

## Analýza kamenných projektilů z pohřebiště starší doby bronzové Hroznová Lhota Traseologie a balistika

Analysis of lithic arrowheads  
from the Early Bronze Age cemetery at Hroznová Lhota  
Use-wear and ballistic analysis

Ludmila Kaňáková – Jaromír Šmerda – Vojtěch Nosek

*Článek přináší informace o nálezích štípané industrie v hrobech pohřebiště Hroznová Lhota – Přední čtvrtky od Žabince. Pohřebiště ze starší doby bronzové bylo zkoumáno v letech 2012 až 2015; je tvořeno kostrovými hroby s nitransko-únětickými charakteristikami. Štípanou industrií lze jednoznačně identifikovat jako složku materiálního projevu nitranské kultury. Zjištěnou kolekcí štípané industrie tvoří z 84 % kamenné projektily – hroty šípů. Byla provedena morfotypologická a traseologická analýza a zčásti rekonstruován jejich operační řetězec. Naše výsledky přispívají novými daty k poznání sociální dynamiky tohoto turbulentního období a nastavují odlišný obraz než dosud publikované analýzy projektilů z Moravy, čímž dokládají zřejmě odlišnou roli lukostřelby v jednotlivých ekonomicko-politicko-sociálních strukturách tehdejších společností, které identifikujeme jako tzv. archeologické kultury.*

starší doba bronzová – Morava – pohřebiště – nitranská kultura – štípaná industrie – projektily

*The article offers comprehensive information on chipped stone industry found in graves of the cemetery at Hroznová Lhota – Přední čtvrtky od Žabince, South Moravia (Hodonín distr.). The Early Bronze Age burial ground has been explored from 2012 to 2015; it comprises inhumation graves with characteristic features of Nitra and Únětice cultures. Chipped stone industry can unequivocally be classified as one of the material displays of the Nitra culture. The collection of chipped stone industry found consists by 84 % of lithic projectile points – arrowheads. Morpho-typological and use-wear analyses were carried out and the operational sequence was partly reconstructed. Our results contribute with new data to the knowledge of social dynamics in this turbulent period and show a different picture than the hitherto published analyses of arrowheads from Moravia, whereby they probably attest that archery has played a different role in individual economic – political – social structures of the then societies, whom we identify as the so-called archaeological cultures.*

Early Bronze Age – Moravia – cemetery – Nitra culture – chipped stone industry – arrowheads

### Úvod

Pohřebiště Hroznová Lhota – Přední čtvrtky od Žabince bylo zachyceno roku 2012 záchraným archeologickým výzkumem Masarykova muzea v Hodoníně. Výzkum na ploše budoucích inženýrských sítí, čtyř rodinných domů a přilehlé komunikace probíhal s přestávkami až do roku 2015. Prozkoumána byla zejména velká část rozsáhlejšího kostrového pohřebiště v nepravidelném řadovém uspořádání s většinou orientací hrobů ve směru V–Z, datovatelných podle průvodních nálezů do starší doby bronzové. Pohřebiště se nachází na severním okraji intravilánu obce. Před zahájením výstavby technické infrastruktury a nových rodinných domů byl celý prostor využíván jako zemědělsky obdělávaná půda. Naleziště

zaujímá polohu okolo 209 m n. m. těsně pod severozápadním vrcholem zdejšího návrší. Jde o severozápadní výběžek mírné terénní vyvýšeniny s nadm. výškou přibližně 210 m, zvedající se nad inundací soutoku říčky Veličky a potoku Kozojídka (*obr. 1*).

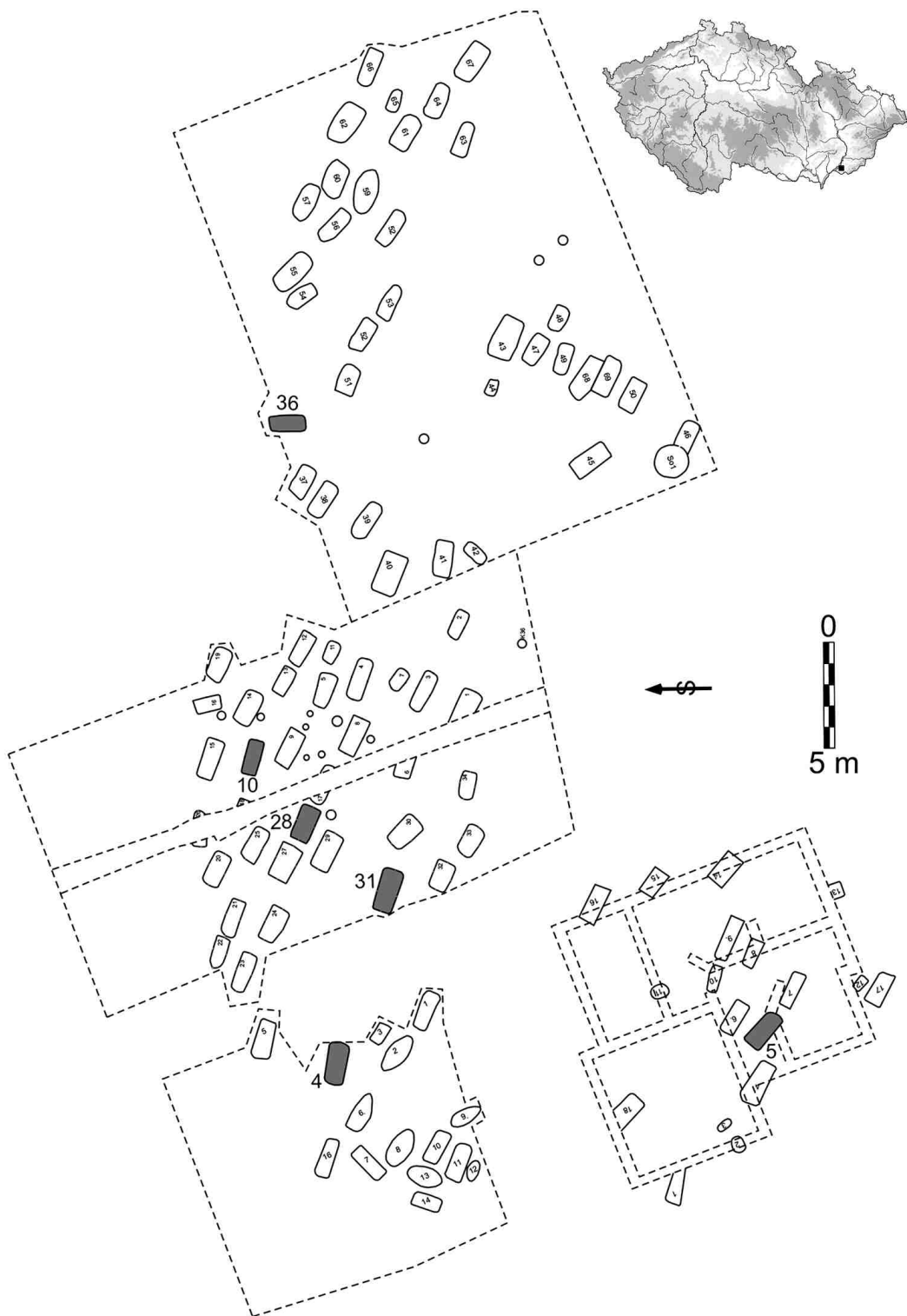
Archeologický výzkum probíhal s využitím standardních metod: realizace a dokumentace podélných i příčných řezů hrobových jam a postupného odběru jejich výplně po co nejmenších úrovních, pravidelná kontrola celé plochy i začištěných horizontů detektorem kovů, vyzvedávání nálezů v blocích zeminy, prosévání a plavení výplní a odběr parazitologických a palynologických vzorků.

Pohřebiště čítá na dosud odkryté ploše 115 kostrových hrobů, z nichž většina vykazovala známky narušení zásypu již v pravěku. Mezi některými hroby se nacházely kulové jámy bez datovatelného materiálu, a to jak v nahodilém uspořádání, tak v pravidelných vzdálenostech od hrobových jam, přičemž v tomto druhém případě nelze vyloučit souvislost s nadzemními konstrukcemi tzv. domů mrtvých. Jeden z hrobů byl narušen novověkou zásobní jamou na obilí. Nekropole není zřejmě zachycena v celé své rozloze, podle uspořádání hrobů lze s větší jistotou určit pouze severní a jižní okraj pohřebiště. Dokumentovány byly skrčené kostry mužů, žen i dětí s ustáleným pohřebním ritem. Ženy jsou pohřbeny na levém boku hlavou k východu a tváří jsou obrácené na jih. Muži jsou uloženi na pravém boku hlavou k západu, tváří také k jihu. Rozličná byla míra přitažení pokrčených nohou k trupu na boku či zádech, doprovázená odlišným uložením rukou před hrudí či na ní.

Hrobové jámy byly většinou obdélné či oválné a relativně mělké, zahloubené v průměru přibližně do 30 cm pod úroveň sprašového podloží. V některých případech se projeví i zbytky dřevěných rakví, resp. stromových sarkofágů. Zapuštění v různých hloubkách od ca 30 do 120 cm od současného povrchu znamenalo i odlišný stav dochování kostrového materiálu, který byl často druhotně přemístěn nejen recentním působením orby, ale již v pravěku při narušení hrobu druhotnými zásahy, které můžeme interpretovat nejspíše jako vykrádací šachty. V případě menších hloubek hrobové jámy byly tyto druhotné zásahy někdy jen obtížně rozpoznatelné. Přes četná narušení hrobových jam se podařilo v původních i druhotných polohách dokumentovat množství hmotné kultury, která ukazuje na nově objevené pohřebiště nitranské kultury se silnými vlivy kultury únětické (bude publikováno na jiném místě). Pouze jeden z hrobů pochází dle průvodních milodarů sady keramických džbánek už z pozdního eneolitu, konkrétně z kultury zvoncovitých pohárů (dále KZP). Velmi důležitou výpovědní hodnotu mají většinou jen minimálně narušené hroby mužů uložených na pravém boku, jak v téměř typické orientaci západ–východ tváří přibližně k jihu, tak v přibližně severojižní orientaci, vybavené v několika případech kamennými šípkami a úštěpy, nátepními destičkami a dýkami či nožíky ve tvaru vrbového listu, v jednom případě i kamenným sekeromlatem.

Přítomnost štípané industrie (dále ŠI) v hrobech nitranské kultury je známa a dobře dokumentována řadou publikovaných výzkumů (*Bátora 1986; Svoboda 1985; Šmíd 2006* aj.). V Hroznové Lhotě se ŠI nachází v sedmi z dosud zjištěných 115 hrobech nitranské kultury (6,08 %); toto pohřebiště můžeme tedy z pohledu výskytu ŠI počítat spíše mezi chudší. Pro srovnání, v Jelšovicích je hrobů s ŠI 6,42 % (*Bátora 2000*, 327–330), v Mýtné Nové Vsi 9,08 % (nepublikováno<sup>1</sup>), ve Slatinicích 18,2 % (*Šmíd 2006*, 4–10) a v Holešově 30,2 %

<sup>1</sup> Údaj vychází z celkového počtu odkrytých hrobů a počtu hrobů s projektily, které jsou nyní ve zpracování; počet hrobů s jakoukoli ŠI celkově může být tedy o něco málo vyšší.



Obr. 1. Plán pohřebiště s vyznačením polohy hrobů s projektily.

Fig. 1. Overall situation of cemetery, graves with arrowheads are highlighted.

(Ondráček – Šebela 1985, 5–79). Jen výběrový výskyt ŠI v hrobech je poměrně příznačným projevem pohřebiště závěru eneolitu a počátku doby bronzové. Rovněž významná dominance projektilů – kamenných hrotů šípů – v kolekcích ŠI z pohřebiště nitranské kultury je obecně doložena (Svoboda 1985, 181; Bátora 2000, 327–328). Projektily se podle dosavadních zjištění nacházejí výhradně v mužských hrobech. Kamenný štípaný artefakt publikovaný ze ženského hrobu ze Slatinic (Šmíd 2006, 19, tab. 1–16/1) jak podle morfologie dorzální plochy, tak dle řezu, nelze považovat za šipku. Pohlaví pohřbeného v bohatě vybaveném hrobě H54 na pohřebišti KZP Hulín – Pravčice, v němž byla nalezena i šipka, není známo. Spíše ženská pohřební poloha skeletu je zde dedukována pouze z polohy zbytku zubů (Peška – Kalábek 2009, 109). Soubor z Hroznové Lhoty zahrnuje celkem 19 ks štípané industrie, z toho 16 projektilů. Nápadnými jsou především jejich sety v hrobech 31 a 36.

Převážná část diskuse projektilů tohoto období se v našem badatelském prostředí soustředí na morfotypologii, tvarové škály, případně základní metrické indexy (Kopacz – Přichystal – Šebela 2009, 93–97; Olivík 2009; Matějčková 2009, 284–286), ačkoli na problematičnost třídění šipek v tomto chronologickém a geografickém rámci dle tvaru a velikosti poukázal s řadou příkladů již J. Peška (2009, 186, 187, 191 aj.). Tyto přístupy nepřinášejí kromě samotných třiditelných popisných parametrů žádné informace o společnosti, jíž projektily připisujeme, nebo o funkčních či sociálních rolích samotných projektilů. Rovněž dualita funkčního použití lov/boj je řešena jen ojediněle (Bátora 1994) a hypotéza vztahu velikosti šipky k velikosti lovené fauny je nadále chápána jako samozřejmá skutečnost (Peška 2009, 186).

Jak však prokázal D. Sosna (2012), projektily tohoto specifického období středoevropského pravěku jsou schopny vyvolávat a zodpovídat mnohem širší spektrum otázek, než je mechanické třídění. Kromě HPA (*High-power analysis*) traseologie (dosud použité zmíněným autorem na 32 ks šipek z pohřebiště KZP v Hošticích I) je nezbytné zabývat se tím, jak vlastně probíhal jakýsi životní cyklus nebo operační řetězec jednotlivého projektilu a co o něm můžeme rekonstruovat našimi analytickými prostředky. Cílem analýzy bylo mj. získat porovnatelná traseologická (a jiná podpůrná) data z projektilů dalších, s KZP rámcově soudobých kultur a ověřit závěry výše zmíněné studie v širším kontextu závěru eneolitu a počátku doby bronzové ve střední Evropě. Hypotéza spíše symbolické funkce hrotů šípů (Sosna 2012, 326–327) se vztahem k ideologické dimenzi válečnictví a bojovnícké identity KZP je podpořena vedle nízké frekvence dokladů funkčního poškození i dalšími aspekty problematiky tzv. lukostřelců kultury se zvoncovitými poháry, jako je nízké procento výskytu projektilů v hrobech celkově, častěji přítomnost jediného projektilu místo lukostřeleckého setu, pochybnosti o funkčnosti nátepních destiček (Fokkens – Achterkamp – Kuijpers 2008), malý výskyt bojovníckých zranění na skeletech (Drozdová a kol. 2012) a neprokázané stranové nerovnováhy ve vývinu svalových úponů, kterými by se výrazné zaměření na lukostřelbu dle autorů mělo projevit (Sosna – Sládek – Galeta 2010).

## Metoda

Po základním morfotypologickém a surovinovém určení všech artefaktů v souboru ŠI, byly projektily posouzeny z hlediska metriky, přímých dokladů funkčního použití (*diagnostic impact fracture* – dále *DIF*), dokladů reparací funkčních poškození (*operational chaine*)

a sekundárních znaků funkčního použití (*hafting wear, transport wear*). Metrika byla provedena pomocí dokumentace 3D fotogrammetrií, je tedy zcela přesná, lze zvolit libovolná místa, body i řezy; a s rozměrovými parametry projektilů lze v budoucnu dále pracovat na poli balistiky nebo při sledování možných reparací (operačního řetězce). K traseologickému posouzení používáme optický mikroskop Olympus pro sledování v odraženém světle při zvětšení 200× (*HPA*).

