávaly. V případě výroby hlavní není mosaz tak obvyklá a oproti bronzu vykazuje nižší houževnatost. Interpretace chemického složení slitin kovů uvedených hlavní však vychází pouze z analýzy povrchu materiálu, který byl oxidován za vyšší teploty. Koncentrace prvků ve slitině může být proto ovlivněna tvorbou oxidů kovů a ochuzení povrchové vrstvy o jednotlivé komponenty. Vznik zmiňovaných kaveren (důlků) na bronzové hlavní Z 56 lze přisoudit slévárenským vadám (typu „zadrobena“). I když je nelze dokladovat na jediné dodané fotografii zbraně před poškozením (Obr. 2), mohly se vyskytovat na dané hlavní již před požárem jako forma uvedených kovolitických defektů. Konzervování-restaurování křesadlových granátometných pušek bylo vedeno s cílem obnovit srozumitelnost artefaktů, které byly zasaženy ohněm. Devastační účinek tohoto živlu se nejvíce projevil na organických materiálech, které byly totálně zničeny. Bylo proto nutné nově zhotovit chybějící dřevěné pažby zbraní dle rozměrů kovových částí a fotografických záznamů stavu předmětů před poškozením. Způsob práce odpovídal historickému zpracování při výrobě v 18. stol. Při opracování pažby nebyly použity žádné moderní technologie (frézování, rotační vybrušování atd.). Pouze vyříznutí přířezu pažby podle návrhu bylo provedeno na stojanové pásové pile na dřevo. Restaurování a kompletace granátometů do finální podoby přibližující se co nejvíce původním artefaktům bylo v tomto případě optimálním řešením. Zachováním pouze separovaných očištěných fragmentů zámkových mechanismů a hlavní by se výrazně snížila jejich vypovídající hodnota a stejně tak by hrozila i jejich ztráta během následné manipulace.

ZÁVĚR

Uvedená práce přináší zajímavé výsledky a zkušenosti s ošetřením muzejních exponátů zasažených ohněm. Tento přírodní živl stále patří mezi nejvážnější rizika ohrožující předměty kulturního dědictví. Sdílení poznatků ohledně účinných preventivních opatření, ale i sanačních postupů a konzervování-restaurování je důležitou součástí muzejní praxe. Uvedené granátomety jsou ukázkou kombinace spojení autentických částí artefaktů s nově zhotovenými replikami zničených

komponent v jeden celek odpovídající původní podobě zbraní. V této souvislosti bylo podstatné to, že pracovníci SNM – Múzea Betliar měli k dispozici fotografie stavu zbraní před požárem a dohledali většinu jejich kovových fragmentů. Díky tomu se podařilo věrně zrekonstruovat chybějící části granátometů. V rámci průzkumu byly získány rovněž zajímavé poznatky ohledně změn mechanických vlastností jednotlivých kovových materiálů a jejich chemického složení. Takto restaurované a nově zhodnocené artefakty mohou být opětovně vystaveny v expozici hradu Krásna Hôrka jako doklady vývoje výroby a použití historických palných zbraní.

PODĚKOVÁNÍ

Pavlovi Fexovi za pomoc při povrchové úpravě replik pažeb zbraní, Ing. Aleně Selucké a Mgr. Michalovi Mazíkovi za výsledky materiálových analýz a jejich interpretace.

Práce vznikla v rámci institucionální podpory dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Technického muzea v Brně, IP DKRVO 2019.

POZNÁMKY

- 1 Fotografie dokládající stav zbraní před požárem nebyly pořízeny s barevnou škálou, tudíž nemohla být provedena přesnější korekce barev po doplnění poškozených částí.
- 2 Zařízení pracuje s budícím proudem rentgenky 200 μ A (napětí rentgenky 40 kV). Detektor přístroj (SDD) je primárně kalibrován do plochy o průměru 3 mm² s proudem rentgenky 200 μ A pro kvalitativně-kvantitativní analýzu prvků: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Zr, Nb, Ag, Sn, Bi, Sb, Hg, Au, Mg, Al, Si, P, S. Sekundární kalibrace se provádí pro linii K_α Fe každých 24 hodin.
- 3 Slitiny mědi se zinkem se obecně nazývají mosazi. Při nižších koncentracích zinku, kdy je slitina ještě načervenalá, se označují jako tombaky (obsah mědi od 80 % a výše). Při větším množství cínu nabývá slitina charakter podobný bronzům a tyto slitiny, tvořící přechod mezi mosazi a bronzem se nazývají červené kovy [Jareš, 1950].
- 4 Stříbrná pájka 40 % Ag obalená tavidlem Castolin Ecobraz 38240F pro teploty 650–710 °C.

LITERATURA

- FIŠER, M. a kol.: *Hlavně palných zbraní*, Univerzita obrany, Brno 2006, ISBN 80-7231-157-3, s. 4–5, s. 170.
- JAREŠ, V.: *Metalurgie neželezných kovů*, Praha, 1950, s. 210, 219.
- Kolektiv autorů: *Až na kov. Záchrana sbírek poškozených požárem hradu Krásna Hôrka*. Technické muzeum v Brně. 2016. ISBN 978-87896-38-9
- KRÍŽEK, L. – ČECH, Z. J. K.: *Encyklopedie Zbraní a zbroje*, Nakladatelství Libri, Praha 1999, ISBN 80-85983-70-2, s. 76.
- LEDERER, V.: *Výrobní procesy rámmů a hlavní střelných zbraní*, baka-lářská práce FSI VUT v Brně, 2018, s. 9.
- LUGS, J.: *Ruční palné zbraně: soustavný přehled ručních palných zbraní a dějin jejich výroby*. Vyd.1. Praha: Naše Vojsko, 1956.
- POKORNÝ K. – MATOUŠEK, J.: *Mistři uměleckých řemesel*, Nakladatelství BB/art, 2014, ISBN 978-80-7461-457-6, s. 145.
- TETŘEV, J.: *Historické zbraně. Granátomet za tři miliony*. Střelecká revue. Červenec 2017. s. 66–67.
- TETŘEV, J.: *Historické zbraně. The Cycle*. Střelecká revue. Červenec 2017. s. 66–67.
- ŽUK, A. B.: *Pušky a samopaly*. Vyd.2. dopl. Praha: Naše vojsko, 2004, ISBN 80-206-0712-9.