## Nálezové okolnosti a popis projektilů

Jak bylo uvedeno výše, kamenné šipky pocházejí na zkoumaném pohřebišti z šesti mužských hrobů nitranské kultury (autorem antropologického posouzení je Tomáš Zeman). Vícečetné sety pocházejí z hrobu H31 (4 projektily) a H36 (7 projektilů). V hrobech H04, H10 a H28 byl nalezen pouze jeden exemplář, v hrobě H05 dva.<sup>2</sup> V popisech artefaktů dáváme přednost širšímu termínu projektil před označením hrot, aby nedošlo k záměně hrotu za hrot projektilu (špičku). Diskuse o správném označování projektilů *versus* hrotů je v tomto ohledu marginální (*Hutchings 2011* aj.). Pokud nechceme používat laický termín šipka, lepší český jednoslovný ekvivalent pro hrot šípů nemáme. S ohledem na variabilitu rozměrů a tvarů projektilů uvádíme v následující přehledové tabulce charakteristiky, které považujeme za významné pro předběžné posouzení letových vlastností a dynamiky projektilů. Přirozeně, že komplexní balistické zhodnocení bere v úvahu více parametrů a jejich vzájemné působení, to však vyžaduje zatím nedostupné prostředky, jako je testování v aerodynamickém tunelu, sofistikovaný záznam letové křivky a rychlosti, experimenty střelby do balistického gelu a nakonec také experimenty střelby na fyzické tělo, které navozuje situaci zásahu a průniku několika vrstev (umělé ochranné prostředky, kůže, měkké tkáně, skelet). Touto cestou naturalistického experimentu zatím směřovat nechceme, nicméně domníváme se, že popis projektilu by měl principiálně zohledňovat alespoň základní balistické údaje, které objasní stranové a podélné rozložení hmoty<sup>3</sup>, tendenci k rotaci, kompaktnost nebo naopak plochost ranivé stopy. Exaktní balistické virtuální modelování zatím není pro triangulární projektily vyvinuto, ačkoli existuje několik volně dostupných modelerů pro kulaté kovové projektily. Jejich letové vlastnosti se však přirozeně značně liší od chování triangulárních projektilů, především předvídatelností a relativně malým počtem parametrů, jež je ovlivňují.

V přehledové *tabulce 1* jsou uvedeny parametry, které zaslужují jasnou definici. Frakturou hrotu je míněna jakákoli fraktura bez ohledu na to, zda je její původ funkční, náhodný nebo postdepoziciční. Více k definitivnímu recentnímu zpochybnění spolehlivosti metody určování *DIF* založené na sledování tvaru lomu (*Fischer – Vemming – Rasmussen 1984*) přinesla studie V. Rots (*Rots – Plisson 2014*), případně naturalistické experimenty (*Loi – Brizzi 2011*).

<sup>2</sup> Poloha hrobů na dosud odkryté části pohřebiště je vyznačena na *obr. 1*. Hroby jsou číslovány vždy pro každou zkoumanou plochu zvlášť. Pro přesnou identifikaci je tedy hrobem H04 míněn H 4 na ploše RD Vrána, hrobem H05 je míněn H 5 na ploše RD Mizerák, hroby H10, H28, H31 a H36 jsou hroby těchto čísel na spojené ploše ZTV a RD Štípský.

<sup>3</sup> Celkové zhodnocení rozložení hmoty přináší v případě drobných projektilů více informací o jejich chování za letu než jen samotný výpočet polohy těžiště, které je významné u hodnocení jiných chladných penetrujících militárií (dýky, meče, hroty kopí, hroty oštěpů).

Projektíl	fraktura hrotu / tip fracture	asymetrie nárysu / front view asymmetry	stranová symetrie příčného řezu A / cross-section A side symmetry	stranová symetrie příčného řezu B / cross-section B side symmetry	podélný profil / longitudinal profile	výrazné zoubkování hran / pronounced edge serration	váha (g) / weight (g)	TCSA (mm <sup>2</sup> )	TCSP (mm)	surovina / raw material	retuš
H04/01	—	délka a tvar křídélek	S	A	zakřivený k dorzální ploše	—	0,85	47,3	33,7	SGS	úplná bifaciální plošná
H05/01	—	délka a tvar křídélek	S	S	přímý	+	0,75	31,7	28,1	R	úplná bifaciální plošná
H05/02	—	délka a tvar křídélek	S	A	přímý, křídélka zdvižena k dorzální ploše	—	0,73	33,5	29,0	R	úplná bifaciální plošná
H10/01	—	reparovaná fraktura levého křídélka	rotační A	S	přímý	+	0,68	31,2	29,4	SGS	bifaciální obvodová
H28/01	—	disproporce křídélek	A	A	zakřivený k dorzální ploše	—	2,61	74,2	39,3	SGS	úplná bifaciální plošná
H31/01	+	—	S	S	přímý	—	0,38	21,2	23,0	R	dorzální plošná, ventrální obvodová
H31/02	+	—	rotační A	S	přímý	+	1,03	41,0	36,4	SGS	bifaciální obvodová
H31/03	+	menší disproporce křídélek	S	S	přímý	—	0,54	31,7	28,9	SGS	úplná bifaciální plošná
H31/04	+	—	S	A	přímý	—	0,96	44,0	33,7	SGS	dorzální plošná, ventrální částečná plošná u hrotu a obvodová
H36/01	—	rotační vychýlení křídélek	rotační A	rotační A	přímý	+ při hrotu	1,52	43,0	36,6	R	bifaciální obvodová, ventrálně částečná plošná u hrotu
H36/02	—	—	S	S	přímý	+	0,94	32,3	30,4	R	úplná bifaciální plošná
H36/03	—	rotační vychýlení křídélek	A	A	přímý	—	0,71	30,4	29,7	R	dorzální plošná, ventrální obvodová
H36/04	—	—	S	S	přímý	—	0,49	28,8	27,9	R	úplná bifaciální plošná
H36/05	—	—	S	S	přímý	—	0,35	25,3	26,4	R	úplná bifaciální plošná
H36/06	—	rotační vychýlení křídélek	S	S	přímý	—	0,30	20,7	23,9	R	bifaciální obvodová
H36/07	—	—	S	S	přímý	+	1,61	41,5	31,9	R	úplná bifaciální plošná

Tab. 1. Popis projektílů (šipek) z hrobů pohřebiště nitranské kultury Hroznová Lhota – Přední čtvrtky od Žabince. S – symetrický, A – asymetrický, rotační A – rotační asymetrie, SGS – silicit glacienních sedimentů, R – radiolarit.

Tab. 1. Description of arrowheads from cemetery at Hroznová Lhota. S – symmetric, A – asymmetric, rotační A – rotation asymmetry, SGS – erratic flint, R – radiolarite.

Symetrie nárysu souvisí obecně s hodnocením rozložení hmoty, a zvláště ještě může působit asymetrie křidélek v závislosti na způsobu upevnění. Asymetrie tvaru nebo délky křidélek jsou poměrně časté.

Symetrie příčných řezů nám dává základní představu o rozložení hmoty s ohledem na možnou rotační dynamiku. Aniž bychom chtěli sklouznout jen do jiné formy morfotypologie, uvádíme jen dva řezy, protože pro základní představu postačují a pro úplnou analýzu balistiky a ranivosti projektilu nelze reálný experiment nahradit jakkoli vysokým počtem řezů. Jako informativní je zvolen řez pod hrotem, v jedné třetině délky vzdálenosti mezi hrotem a vrcholem výřezu báze (řez A) a řez v místě těsně nad výřezem báze (řez B), přesněji v 9/10 vzdálenosti od hrotu, aby do řezu nezasahovala obvodová retuš báze. Tyto řezy nám dávají uspokojivou informaci o dynamice kontaktu a průniku (kompaktní nebo plochý hrot) – řez A, a zároveň o vlivu projektilu na letovou křivku celého šípku (řez B). Podélný profil (přímý nebo zakřivený) může mít dle našeho názoru vliv na dolet. Výrazné zoubkování hran, které je záměrné, a není tedy jen nechtěným reziduem plošné retuše, je další charakteristikou ranivosti projektilu. Na zoubkování u některých projektilů upozorňuje i *J. Peška (2009, 186)* a považuje je za východoevropský prvek. Jako dodatečně uvádíme rovněž parametry obvyklé u analýzy ranivosti a průraznosti (*Sisk – Shea 2011*), ačkoli se jí zatím nezabýváme s ohledem na nezbytné experimentální podložení. Jejich hodnoty již nepočítáme podle přibližných modelů (*Sisk – Shea 2011, 3*), ale díky 3D datům poskytujeme přesný údaj.

Jednotlivé projektily jsou prezentovány v celkové kresbě (*obr. 2*) a dále na *obr. 5–10*, na nichž je v levé části dokumentace hrotu a případné fraktury pod zvětšením 50 $\times$ , a v pravé části příčné řezy získané z 3D modelů v SW prostředí MeshLab (řezy A a B) a podélný profil získaný stejnou cestou (C).

Hrob H04/2013 (*obr. 3: A*)

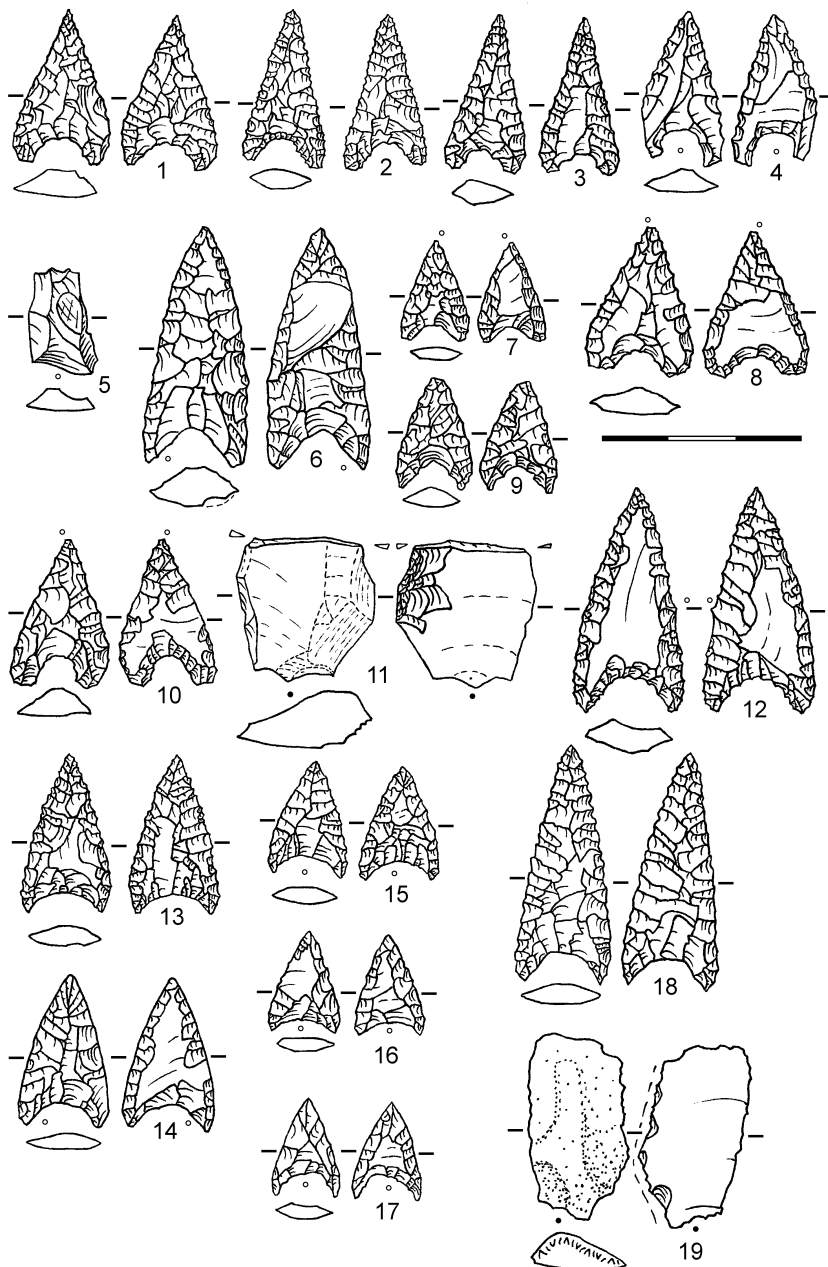
Obdélníková hrobová jáma se zaoblenými rohy o rozměrech ca 201  $\times$  119 cm měla přibližně západovýchodní orientaci. Již v první úrovni začištěného hrobu a dále na kontrolních vertikálních řezech zásypem i na úrovni poněkud asymetricky umístěné rakve rýsuující se v hloubce 24 cm od podloží byl patrný sekundární zásah směřující do západní poloviny. To potvrdila také dislokace kostí v horní polovině trupu, předloktí a rukou jedince mužského pohlaví pohřbeného ve skrčené poloze na pravém boku. U proximálního konce pravé holeně poněkud odsunutého od příslušného femuru byla objevena kamenná šipka (projektil H04/01). Podél pravého boku spočívalo žebro zvířecího skeletu. Dá se předpokládat, že předměty mohly být posunuty ze svojí původní pozice a hrobový inventář nemusí být úplný.

Hrob H05/2013 (*obr. 3: B*)

Hrobová jáma obdélníkového tvaru se zaoblenými rohy o rozměrech ca 221  $\times$  104 cm a s přibližně západovýchodní orientací byla zhruba v první třetině od východu narušena recentním výkopem základového pasu nového rodinného domu. Od úrovně 9 cm od podloží se nacházely sekundárně narušené kostrové pozůstatky muže uloženého původně na pravém boku. Bříšní stranou byl přitisknut ke dnu a k výrazné dislokaci došlo u horních končetin a lebky. Obrysy rakve nebyly zcela jednoznačně rozpoznatelné. Na dorsální straně pravé pánevní kosti se dochovaly dvě kamenné šipky (projektil H05/01 a 02) přitisknuté svými boky těsně u sebe, vedle levé pánevní kosti pak ležela měděná triangulární dýka hrotem dolů. Pod přemístěnou levou paží byl nalezen šperk ve tvaru vrbového listu, poblíž pod lopatkou pak už jen neurčitelné drobné měděné fragmenty. Oba projektily jsou vyrobené z radiolaritu, mají shodnou morfologii, velikost, úhel hrotu i zjevnou asymetrii křidélek (*obr. 6: A; 7: A*). Oba jsou formovány úplnou bifaciální plošnou retuší a postrádají frakturu hrotu (*obr. 5* uprostřed a dole).

Hrob H10/2012 (*obr. 3: C*)

Hrobová jáma obdélníkového tvaru se zaoblenými rohy s rozměry ca 196  $\times$  79 cm a přibližně západovýchodní orientací sekundárně narušila ve východní polovině víceméně oválná šachta. Zhruba 15 cm pod



Obr. 2. Kresebná dokumentace dosavadního souboru štípané industrie z hrobů nitranské kultury pohřebiště Hroznová Lhota – Přední čtvrtky od Žabince. 1 – hrob H04, 2–3 – hrob H05, 4 – hrob H10, 5 – hrob H15, 6 – hrob H28, 7–11 hrob H31, 12–19 hrob H36. Projektily jsou řazené v souladu s číslováním v *tabulce 1*.

Fig. 2. Chipped stone industry from cemetery at Hroznová Lhota. 1 – grave H04, 2–3 – grave H05, 4 – grave H10, 5 – grave H15, 6 – grave H28, 7–11 grave H31, 12–19 grave H36. Arrowheads ordering is in accordance with *table 1*.



úrovni nadloží se objevila kostra jedince mužského pohlaví (věk 20–25 let) uloženého ve skrčené poloze na pravém boku tváří k jihu, dislokace se však projevila mimo šachtu pouze v místě trupu a horních končetin. Z hrobového inventáře zůstala zachována kamenná šipka (projektil H10/01) u levé spodiny lebeční. Projektil je povrchově patinovaný a postižený předdepozicií frakturou levého křídélka.

#### Hrob H28/2012 (*obr. 4: A*)

V hrobové jámě se zaoblenými rohy o rozměrech ca 189 × 96 cm a s přibližně západovýchodní orientací byl v hloubce asi 38 cm objeven obrys rakve se známkami sekundárního narušení. Postupné odebírání záspy odhalilo nejprve keramickou nádobu uloženou nad kostrou muže spočívajícího na pravém boku se silně skrčenými dolními končetinami. Vedle pravého boku se nacházela měděná triangulární dýka a u levé kyčle kamenná šipka (projektil H28/01).

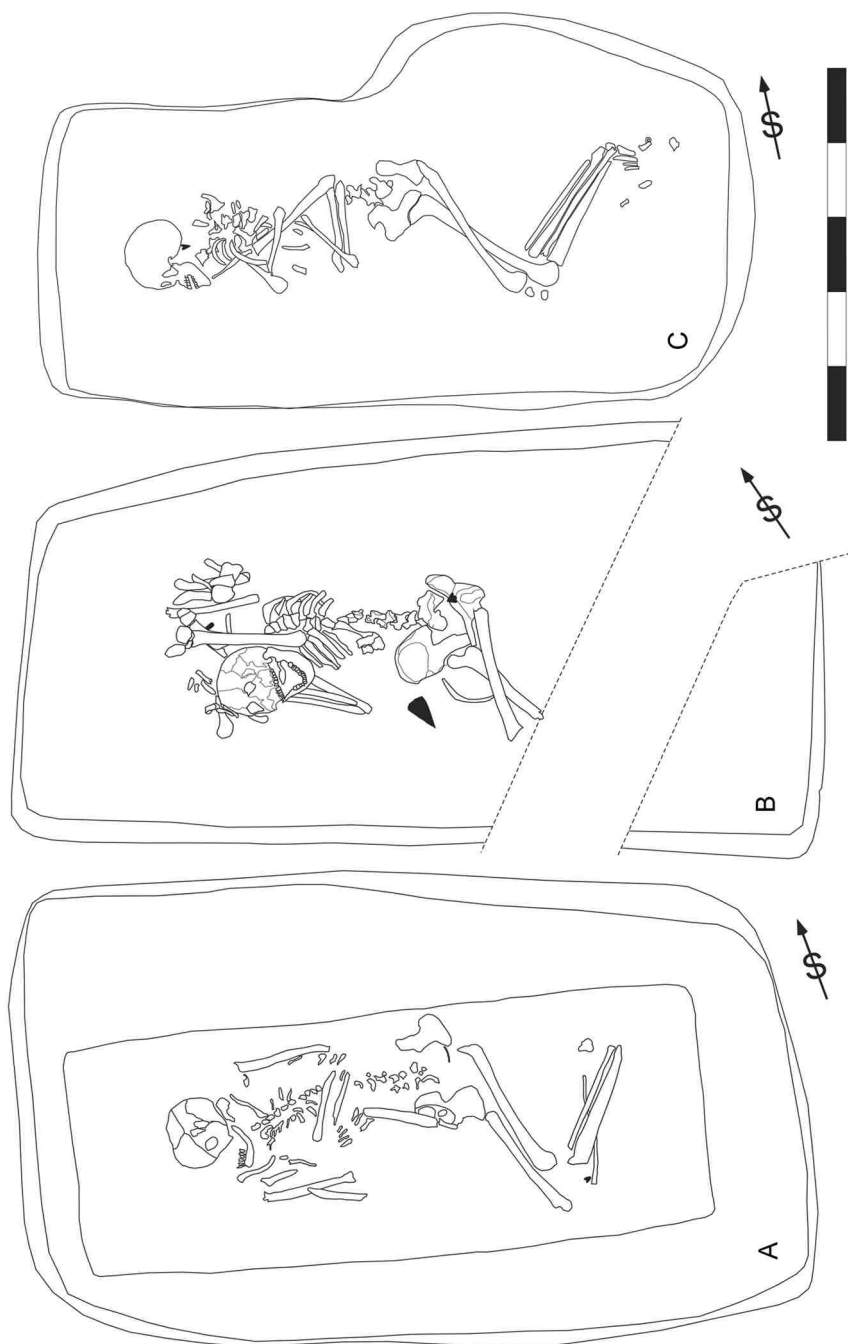
#### Hrob H31/12 (*obr. 4: B*)

Obdélníková hrobová jáma se zaoblenými rohy o hloubce asi 72 cm od úrovně podloží měla rozměry asi 204 × 109 cm, její stěny se směrem ke dnu zužovaly až na rozměry 192 × 88 cm. Hrob byl pouze minimálně porušen. Jedinec spočíval v rakvi, jejíž neúplně zřetelný tvar se světlou sprašovitou výplní silně narušenou bioturbací bylo možné rozlišit od podobně se projevujícího okolního záspy spíše na základě jiné konzistence. Pohřbeným byl robustní muž uložený na pravém boku tváří k jihu. Nápadná je jeho bohatá výbava, k níž patří bojovnické atributy (kamenný sekeromlat před tělem, čtyři projektily, miniatura nátepní destičky se dvěma měděnými páskovými objímkami po okrajích) a další předměty dokládající vyšší společenský status (měděná kruhová ozdoba se zlatým drátkem na levém spánku, měděný nožík tvaru vrbového listu u pasu před pánví). Pod chodidly se nacházela dvě mohutná zvířecí žebra. Trojice šipek byla nalezena těsně u sebe za pánví (projektily H31/02 jižněji, H31/03 pod ním a H31/04 severněji); šipky byly uloženy ve stejném směru. Jedna další šipka (projektil H31/01) spolu s dalším úštěpem ležela před tělem, poblíž nožíku. Hrob je s ohledem na svou výbavu nejvýznamnějším nálezovým celkem pohřebiště. Izolovaný projektil H31/01 nalezený před tělem je vyroben z červeného žilkovaného radiolaritu. Je v zásadě symetrický v obou příčných řezech, a podélný řez je téměř přímý. Hrot je stejně jako další projektily v hrobě postižen frakturou (*obr. 6 dole a obr. 7*).

#### Hrob H36/2012 (*obr. 4: C*)

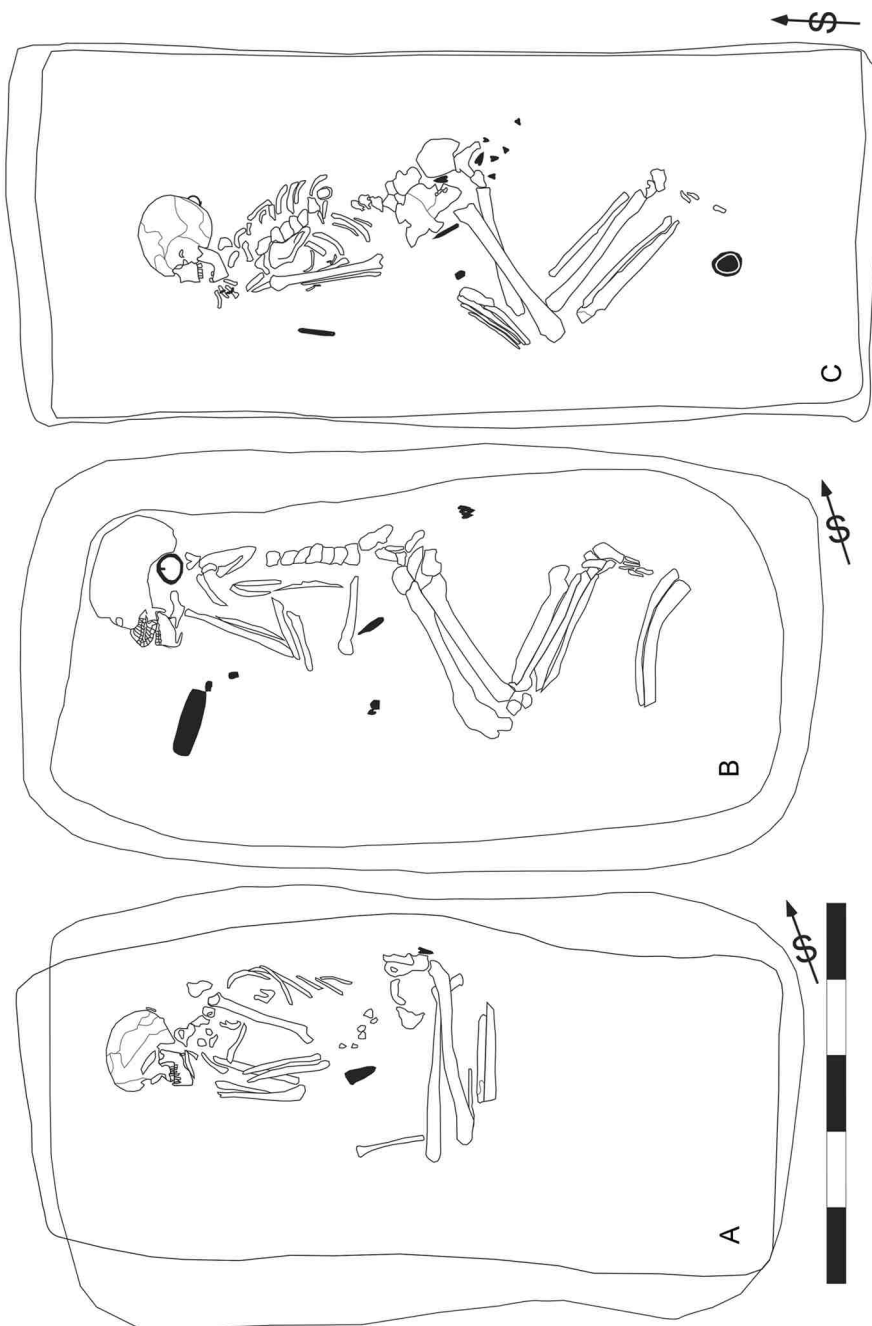
V relativně mělké obdélníkové hrobové jámě se zaoblenými rohy o rozměrech asi 204 × 96 cm a s orientací přibližně ve směru S–J se asi 9 cm od úrovně podloží objevily kosterní pozůstatky muže (věk 25–35 let) ve skrčené poloze na pravém boku, přičemž obrys rakve byl rozeznatelný pouze v oblasti dolních končetin. Poblíž pravé kyčle byl uložen set sedmi šipek, kdy dva největší exempláře se jí téměř dotýkaly (jeden z nich H36/07 překrývala pánevní kost), dva středně velké exempláře (projektily H36/02 a 03) se nalézaly v její blízkosti a o něco dále pak zůstaly rozestety tři nejmenší exempláře (projektily H36/04–06). Úzká kamenná nátepní destička opatřená otvorem na obou koncích se nacházela vedle silně skrčené levé paže. Levá ruka složená v pěst směrem k bradě byla ozdobena dvěma měděnými prstny. Po vyzvednutí lebky se pod pravou skrání objevila měděná kruhová záušnice. Před levou kyčlí byl umístěn měděný nůž ve tvaru vrbového listu řapem nahoru. Pod dolními končetinami byla uložena drobná asymetricky utvářená miskovitá nádobka bez ouška. Všechny projektily v setu jsou vyrobeny z radiolaritu a žádný z nich nemá frakturu hrotu.

Z hlediska nálezových okolností tedy můžeme konstatovat, že všechny projektily byly uloženy v hrobech mužů dospělého věku, sedm projektilů z hrobu H36 je skutečným lukostřeleckým setem uloženým buď v toulci za zády s šípky vloženými hrotem dolů, nebo ve váčku nošeném na zadní části pasu. Orientace projektilů v jedné ose byla narušena bioturbací, takže o poloze toulce nemáme jistotu. Trojice projektilů v identické poloze v hrobě H31 je uložena ve stejné ose, hrotem pomyslně dolů (na východ), jde tedy o jednoznačný set z toulce. Sety jsou v případě pohřebiště v Hroznové Lhotě uniformní z hlediska použité suroviny. Jiná poloha a jiná surovina nám dává indicii k předpokladu, že další projektil z hrobu H31 (projektil H31/01), nesouvisí s toulcovým setem a byl do hrobu vložen v jiné roli. Pokud bychom chtěli set vidět jako soubor šípů připravených k použití, zatímco izolovaný projektil



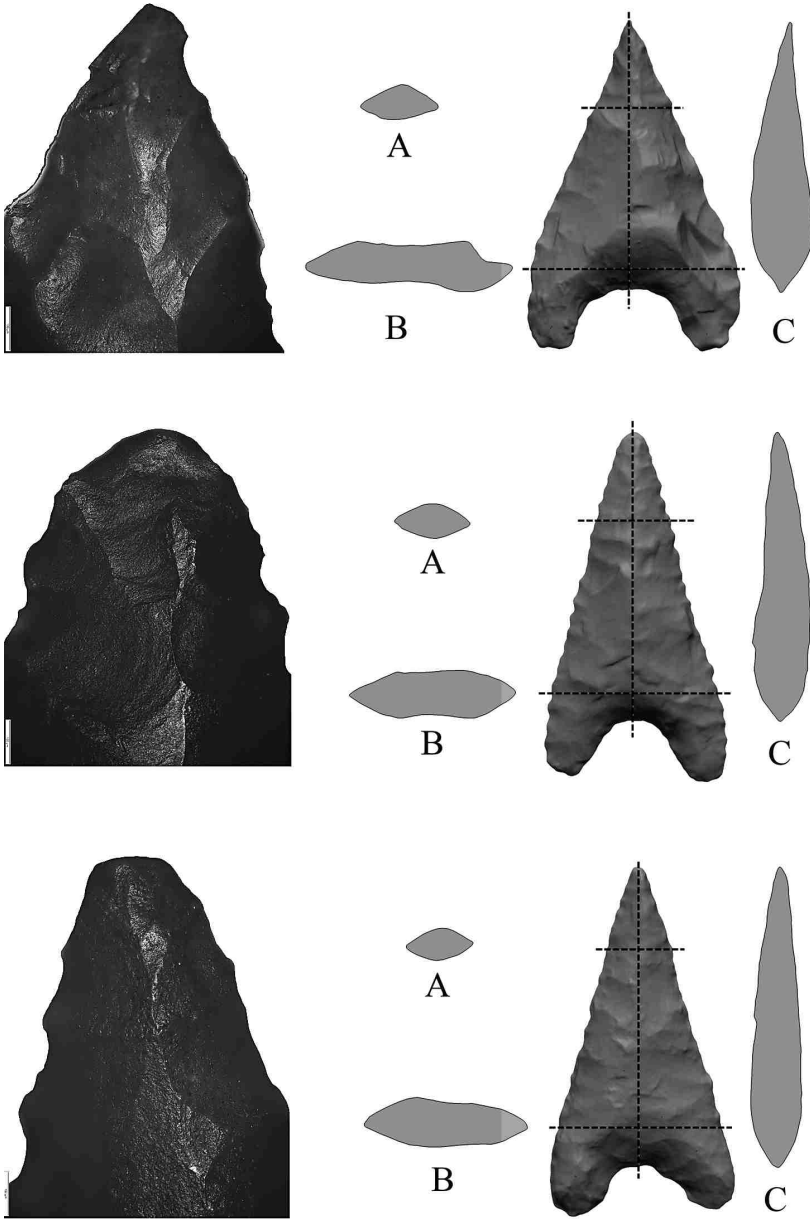
Obr. 3. Plány hrobů nitranské kultury pohřebiště Hroznová Lhota – Přední čtvrtky od Žabince: A – hrob H04, B – hrob H05, C – hrob H10.

Fig. 3. Hroznová Lhota, plans of graves with arrowheads: A – grave H04, B – grave H05, C – grave H10.



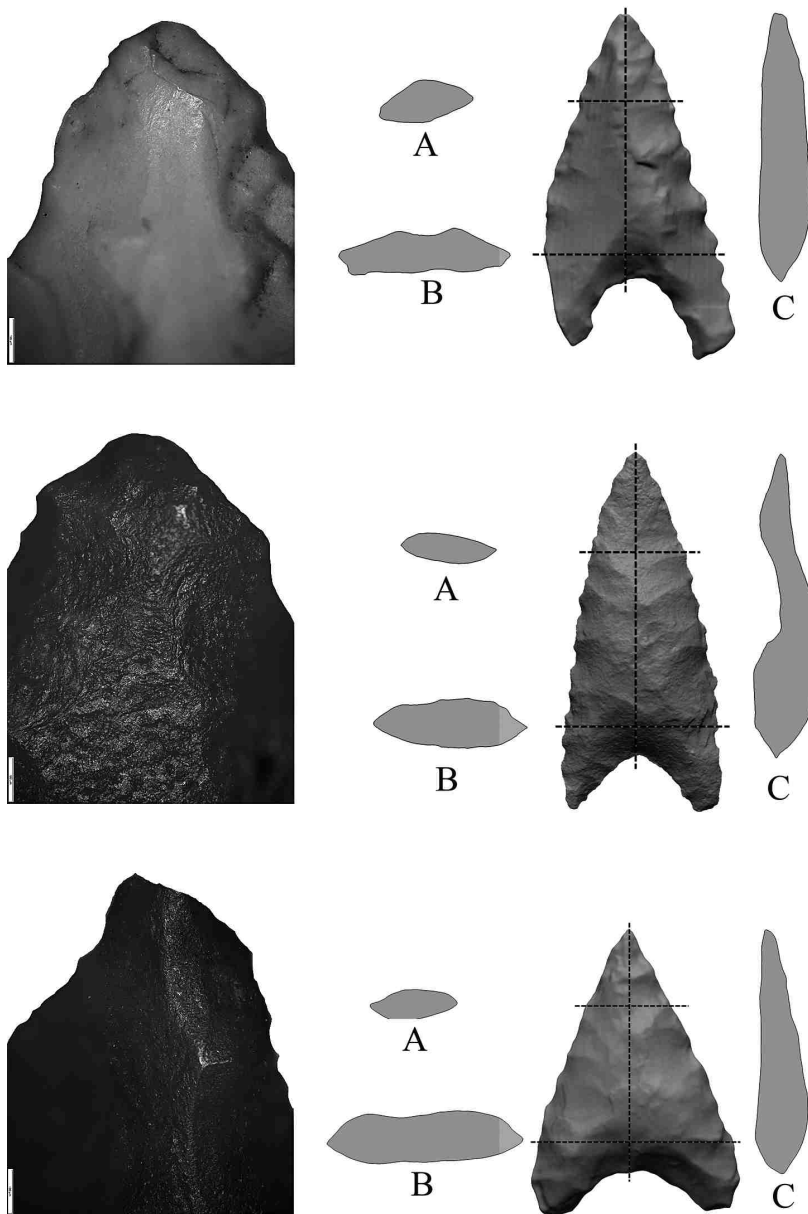
Obr. 4. Plány hrobů nitranské kultury pohřebiště Hroznová Lhota – Přední čtvrtky od Žabince: A – hrob H28, B – hrob H31, C – hrob H36.

Fig. 4. Hroznová Lhota, plans of graves with arrowheads: A – grave H28, B – grave H31, C – grave H36.



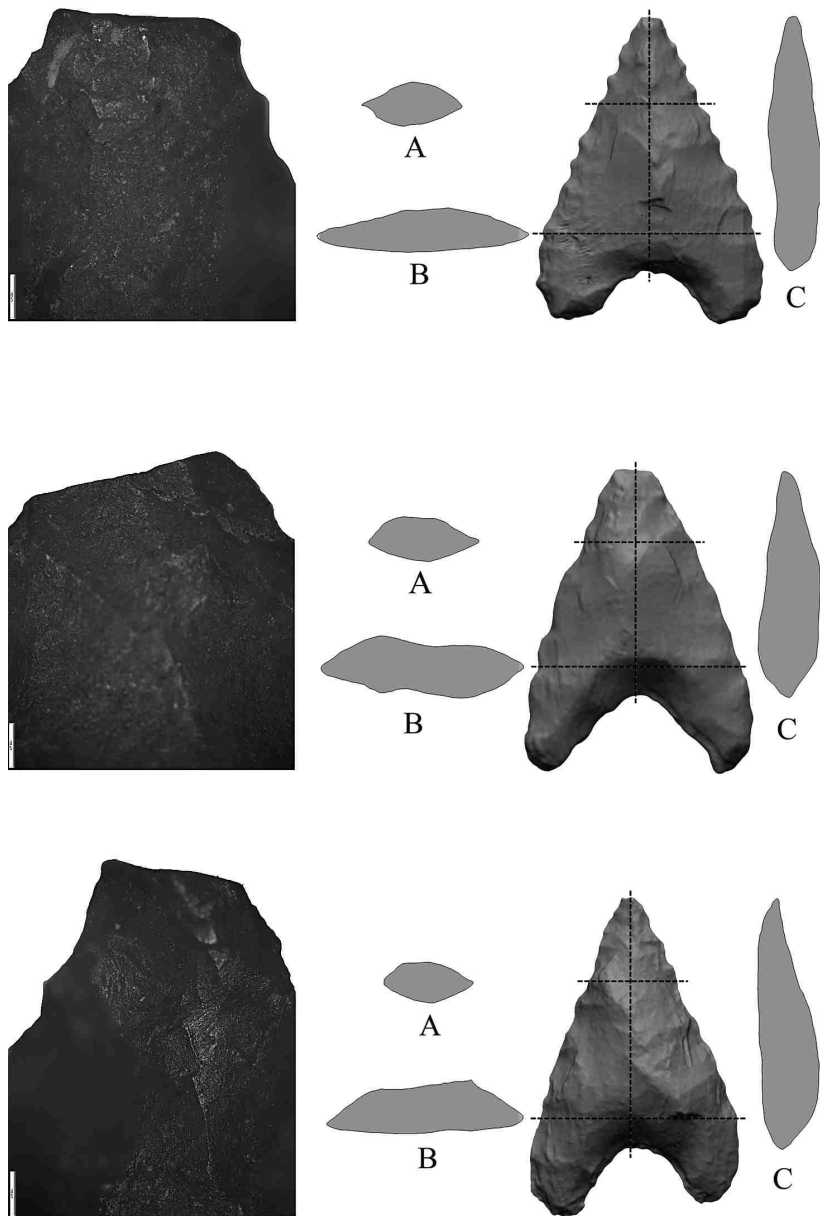
Obr. 5. Vlevo – hrot (měřítko vlevo dole 100  $\mu$ m, fotografováno při zvětšení 50x), vpravo příčné řezy A, B, podélný řez C (velikost modelu není v jednotném měřítku, aby i u malých projektilů byla zachována maximální čitelnost balistických úprav, v jednotném měřítku jsou projektily prezentovány na obr. 2). Nahoře projektil H04\_01, uprostřed projektil H05\_01, dole projektil H05\_02.

Fig. 5. Left – tip (scale above on the left 100  $\mu$ m, recorded with 50x magnification), right – cross sections A and B, longitudinal section C (model size is not in unified scale for to preserve maximal readability of ballistic features; projectiles are presented in unified scale at fig. 2). Above arrowhead H04\_01, in the centre arrowhead H05\_01, below arrowhead H05\_02.



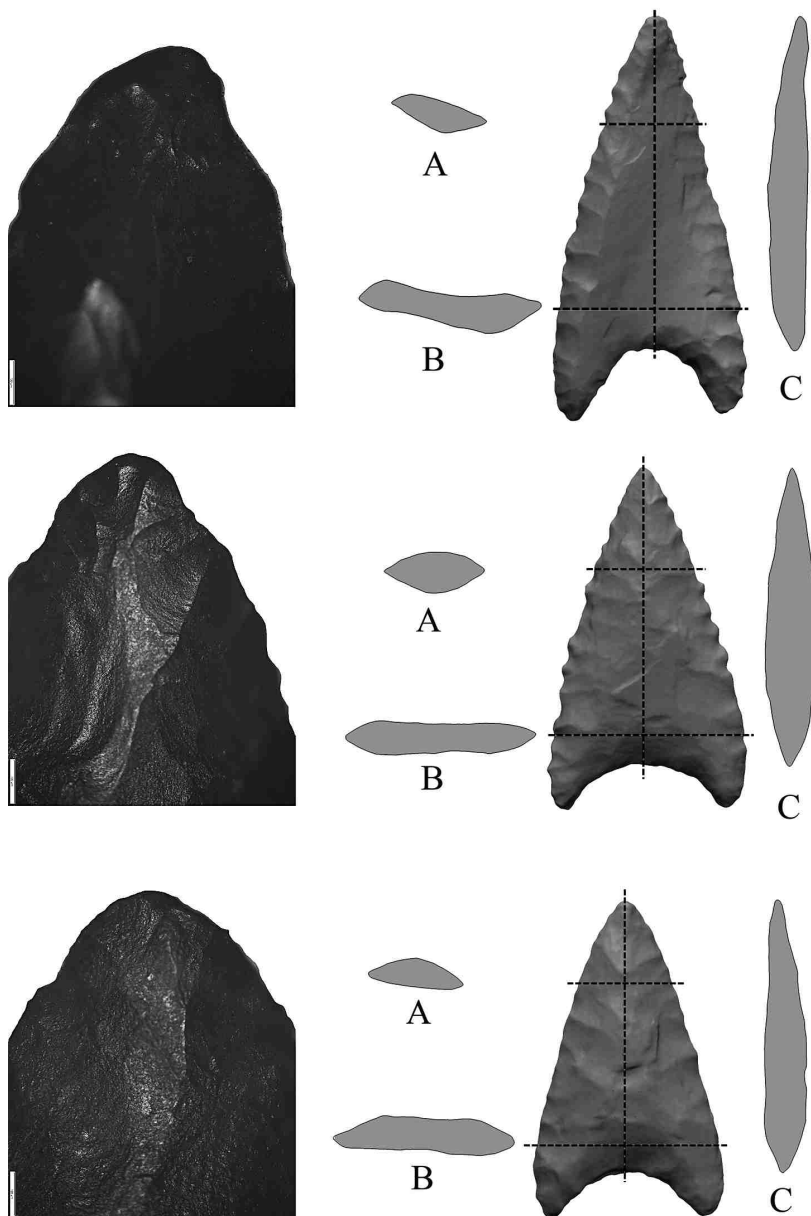
Obr. 6. Vlevo – hrot (měřítko vlevo dole 100  $\mu$ m, fotografováno při zvětšení 50x), vpravo příčné řezy A, B, podélný řez C (velikost modelu není v jednotném měřítku, aby i u malých projektilů byla zachována maximální čitelnost balistických úprav, v jednotném měřítku jsou projektily prezentovány na obr. 2). Nahoře projektil H10\_01, uprostřed H28\_01, dole projektil H31\_01.

Fig. 6. Left – tip (scale above on the left 100  $\mu$ m, recorded with 50x magnification), right – cross sections A and B, longitudinal section C (model size is not in unified scale for to preserve maximal readability of ballistic features; projectiles are presented in unified scale at fig. 2). Above arrowhead H10\_01, in the centre arrowhead H28\_01, below arrowhead H31\_01.



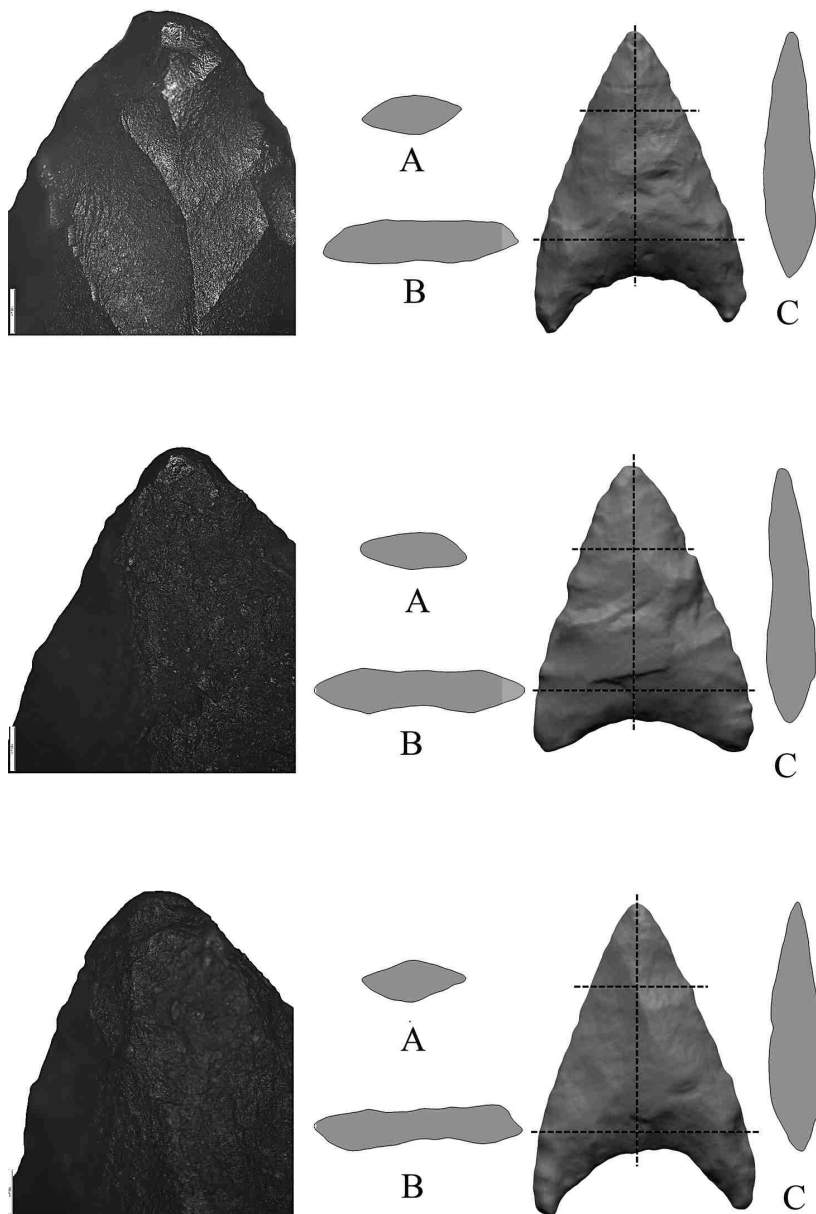
Obr. 7. Vlevo – hrot (měřítko vlevo dole 100  $\mu$ m, fotografováno při zvětšení 50x), vpravo příčné řezy A, B, podélný řez C (velikost modelu není v jednotném měřítku, aby i u malých projektilů byla zachována maximální čitelnost balistických úprav, v jednotném měřítku jsou projektily prezentovány na obr. 2). Nahoře projektil H31\_02, uprostřed projektil H31\_03, dole projektil H31\_04.

Fig. 7. Left – tip (scale above on the left 100  $\mu$ m, recorded with 50x magnification), right – cross sections A and B, longitudinal section C (model size is not in unified scale for to preserve maximal readability of ballistic features; projectiles are presented in unified scale at fig. 2). Above arrowhead H31\_02, in the centre arrowhead H31\_03, below arrowhead H31\_04.



Obr. 8. Vlevo – hrot (měřítko vlevo dole 100  $\mu\text{m}$ , fotografováno při zvětšení 50x), vpravo příčné řezy A, B, podélný řez C (velikost modelu není v jednotném měřítku, aby i u malých projektilů byla zachována maximální čitelnost balistických úprav, v jednotném měřítku jsou projektily prezentovány na obr. 2). Nahoře projektil H36\_01, uprostřed projektil H36\_02, dole projektil H36\_03.

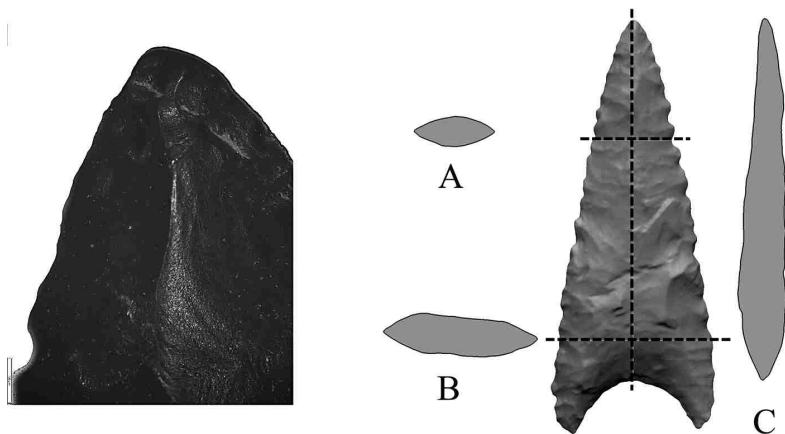
Fig. 8. Left – tip (scale above on the left 100  $\mu\text{m}$ , recorded with 50x magnification), right – cross sections A and B, longitudinal section C (model size is not in unified scale for to preserve maximal readability of ballistic features; projectiles are presented in unified scale at fig. 2). Above arrowhead H36\_01, in the centre arrowhead H36\_02, below arrowhead H36\_03.



Obr. 9. Vlevo – hrot (měřítko vlevo dole 100  $\mu$ m, fotografováno při zvětšení 50x), vpravo příčné řezy A, B, podélný řez C (velikost modelu není v jednotném měřítku, aby i u malých projektilů byla zachována maximální čitelnost balistických úprav, v jednotném měřítku jsou projektily prezentovány na obr. 2). Nahoře projektil H36\_04, uprostřed projektil H36\_05, dole projektil H36\_06.

Fig. 9. Left – tip (scale above on the left 100  $\mu$ m, recorded with 50x magnification), right – cross sections A and B, longitudinal section C (model size is not in unified scale for to preserve maximal readability of ballistic features; projectiles are presented in unified scale at fig. 2). Above arrowhead H36\_04, in the centre arrowhead H36\_05, below arrowhead H36\_06.





Obr. 10. Vlevo – hrot (měřítko vlevo dole 100  $\mu\text{m}$ , fotografováno při zvětšení 50x), vpravo příčné řezy A, B, podélný řez C (velikost modelu není v jednotném měřítku, aby i u malých projektilů byla zachována maximální čitelnost balistických úprav, v jednotném měřítku jsou projektily prezentovány na obr. 2). Projektil H36\_07.

Fig. 10. Left – tip (scale above on the left 100  $\mu\text{m}$ , recorded with 50x magnification), right – cross sections A and B, longitudinal section C (model size is not in unified scale for to preserve maximal readability of ballistic features; projectiles are presented in unified scale at fig. 2). Arrowhead H36\_07.

jako nějaký záložní nebo určený k opravě, uložený v pasovém váčku, musíme vzít v úvahu přítomnost fraktur hrotu, která je k této domněnce v opozici. Všechny projektily v tomto hrobě ji mají; jak ty v setu, tak onen izolovaný před tělem. Je samozřejmě zcela přijatelné, že malá fraktura nebyla nijak na závadu funkčnosti projektilu, a proto tyto zůstaly v toulci. Nemůžeme však uložení izolovaného projektilu uvažovat v intencích hrotu z funkčnosti vyřazeného, např. určeného k opravě. O nový hrot šípů rovněž nejde, alespoň podle traseologické analýzy (viz níže). Jeho přidavek do hrobu tedy mohl mít nějaký dosud nepostižitelný praktický, nebo symbolický aspekt. Také dvojici hrotů z hrobu H05 můžeme vzhledem k poloze těsně za pánví a stejné ose považovat za toulcový set. Na námitku, že jeden nebo dva projektily nemůžeme pokládat za plnohodnotnou výbavu lukostřelce, se nabízí snadné vysvětlení. Zdaleka ne všechny šípy musely být opatřeny kamennými hroty. Po takových šípech, stejně jako toulcích, by se v našich půdních podmínkách nedochovala žádná stopa a obraz archeologických dat by tak byl neúplný, a tím pádem deformovaný. Naopak poloha hrotů, které se v hrobech našly izolovaně, od toulcové polohy (pokud uvažujeme ukládání šípů hrotem dolů) poněkud variuje. V hrobě H04 není poloha jistá, mohlo dojít k dislokaci. Nicméně, jedná se o polohu před tělem, v prostoru mezi koleny. V hrobě H10 jde o polohu u hlavy, za tělem, v hrobě H28 u levé kyčle. Jde o případy polohy, kdy mohl být toulce zavěšený na levém rameni pouze posunutý na bok, nebo přeložený přes pánev, místo aby spočíval podél zad. Rovněž ukládání šípů do toulce hrotem nahoru není zcela vyloučeno (*Wittlesey – Reid 2004, 79 aj.*), i když se nám z hlediska moderní lukostřelby zdá nepraktické. Hroty šípů by pak byly lokalizovány mezi rameno a spodinu lebeční. U těchto čtyř projektilů tedy nemáme dostatečně jistá data, abychom posoudili, zda byly do hrobu přidány bez ratiště a mimo toulce (v pasovém váčku nebo jinak), nebo ne. Je také vhodné vzít alespoň hypoteticky v úvahu zavěšení toulce nikoli na zádech, ale u pasu, jak je to známo z většiny středověkých

vyobrazení lukostřelců. Dosavadní poznatky o uložení kamenných projektilů v hrobech závěru eneolitu a ve starší době bronzové ve střední Evropě tomu však zřejmě nenasvědčují (např. *Ondráček – Šebela 1985*, 22 – popis hrobu H84; aj.). Interpretace ojedinělých projektilů v hrobech by měla zohlednit i možnost, že se projektil dostává do hrobu uvnitř těla, nikoli jako milodar nebo hrobová výbava (*Marquez et al. 2014*). Uložení izolovaných projektilů v hrobech pohřebiště v Hroznové Lhotě o tom však nesvědčí ani v jednom případě.

## Morfotypologie

Soubor 19 ks štípané industrie z pohřebiště v Hroznové Lhotě zahrnuje 16 projektilů s křídélky a bifaciální plošnou nebo obvodovou retuší, drobný kortikální úštěp, jeden úštěp ze zásypu hrobu a místně retušovaný starší patinovaný úštěp. Surovinové spektrum je velmi úzce orientováno na dvě jemné suroviny vhodné pro výrobu projektilů s bifaciální plošnou retuší, na radiolarit a silicit glacienních sedimentů. Radiolarit zahrnuje různé barevné varianty – převažuje temně červená lesklá i matná, vyskytne se temně červená s žilkováním i zelená. Radiolarit je surovinou deseti projektilů a obou úštěpů. Surovinově unifikovaný je nápadný soubor z hrobu H36 (7 projektilů) a druhý menší z hrobu H05 (2 projektily). Silicit glacienních sedimentů se uplatnil jako surovina šesti projektilů a remodifikovaného patinovaného úštěpu. V hrobě H31 byly zjištěny čtyři projektily, z nichž tři jsou ze SGS. Po jednom projektilu pochází z hrobů 4, 10 a 28, vždy jsou ze SGS.

Většina projektilů je bifaciálně plošně retušována (9 ks), vyskytuje se i retuš bifaciální obvodová (4 ks), případně oba tyto postupy v různé kombinaci (viz *tab. 1*). Na řadě kusů si můžeme všimnout nápadné asymetrie nebo zvlnění v podélné i příčné ose. Lze obecně konstatovat, že projektily ze SGS jsou poněkud robustnější, jejich příčný řez je relativně vyšší.

Jestliže samotné fraktury hrotu jsou natolik mnohotvárné a nevypočitatelné (*Loi – Brizzi 2011*, 26–27), pak je prakticky nemožné odlišit funkční poškození (*DIF*) po střetu s kostí oběti, od náhodného poškození jak při střelbě, tak při jiném nakládání s projektily, nebo až postdepozicičně. Typologií *DIF* se tedy nezabýváme. Domníváme se rovněž, že morfologický popis fraktury je do značné míry subjektivní, neboť v jedné fraktuře lze spatřovat více typů (podobně *Rots – Plisson 2014*, 157); proto od jeho stanovení upouštíme. Fraktury hrotu vykazují všechny projektily z hrobu H31, ale žádné další. V případě projektilů z hrobu H10, a nejspíše i H04, došlo k fraktuře křídélka. V obou případech se jedná o křídélko levé; také u obou hrotů s asymetrickými křídélky z hrobu H05 je jedno křídélko kratší. Jinak radiolaritové ani další silicitové šipy poškozené nejsou.

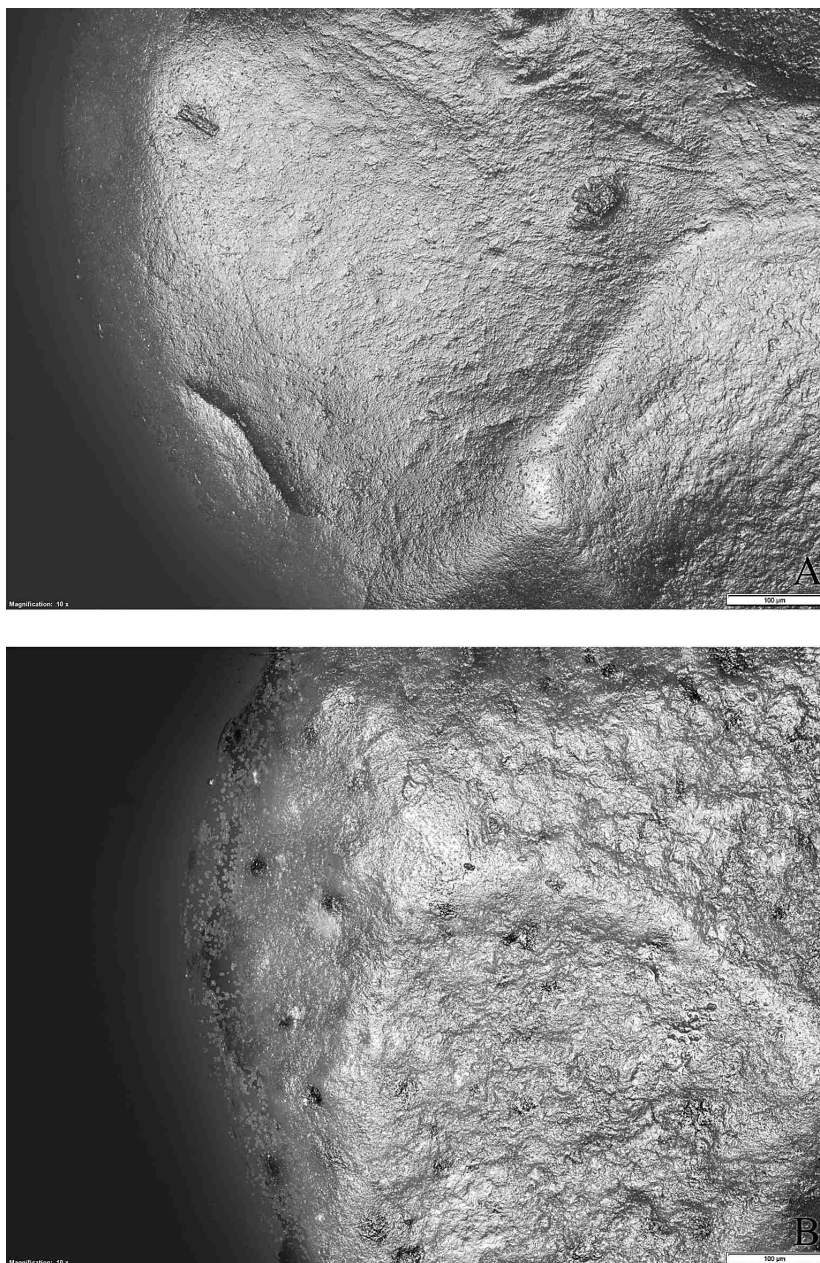
## Traseologie

Traseologie pod optickým mikroskopem Olympus se zvětšením 200× byla provedena s konzultační podporou Andrey Šajnerové. Předmětem zájmu byly především projektily ze setů, z hrobu H31 a H36, vzhledem k tomu, že se jedná o dva největší soubory z pohřebiště a že jim dominuje rozdílná surovina. Dalším rozdílem je četnost poškození hrotu v hrobě H31 a jeho nepřítomnost v hrobě H36, a nakonec i výrazné velikostní skupiny u hrobu H36, zatímco soubor z hrobu H31 je homogennější. Traseologie byla provedena u všech projektilů.

Přes všechny uvedené rozdíly obou setů vykazují všechny analyzované projektily shodné opotřebení na hrotech (ohlazení a zaoblení), ve střední části obou ploch (jasně definované plošky jasného plochého lesku) i na křídélkách (ohlazení s drobnými striecemi paralelními s podélnou osou). Všechny tři typy opotřebení se vyskytují bifaciálně.

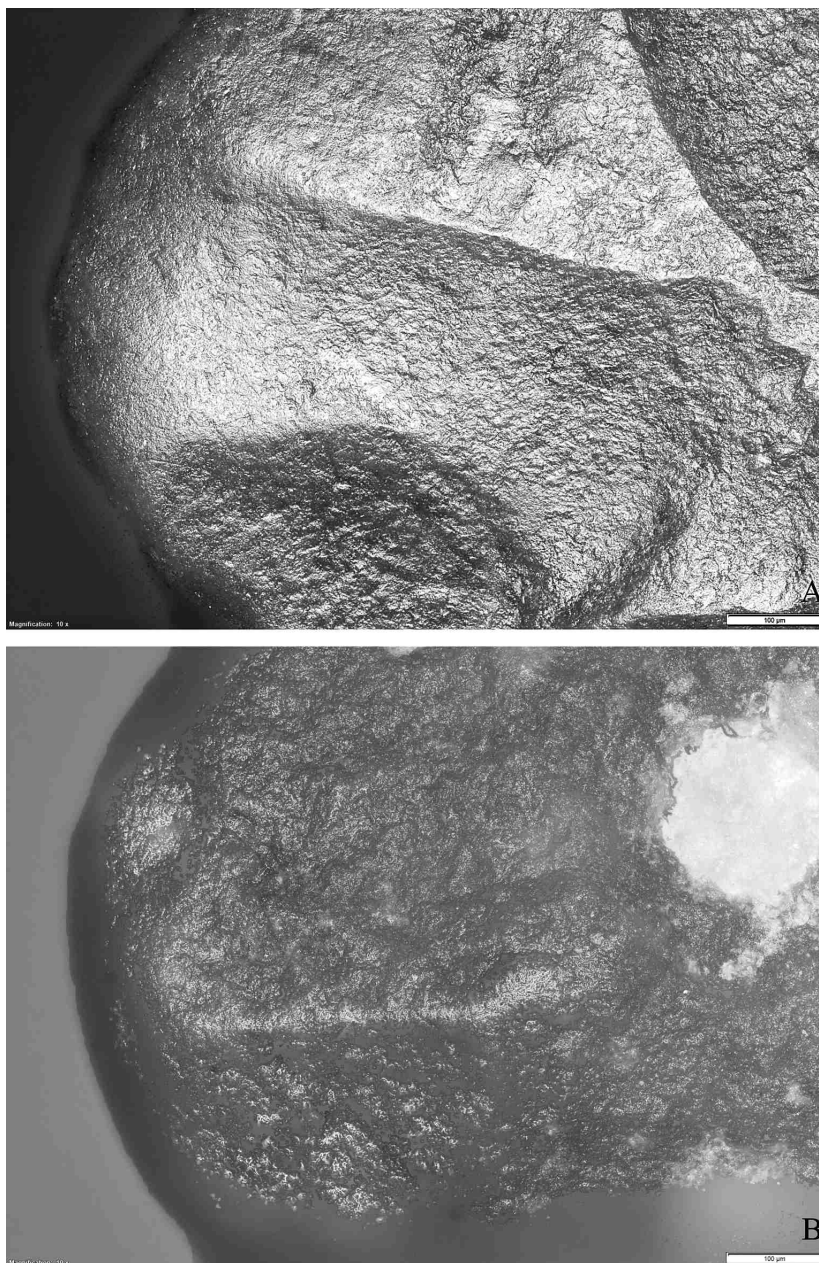
Ohlazení na hrotech vykazují znaky opotřebení způsobeného kůží (*obr. 11, 12*). Protože zjevně nejde o funkční opotřebení v souvislosti se střelením (kdy je kontakt jednorázový), jako nejpravděpodobnější se jeví otěry způsobené nošením v koženém zavazadle. Protože lesky nejsou přítomné na celé ploše, ale především při hrotu, původ otěrů z nošení samotných projektilů bez ratiště ve vácku u pasu můžeme vyloučit (*Rots 2002*). Spolu s paralelními striecemi na křídélkách a v dolní třetině délky je výsledkem drobného pohybu tam a zpět po jedné ose, například drobného natřásání kompletních šípů (tedy hrotů upevněných do ratišť) v toulci při chůzi nebo běhu. Šípy jsou v toulci nošeny obvykle projektilem dovnitř a opeřením ven. I při zatažení toulce vznikají při každém kroku drobné pohyby šípů a tedy i projektilů v toulci, tam a zpět po stejné vertikální ose. Zároveň jsou krocejové vibrace natolik početné i při jednorázovém transportu, že na rozdíl od jednoho až několika vystřelení, rozhodně mohou způsobit vyvinutí signifikantních opotřebení.

Na křídélkách není materiál způsobující lesky a striace identifikován jako kůže, je tvrdší (*obr. 13, 14*), a lze předpokládat, že jej způsobily spíše mikropohyby báze projektilu v ratišti a vázání (šlacha, lýko?). To nás může vést k závěru, že upevnění projektilů bylo tzv. na volno, pouze omotáním místa vsazení do násady šlachou, lýkem nebo jinými typy houževnatých přírodních vláken. Kožené řemínky vylučuje charakter lesků. Na žádném dosud analyzovaném projektilu nebyla zjištěna rezidua pryskyřic nebo jiných pojidel, což naši hypotézu podporuje. Toto upevnění dosahovalo nejméně do poloviny délky projektilu, jak o tom svědčí lokalizace otěrů. Důležitým momentem je funkční důvod tohoto typu upevnění. Napevno lepené projektily se na rozdíl od vázaných projektilů při výstřelu (resp. zásahu) v případě kontaktu s tvrdým materiálem (kost, chrupavka) zlomí na křídélkách nebo na bázi střetem síly nárazu a bočního vychýlení ratiště, které díky své délce působí jako dostatečně silná páka (*Fauvelle et al. 2012, 2806* – pro porovnání projektilů lepených asfaltem a vázaných šlachou). Musíme si uvědomit, při rozměrech našich projektilů, že vázání, ratiště a opeření váhově zdaleka převyšovaly hmotnost samotné kamenné šipky. V případě pouze vázaných, nelepených projektilů má šipka v upevnění dostatečnou vůli, aby nedošlo k jejímu nevyhnutelnému poškození. Nyní již nejsme daleko úvahy, že preference volného upevnění je při válečném použití účelná ze dvou důvodů: hrot je častěji vystaven nárazu do tvrdého povrchu než při lovu a snáze zůstane v ráně při pokusu o vytažení. U lovu jsou preference opačné, protože raněné zvíře utíká a ratiště šípů vlepeného napevno působí svou protiváhou při skocích nebo kontaktu s okolním podrostem rozsáhlá vnitřní zranění a krvácení, které zvíře rychle oslabí a také lze dobře sledovat jeho stopu. Fraktura báze nebo křídélka se prakticky nedá reparovat, protože rozpětí báze je dané již potřebami upevnění. Naopak délka projektilu není z funkčního hlediska primárním parametrem, a proto lze poškozený hrot snadno reparovat. Dojde pouze ke změně úhlu hrotu a celkové délky (*obr. 15*). Opotřebení vzniklá upevněním (*hafting-wear*) jsou tak pro podrobnější analýzu nejdůležitější, protože nejméně podléhají destrukci. Zatímco špička projektilu mohla být reparována a případná opotřebení tak mohla být odstraněna, báze a křídélka zůstávaly bez oprav, a proto se na nich opotřebení ukládala po celý funkční „život“ projektilu.



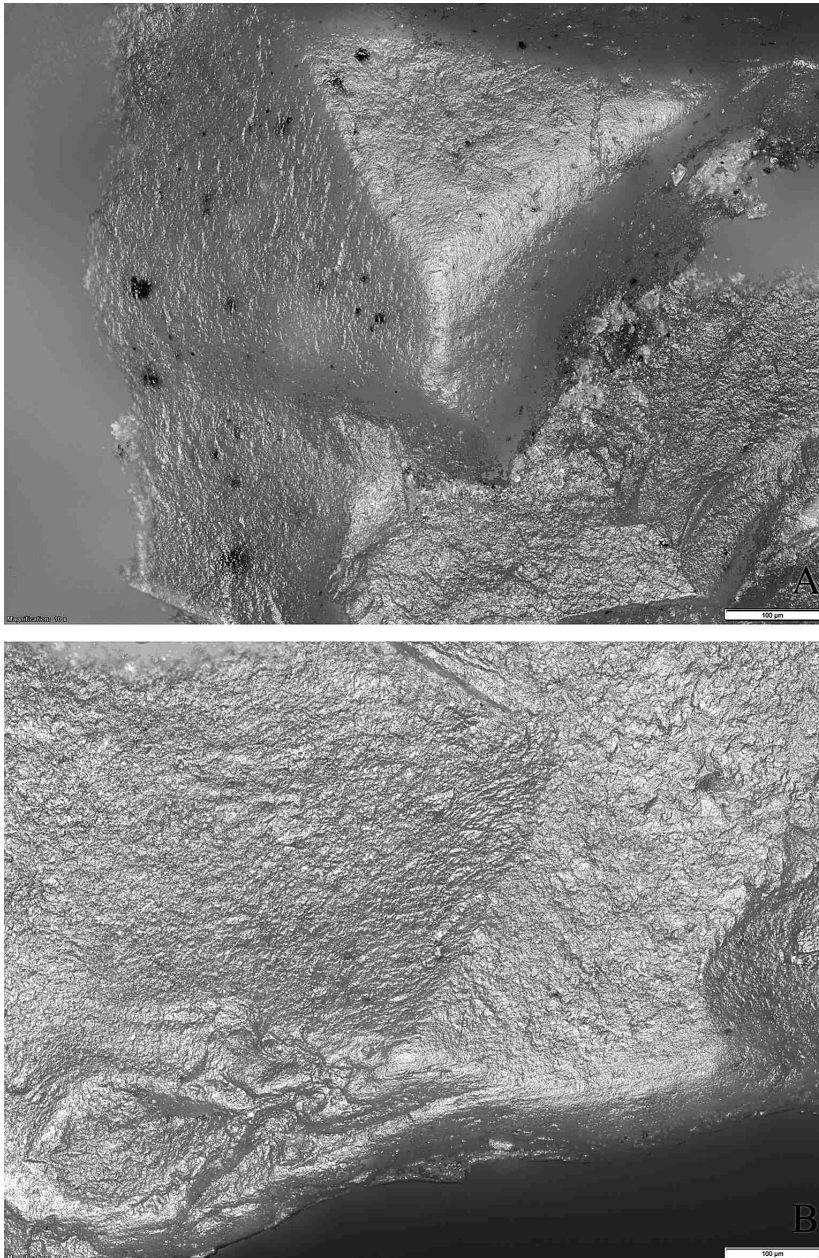
Obr. 11. Charakteristické projevy intenzivního jednosměrného kontaktu s kůží (pravděpodobně kůží dna toulce při kročejových vibracích) při zvětšení 200x; uvedené měřítko 100  $\mu\text{m}$ : A – projektil H36\_01 hrot dorzálně, B – projektil H05\_02 hrot ventrálně.

Fig. 11. Distinctive displays of intensive one-direction movement against hide (probably quiver wall hide during step vibrations) with magnification 200x, presented scale 100  $\mu\text{m}$ : A – arrowhead H36\_01 tip dorsally, B – arrowhead H05\_02 tip ventrally.



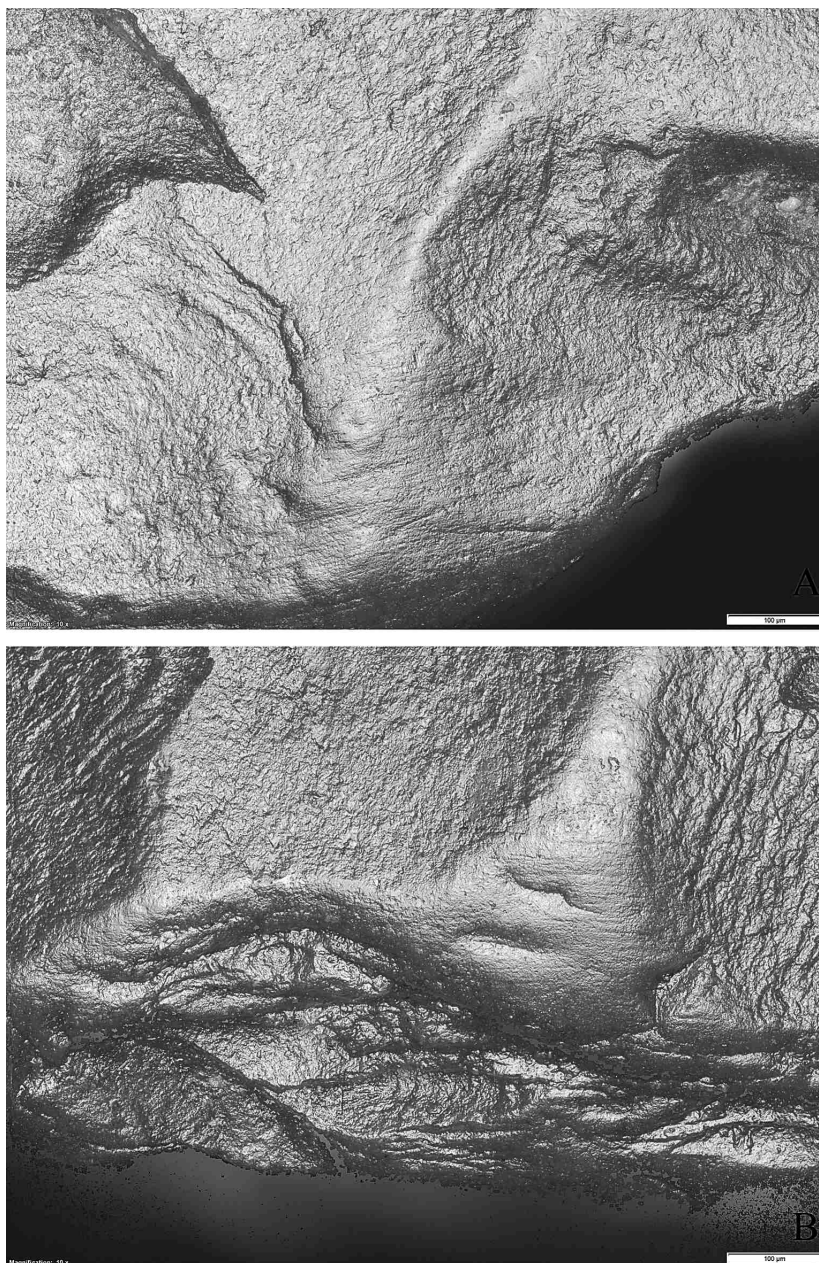
Obr. 12. Charakteristické projevy intenzivního jednosměrného kontaktu s kůží (pravděpodobně kůží dna toulce při kročejových vibracích) při zvětšení 200x; uvedené měřítko 100 µm: A – projektil H36\_02 hrot ventrálně, B – projektil H36\_06 hrot dorzálně.

Fig. 12. Distinctive displays of intensive one-direction movement against hide (probably quiver wall hide during step vibrations) with magnification 200x, presented scale 100 µm: A – arrowhead H36\_02 tip ventrally, B – arrowhead H36\_06 tip dorsally.



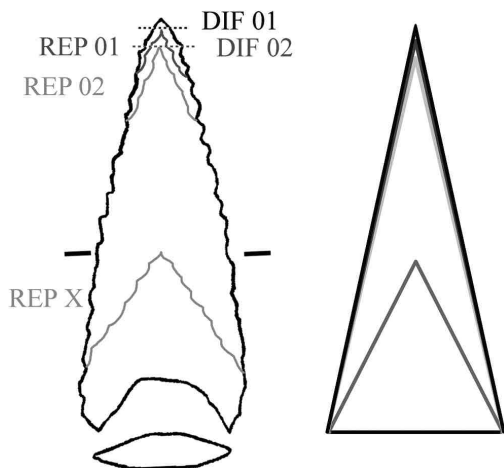
Obr. 13. Charakteristické otěry a striace v dolní třetině projektilů, způsobené spíše tvrdšími organickými vlákny (pravděpodobně způsobené mikropohyby ve vázání) při zvětšení 200x; uvedené měřítko 100 µm: A – projektil H04\_01 dorzálně na levém křídélku, B – projektil H05\_02 ventrálně na pravém křídélku.

Fig. 13. Abrasions and striations in bottom third of arrowheads caused possibly by harder organic fibres (probably micro-movements in the binding) with magnification 200x, presented scale 100 µm: A – arrowhead H04\_01 left barb dorsally, B – arrowhead H05\_02 right barb ventrally.



Obr. 14. Charakteristické otěry a striace v dolní třetině projektilů, způsobené spíše tvrdšími organickými vlákny (pravděpodobně způsobené mikropohyby ve vazání) při zvětšení 200x; uvedené měřítko 100 µm: A – projektil H36\_01 dorzálně na levém křídélku, B – projektil H36\_01 dorzálně na pravém křídle.  
 Fig. 14. Abrasions and striations in bottom third of arrowheads caused possibly by harder organic fibres (probably micro-movements in the binding) with magnification 200x, presented scale 100 µm: A – arrowhead H36\_01 left barb dorsally, B – arrowhead H36\_01 right barb dorsally.





Obr. 15. Schéma postupných fraktur a reparací hrotu projektilu a změn jeho délky bez výraznějších změn šířky báze. DIF – fraktura hrotu, REP – reparace fraktury, čísla představují pořadí fraktur a jejich následných reparací.

Fig. 15. Schema of gradual tip repairs and changes of length without significant changes of base width. DIF – diagnostic impact fracture, REP – reparation, numbers show fracture and its consequent repair sequence.

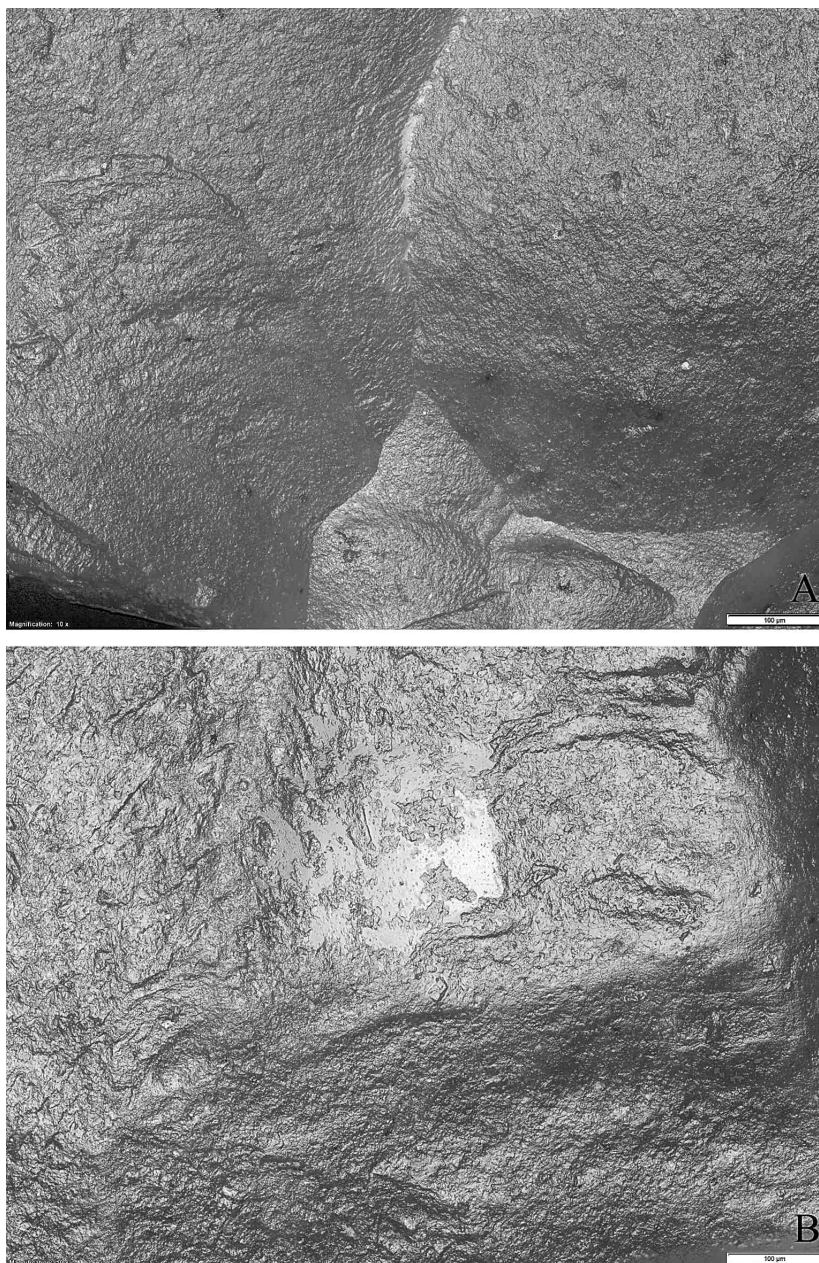
Třetím typem zjištěných opotřebení na analyzovaných projektilích jsou jasné ploché lesky ve středových partiích některých projektilů způsobené tvrdým materiálem, jakým je např. tvrdé dřevo (obr. 16, 17). Nasadě je jejich původ v drobných mnohonásobně opakovaných nárazech hrotu na dřevěná ratiště okolních šípů. V nižších partiích byl hrot chráněn vázáním a až ke špičce zřejmě ratiště okolních šípů nedosáhla ani při kročejových vibracích; proto tento typ lesků nacházíme převážně ve středových partiích středních a velkých projektilů. Tento typ lesků se objevil u projektilu H04/01, H05/2, H10/01 a H36/01.

Z hlediska traseologie můžeme tedy konstatovat, že analyzované hroty šípů byly reálně a dostatečně dlouho upevněny v ratištích a transportovány v toulcích.

## Operační řetězce

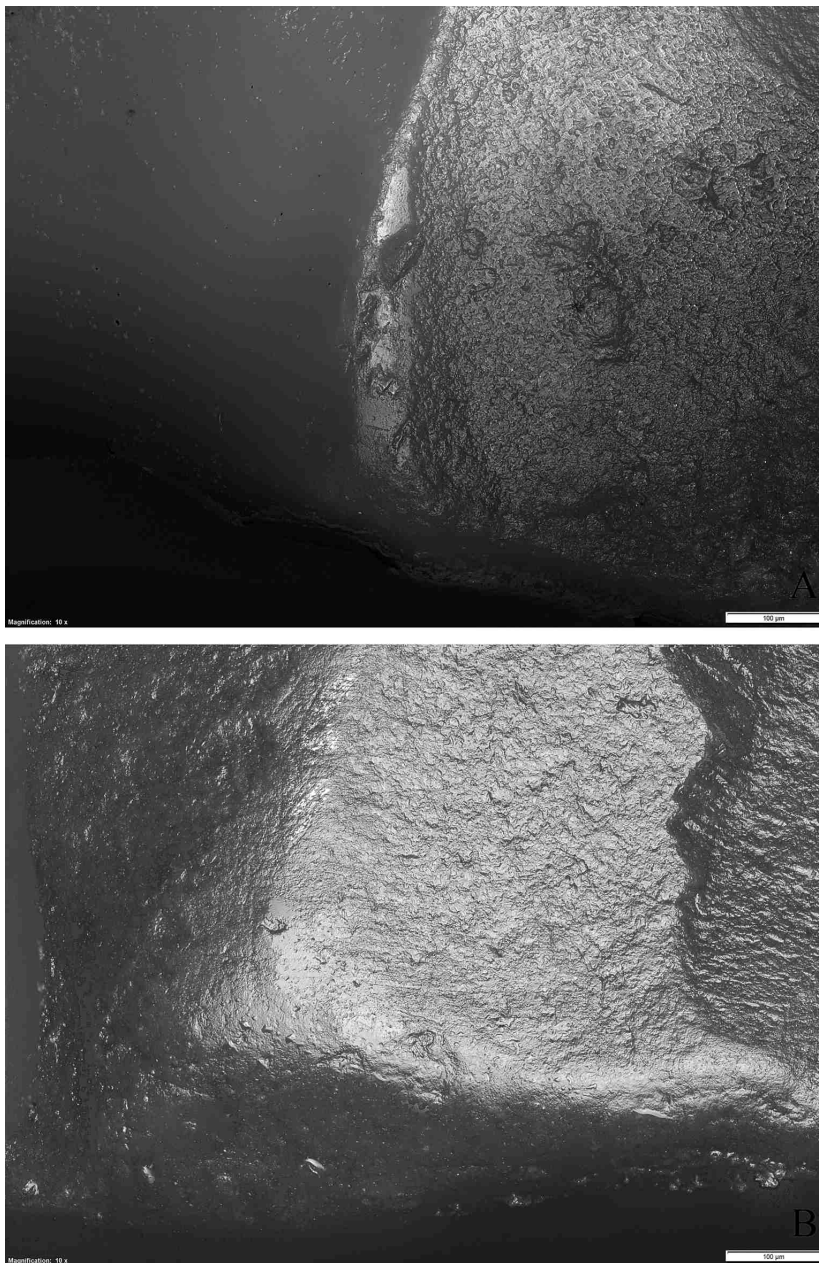
Traseologická analýza je vynikajícím pomocníkem, je však třeba opatrně nakládat jak s tím, co na artefaktu je, tak s tím, co na něm není. Můžeme například vůbec předpokládat vyšší podíl projektilů s funkčním poškozením hrotu (DIF) v rámci sociálního kontextu pohřebiště? Není pravděpodobnější, že na hrotu poškozené projektily končily svůj operační řetězec zahazením v místě zjištění poškození, nebo – pokud poškození nebylo rozsáhlé – byly přeretušovány? V prvním případě by se nedostaly ani na sídliště, natož do hrobové výbavy, v druhém by všechny stopy opotřebení na špičce a na hranách byly odstraněny, i několikrát, dokud by nebylo poškození již tak rozsáhlé, že by oprava neměla smysl a došlo by k vyřazení. Možná byl „život“ projektilů v některých společenských strukturách také příliš krátký, aby se nějaké stopy používání vyvinuly. Měli bychom zvát v úvahu i odlišnou rezistenci různých surovin k opotřebení, a především zvážit, jaká přímá funkční opotřebení vlastně u projektilů můžeme očekávat. Při více méně jednorázovém kontaktu s tělem kořisti či oběti je vytvoření mikroskopického opotřebení na úrovni lesků a striací nepravděpodobné. Mohou vzniknout jen makroskopické fraktury hrotu. I pokud bychom se spolehli na určování podle metodiky DIF, problém je v tom, že projektil s frakturou hrotu není funkční, a lze předpokládat, že bude buď vyřazen, nebo reparován. Poškozený hrot pak zůstává v osobní výbavě jen náhodou





Obr. 16. Ostře ohraničené plochy plochého jasného lesku způsobeného otěrem tvrdým materiálem (pravděpodobně dřevem ratišť okolních šípů) při zvětšení 200x; uvedené měřítko 100 µm: A – projektil H04\_01 ventrálně zprava, B – projektil H05\_02 dorzálně zleva.

Fig. 16. Clearly defined areas of flat shiny gloss caused by contact with hard material (probably wooden shafts of neighbouring arrows) with magnification 200x, presented scale 100 µm: A – arrowhead H04\_01 right side ventrally, B – arrowhead H05\_02 left side dorsally.



Obr. 17. Ostře ohraničené plochy plochého jasného lesku způsobeného otěrem tvrdým materiálem (pravděpodobně dřevem ratišť okolních šípů) při zvětšení 200x; uvedené měřítko 100 µm: A – projektil H10\_01 dorzálně zprava, B – projektil H36\_01 ventrálně zleva.

Fig. 17. Clearly defined areas of flat shiny gloss caused by contact with hard material (probably wooden shafts of neighbouring arrows) with magnification 200x, presented scale 100 µm: A – arrowhead H10\_01 right side dorsally, B – arrowhead H36\_01 left side ventrally.

(např. je odložen do vřetelky k pozdější opravě, nebo fraktura zůstala nepovšimnuta, nebo její rozsah nebyl shledán závažným s ohledem na funkčnost).<sup>4</sup> Je tedy možné a pravděpodobné, že inventář projektilů v hrobech byl již vyříděn a hroty s makroskopickými stopami funkčního použití z něj byly v průběhu operačního řetězce (života projektilu) odstraněny. Z inventáře pohřebiště budeme tedy jen problematičtěji sledovat intenzitu používání hrotů na principu *DIF*, tedy poškození takového rozsahu, že limituje správnou funkci hrotu.

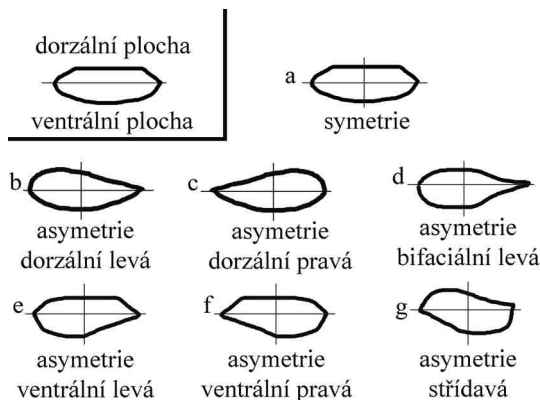
Kromě sekundárních opotřebení od upevnění a transportu se však můžeme zaměřit na identifikaci a sledování dokladů reparací (*Azevedo – Charlin – González-José 2014*). Na rozdíl od přelévaných nebo překovaných hrotů kovových, kamenné projektily mohou tato svědectví častěji uchovat. Zajímá nás tedy primárně druhá část operačního řetězce projektilů, od poškození přes reparaci ke konečnému vyřazení a depozici.

Nejprve však stručně shrňme atributy samotných projektilů, které jsou přímo spojeny s modifikací jejich funkčních vlastností. Patří sem poloha těžiště a symetrie nebo asymetrie příčného řezu ovlivňující do jisté míry letové vlastnosti (ty však výrazně ovlivňuje dynamika ratiště a případného opeření); a úhel hrotu, průřetová plocha (*TCSA*) a úprava hran, které definují ranivost projektilu.

Morfologická analýza projektilů identifikovala převahu bifaciální plošné retuše, která poněkud zastírá doklady postupu výroby. Nicméně deset z 16 projektilů dochovává stopy orientace původního kusu debitáže, z nějž byl projektil vyroben (poloha bulbu původního ústěpu je označena prázdným kolečkem: *obr. 2*). Ačkoli mírně převažuje shoda osy odbití ústěpu a osa vyrobeného projektilu (4×: *obr. 2: 4, 15–17*), objevuje se i zcela opačná varianta, kdy špička projektilu byla retušována v místě bulbu (tedy místě největší tloušťky debitáže: *obr. 2: 7, 8, 10*), případně mimo tuto osu (*obr. 2: 6, 12, 14*). Tyto variace výrobního postupu se nijak neprofilují podle použité suroviny, i když vzorek je malý na to, abychom tuto možnost zcela vyloučili (v ose 1× SGS, 3× radiolarit; v opačném směru 2× SGS, 1× radiolarit; mimo osu 1× SGS, 2× radiolarit). Nelze je tedy spojovat s operačním řetězcem založeným na původu suroviny z konkrétního zdroje.

Volbu těžiště v místě hrotu zatím není třeba přeceňovat s ohledem na balistické vlastnosti, a to vzhledem k zanedbatelné hmotnosti projektilů vůči hmotnosti předpokládaného ratiště a vázání. Významnější vliv mohly mít poměrně nápadné asymetrie příčného řezu (*obr. 2: 1, 3, 4, 6, 10, 12*), testování jejich balistického účinku s využitím 3D dat bude však možné až s rozšířením počtu vzorků. Zatímco u některých hrotů můžeme snad stranovou asymetrii příčných řezů považovat za nezáměrnou – např. u projektilu H04/01 je příčinou hluboký dorzální negativ zprava, u projektilu H05/01 je způsobena hlubokými negativy plošné retuše na ventrální ploše, v jiných případech jde o jasný záměr již od výběru suportu a jeho orientace (H36/1, H28/01) až po aplikaci vhodné retuše, která dispozice suportu zúročí (H05/02). Ve formování příčných řezů projektilu můžeme sledovat kromě stranové symetrie (*obr. 18: a*) s rovnoměrným rozložením hmoty po obou stranách podélné osy (a zároveň osy letové křivky), prostou stranovou asymetrii (*obr. 18: b–f*). Rotační asymetrii

<sup>4</sup> O jiných možných důvodech přítomnosti zlomeného hrotu v hrobu (symbol nějaké nadstavbové struktury nebo ekonomický důvod) můžeme rovněž jen spekulovat. Protože se však nejedná o masový jev (právě naopak), který bychom mohli dát do souvislosti např. se zvyklostí té které populace funkční artefakty v hrobech nahrazovat z ekonomických nebo jiných důvodů nefunkčními modely nebo poškozenými kusy, nemají tyto spekulace o symbolech žádné opodstatnění a nemůžeme se jimi na tomto místě zabývat.



Obr. 18. Schéma stranové symetrie (A), stranové asymetrie (B) a rotační asymetrie (C) příčných řezů projektilů.

Fig. 18. Side-to-side distribution of mass: side-to-side symmetry (A), side-to-side asymmetry (B) and rotation asymmetry (C) of arrowhead cross-section.

je míněno takové rozložení hmoty, které vykazuje v horní a dolní polovině příčného řezu opozitní stranové rozložení hmoty (obr. 18: g). Jiným způsobem podpory rotace je odlišná stranová asymetrie příčného řezu v horní a dolní části projektilu (H36/1). Z roviny mezi hrotem a bází jsou také někdy vychýlena pomocí plošné retuše křídélka tak, aby jedno směřovalo dolů a druhé nahoru. S touto úpravou se setkáváme u tří ze sedmi projektilů setu hrobu H36 (H36/01, 03 a 06). O rotacích mohou svědčit i další funkční jevy. Jak bylo zmíněno výše, fraktury a zkrácení křidélek postihly v souboru nejčastěji levé křídélko (čtyři případy z pěti). Z toho bychom mohli usuzovat např. na směr rotace. Protože moderní lukostřelba používá pouze absolutně symetrické projektily, dosahuje se rotací způsobem lepení opeření, které se rozlišuje na levé a pravé, podle toho, jakou rotaci způsobuje. V moderní lukostřelbě jsou opeření pro rotaci vpravo upřednostňovány pro přesnou střelbu na terč, zatímco šípky s levým opeřením mají větší dolet a průbojnost (Petr Skácel <http://luky.grafikajinak.cz/sipy.htm>). Tyto tradované závěry bude samozřejmě třeba ověřit řízeným experimentem.

Posledním funkčním prvkem morfologie projektilu je výrazné zoubkování hran, které můžeme příležitostně sledovat na projektilích různé kulturní příslušnosti; v Jelšovicích (H473 – *Bátora 2000*, Teil 1, Taf. 70: 1) či Holešově (H147, H270 a H310: *Ondráček – Šebela 1985*, tab. 15: 8, 28: 16 a 30: 9) v hrobech nitranské kultury, v Hulíně – Pravčicích v hrobech KZP (*Peška 2009*, 186), a dokonce i na výšinném sídlišti únětické kultury Blučina – Cezavy (jednotlivý nález z vrstvy 2: *Kaňáková 2014*, 30, obr. 11: 42). Při pohledu na tab. 1 si lze povšimnout, že všechny hroty s výraznou rotační asymetrií příčného řezu jsou také výrazně zoubkované. To je předurčuje k hluboké penetraci a ranivosti.

Jak lze doložit reparace hrotu projektilů? Jen málokteré z projektilů vykazují jasné stopy přeretušování za účelem reparace již v samotné morfologii retuše. Nápadné je poškození ventrální plochy šípky z hrobu H28 a dále výrazná asymetrie křídélka šípky z hrobu H10, kdy jsou původní fraktury zčásti nebo zcela zahlazené přeretušováním.

Soubor analyzovaných projektilů z Hroznové Lhoty však zjevně odráží několik velikostních kategorií, které dobře vidíme i v rámci tohoto jediného malého souboru. Dlouhé štíhlé projektily s délkou 3,4 až 3,6 cm (H28/01, H36/01 a 07) tvoří první skupinu opravdu nápadných artefaktů. Střední velikost (délka 2,2 až 2,4 cm) zastupují projektily H04/01, H05/01, H05/02, H10/01 a po dvou z hrobu H31 (02 a 04) a H36 (02 a 03). Soubor doplňují

opravdu drobné projektily z hrobů H31 (01 a 03) a 36 (04, 05, 06) s délkou 1,5–1,7 cm. Drobné projektily pocházejí pouze ze setů. Pokud považujeme hroty za bojovníckou výbavu, není žádný důvod k jejich vyrábění ve více velikostech. Pokud bychom je považovali za lovecké hroty, pak bychom snad mohli oporu pro různé velikostní kategorie nacházet v určení pro různé druhy lovené zvěře a ptactva. K tomuto závěru by však měla přispět podrobnější informace o loveckých aktivitách skupiny, která pohřbívala na místě dnešní Hroznové Lhoty. Takové informace však nemáme. Pokud však nenacházíme osteologický nebo trofejní (*Bátora 1994*, 11–12) materiál lovené fauny přímo na pohřebišti, u většiny populací, k nimž se v tomto období hroby s projektily vztahují, obtížně pohřebiště propojíme se sídelními areály, na nichž můžeme druhové složení osteologického materiálu lépe sledovat. Je tu však ještě jedna interpretační možnost. Tyto úzce vymezené velikostní skupiny s téměř nulovým rozptylem hodnot by mohly být podpůrným argumentem pro hypotézu několikanásobného přeretušování hrotů, protože odstranění kazu vždy vyžaduje i vyrovnání celých či téměř celých laterálních hran, a proto je potřeba odstranit poměrně dost hmoty v podélné ose. Pokud by byla více méně standardizována velikost původních hrotů, lze předpokládat i malé odchylky délky hrotů opravených. Nezapomeňme, že velikost (resp. váha) používaných projektilů se řídí parametry luku, a již proto nelze předpokládat, že k jednomu luku je záměrně vyrobeno několik velikostí šípů. Zmenší-li se velikost projektilu z nezbytí, poškozením a opravou, může být jeho váha kompenzována navýšením váhy vázání, lepení či zatížením ratiště v přední části jiným způsobem. Vyrábět již primárně hroty, které vyžadují dodatečné úpravy, aby mohly být používány, je nicméně kontraproduktivní.

Třetím argumentem je skutečnost, že jedna z analyzovaných šipek (H05/01) měla ostře – čerstvé hrany špičky, ale jasné stopy opotřebení na bázi, což svědčí o tom, že horní část projektilu byla v průběhu funkčního života projektilu reparována. Podobný stav byl zjištěn i u několika analyzovaných projektilů únětické kultury, např. z únětického sídliště Tvrdnice – Pole od Týnecka (*Kaňáková – Trampota v tisku*) nebo ze známého hrobu únětické kultury z Kobylí; nejde tedy o náhodný jev.

Pokud nebyly hroty do násady vleповány, ale jen vázány, byl by jejich operační řetězec daleko pružnější, než jsme předpokládali. Bylo snadnější je z ratiště uvolnit, přeretušovat a upevnit zpět. Byl by kromě toho také snáze pochopitelný jistý rozptyl projektilů mimo tzv. funkční polohu za střední až dolní partií zad, kde bychom předpokládali toulec, především před tělem v oblasti pasu, horní části femurů a kolen, kde mohly (přechodně) být uloženy v pasovém váčku.

## Diskuse a závěry

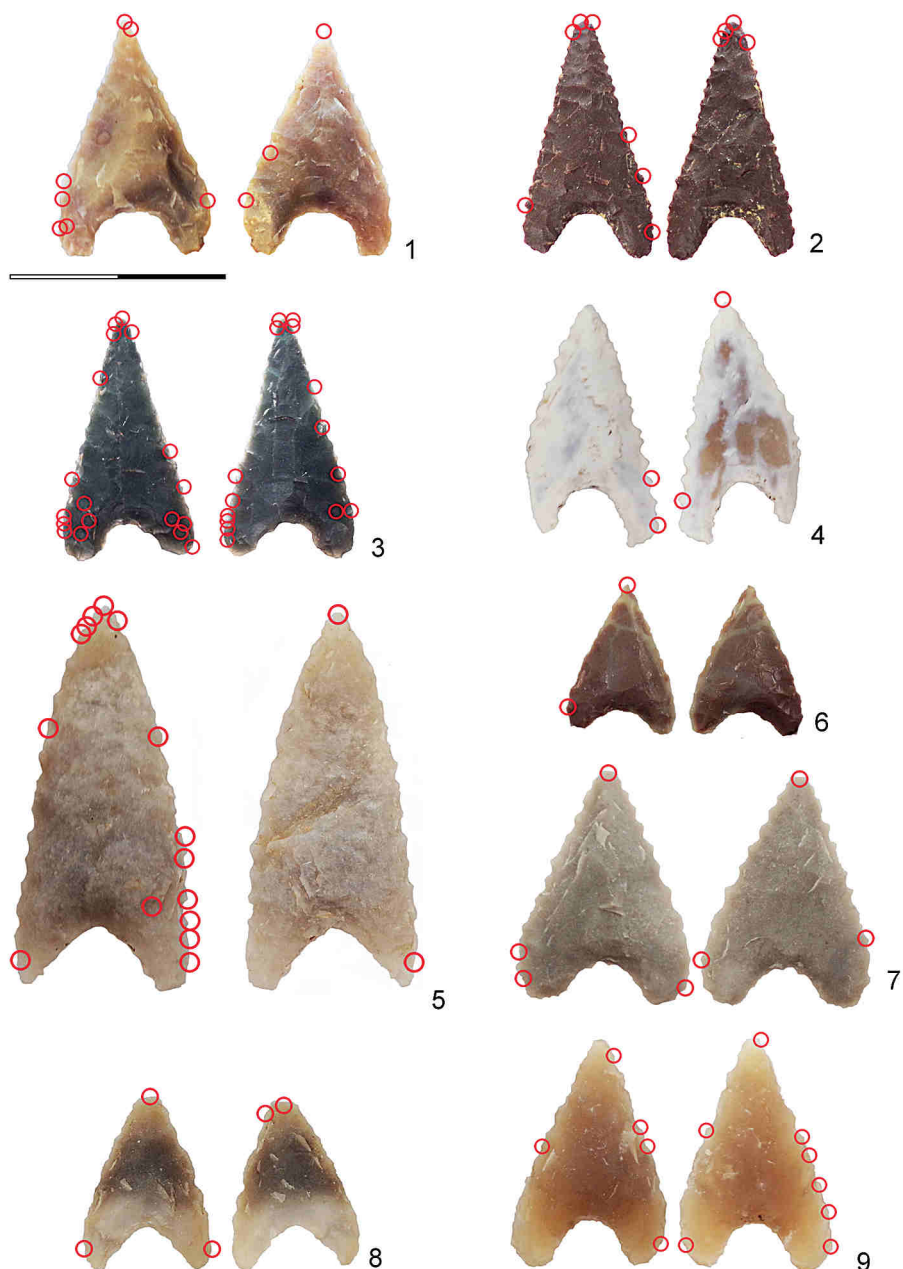
Řídký výskyt ŠI a projektilů v hrobech je všeobecným jevem v tomto širším období závěru eneolitu a počátku doby bronzové. Občasný výskyt výrazného setu šipek je typický pro pohřebiště KZP (Hoštice I, hrob 863, hrob 864, hrob 873 a hrob 949 – *Sosna 2012*, 325) a nitranské kultury (Slatinice – Trávníky, hrob 21: *Šmíd 2006*, 15 a 21 – tab. XI; Jelšovice, hrob 449, 477 nebo 473: *Bátora 2000*, 329). V kontextu protoúnětické kultury jsou tyto sety ojedinělé, největší jsou dva pětičetné sety z pohřebiště Moravská Nová Ves – Hrušky, které se počtem šipek i procentem hrobů se šípkami velmi odlišuje od jiných protoúnětických

pohřebišť (hroby H23<sup>5</sup> a H30: *Stuchlík – Stuchlíková 1996*, 26–27, 31–32). Z pohřebišť únětické kultury podobné sety neznáme, ačkoli v Karpatské kotlině se v kostrových hrobech objevují i později, ještě v samém závěru starší doby bronzové (Nižná Myšľa – Várhegy, hrob 27, hrob 53: *Olexa – Nováček 2013*, 149, 163, tab. 15, 29).

Přirozeně se tak nastoluje otázka jejich praktické funkce a účelu jejich používání, nošení a depozic (*Nicolas – Guéret 2014; Sosna 2012*). D. Sosna prokázal, že v případě populace KZP v Hošticích I bylo jen málo šipek deponovaných v hrobech skutečně používáno. Tento podíl se pravděpodobně ještě zmenší, jestliže bude do důsledků revidována metodika určování *DIF*. Dosud byla traseologie projektilů využita pro identifikaci stop praktického používání výhradně v souvislosti se zájmem badatelů o tzv. bojovnícký balíček kultury se zvoncovitými poháry, resp. jeho tradici v bezprostředně navazujících kulturách starší doby bronzové (*Turek 2004; Vandkilde 2006; Sarauw 2007* aj.), který v badatelské diskusi posledních let přechází ze sféry praktického válečnictví spíše do oblasti jaksi institucionalizované symboliky. Je možné, že kultura zvoncovitých pohárů byla ve vztahu k válečnickým atributům přece jen specifická. I když pohřebišť nitranské kultury Hroznová Lhota poskytuje jen relativně malý vzorek projektilů, naše výsledky se od publikovaných charakteristik projektilů KZP liší. I pohřebišť nitranské kultury se nedávno stala předmětem zájmu při analýze dokladů bojovníckého statusu mužů (*Härde 2006*); projektily, resp. jejich sety, nebyly bohužel podrobněji analyzovány nebo statisticky zhodnoceny.

Z dosavadních výsledků našich traseologických analýz projektilů lze konstatovat, že se jejich funkce v sociálních strukturách populací v závěru eneolitu a na počátku doby bronzové v různých populacích liší, což může odrážet různé fasety statusu lukostřelce, resp. bojovníka či snad i lovce. Ve všech známých případech se projektily vyskytují pouze v mužských hrobech. Zatímco u projektilů KZP D. *Sosna (2012, 326)* konstatuje jen 19 % funkčně opotřebovaných projektilů (z 31 ks), u projektilů nitranské kultury z Hroznové Lhoty můžeme konstatovat 100 % sekundárně funkčních (*hafting wear a transport wear*) opotřebování (*obr. 19, 20*) a doklady reparací. Funkční fraktury špičky projektilu (*DIF*) nebyly sledovány. Fraktury hrotu projektilu (bez určení, zda jde o fraktury způsobené zásahem kořisti/oběti, nebo náhodně) jsou zjištěny u 100 % projektilů ze setu hrobu H31. Na základě představených výsledků máme za prokázané, že jednotlivé projektily v setech jsou specializované co do letových a ranivých vlastností a měly různé funkční upotřebení. Jde tedy o plnohodnotnou lukostřeleckou výbavu. Jako otázku do diskuse vznášíme hypotézu, že některé z šípů nemusely být vybaveny kamenným projektilem, a mohou tak zcela unikat zachycení při výzkumu, a tím i našim interpretačním snahám. Pokud v setech máme průrazné, vysoce ranivé projektily se zoubky, máme v nich hroty střední velikosti pro zrychlenou rotaci i pro více méně přímý let a vyskytují se v nich i šípky malých rozměrů, které prakticky pouze zpevní špičku šípů, pak i šípky bez kamenné hlavice mohly být další funkční skupinou šípů pro konkrétní použití. Potom by náš dosavadní dojem o výlučnosti lukostřelctví na úzkou část mužské populace, stejně jako závěr D. Sosny, že jeden kamenný hrot v hrobě nelze chápat jako doklad praktického lukostřelctví, ale jen jako jeho symbol, bylo nutné přehodnotit, protože sledujeme jen dochované materiály a nejsme schopni posoudit, jestli jeden nebo žádný kamenný projektil v hrobě znamená jeden nebo žádný šíp v hrobě. Na základě

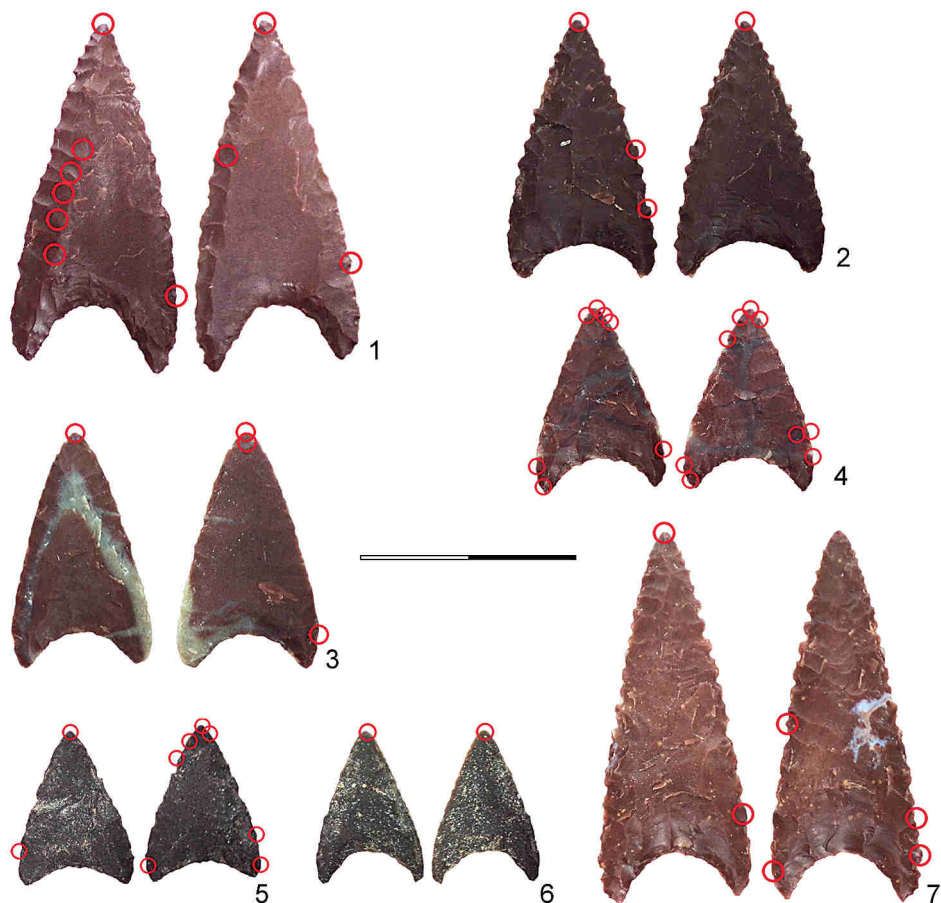
<sup>5</sup> Hrob H23 je sice mužským dvojhrobem, všech 5 šipek se však našlo pohromadě vedle femuru staršího z mužů, můžeme je tedy považovat za set.



Obr. 19. Projektily z pohřebiště nitranské kultury Hroznová Lhota – Přední čtvrtky od Žabince s lokalizací traseologicky identifikovatelných sekundárně funkčních (transport a upevnění) opotřebení: 1 – H04\_01, 2 – H05\_01, 3 – H05\_02, 4 – H10\_01, 5 – H28\_01, 6 – H31\_01, 7 – H31\_02, 8 – H31\_03, 9 – H31\_04.

Fig. 19. Arrowheads from cemetery at Hroznová Lhota with locations of use-wear identifications: 1 – H04\_01, 2 – H05\_01, 3 – H05\_02, 4 – H10\_01, 5 – H28\_01, 6 – H31\_01, 7 – H31\_02, 8 – H31\_03, 9 – H31\_04. Red circles present location of positive use-wear identifications.





Obr. 20. Projektily z pohřebiště nitranské kultury Hroznová Lhota – Přední čtvrtky od Žabince s lokalizací traseologicky identifikovatelných sekundárně funkčních (transport a upevnění) opotřebení: 1 – H36\_01, 2 – H36\_02, 3 – H36\_03, 4 – H36\_04, 5 – H36\_05, 6 – H36\_06, 7 – H36\_07.

Fig. 20. Arrowheads from cemetery at Hroznová Lhota with locations of use-wear identifications: 1 – H36\_01, 2 – H36\_02, 3 – H36\_03, 4 – H36\_04, 5 – H36\_05, 6 – H36\_06, 7 – H36\_07. Red circles present location of positive use-wear identifications.

detailní metriky a 3D dokumentace nastolujeme otázku změny interpretace velikostních kategorií projektilů z funkčního účelu (různě velká lovecká kořist) na ekonomický účel (reparace poškozených hrotů a jejich další používání). Podle našich předběžných výsledků muži<sup>6</sup> v populaci nitranské kultury svoje projektily používali, transportovali v toulci

<sup>6</sup> Je sice pravdou, že i když se projektily nacházejí výhradně v mužských hrobech, nemáme dosud jistotu, že se tito konkrétní pohřbení muži nebo muži obecně lukostřelbě věnovali. Nicméně přikláníme se k pravděpodobnějšímu výkladu (i s ohledem na výrazně válečný charakter analyzovaných projektilů). Neztrácíme ze zřetele ani sociální výběr vybavy hrobů, kdy nelze automaticky předpokládat, že tzv. osobní vybava byla skutečně majetkem pohřbeného jedince už zaživa. Projektily v daném chronologickém kontextu nicméně vnímáme jako výrazně maskuliní záležitost.



a opravovali. O jejich loveckých aktivitách nic nevíme, v hrobech se, na rozdíl např. od pohřebiště v Jelšovcích, nevyskytly trofejní atributy. Nemůžeme tedy bez znalosti složení lovné fauny setrvat v nepodložené hypotéze rozlišení velikostních skupin projektilů podle velikosti lovené fauny.

Dosud jsou k dispozici také výsledky traseologické analýzy dvou projektilů kultury se šňůrovou keramikou (dále KŠK) a osmi projektilů únětické kultury. Projektily KŠK pocházejí ze dvou různých pohřebišť. Jeden z nich vykázal ostré čerstvé hrany v horní třetině a výrazné stopy opotřebení po upevnění v dolní části. Druhý byl zcela čerstvý, beze stop opotřebení. Z toho můžeme jednak soudit, že projektily KŠK byly používány a opravovány, a jednak to, že do hrobů byly vkládány opravené, připravené k „použití“. V případě projektilů únětické kultury je situace zčásti podobná. V případě dvou projektilů ze sídlištního prostředí (z různých sídlišť) byla konstatována transportní opotřebení v místě křídélek a nepřítomnost opotřebení na hrotu. Šestici projektilů z hrobového inventáře (tři různá pohřebiště, čtyři různé hroby) tvořily dva projektily bez traseologicky identifikovatelného opotřebení, s hranami čerstvými a ostrými, dva s opotřebeními na hrotu i v oblasti upevnění a dva další s ostrým hrotem a opotřebenou bází. Praxe se tedy liší, některé hrobové nálezy skutečně před depozicí nebyly ani upevňovány v násadě, ani nošeny v toulci nebo jiném zavazadle, v podstatě v intencích interpretace D. Sosny, jako sociální symbol. Jiné byly ukládány ostré a funkční, zjevně dlouhodobě upevněné v ratišti, nebo i reparované. Projektily protoúnětické kultury zatím nebyly pro traseologickou, 3D a další analýzu k dispozici.

*Tento článek vznikl za podpory interního grantového projektu FF MU Brno MUNI/21/KAN/2016 Funkční a traseologická analýza pravěkých kamenných projektilů.*

## Literatura

- Azevedo, S. – Charlin, J. – González-José, R. 2014: Identifying design and reduction effects on lithic projectile point shapes. *Journal of Archaeological Science* 41, 297–307.
- Bátora, J. 1986: Výskum pohrebiska zo staršej doby bronzovej v Jelšovciach. *Archeologické rozhledy* 38, 263–274.
- 1994: Hunting in the Early Bronze Age in Slovakia. *Pamiatky a Múzea* 1994, 11–12.
- 2000: Das Gräberfeld von Jelšovce/Slowakei. Ein Beitrag zur Frühbronzezeit im nordwestlichen Karpatenbecken, Band 1, 2. Kiel: Verlag Oetker/Voges.
- Drozdová, E. a kol. 2012: Výsledky antropologické analýzy pohřebiště z Hoštice I. In: A. Matějčíková – P. Dvořák edd., *Pohřebiště z období zvoncovitých pohárů na trase dálnice D1 Vyškov – Mořice*. Pravěk – Supplementum 24/1, Brno: Ústav archeologické památkové péče, 471–513.
- Fauvelle, M. et al. 2012: Asphaltum hafting and projectile point durability: an experimental comparison of three hafting methods. *Journal of Archaeological Science* 39, 2802–2809.
- Fischer, A. – Vemming, H. – Rasmussen, P. 1984: Macro and Micro Wear Traces on Lithic Projectile Points. *Journal of Danish Archaeology* 3, 19–46.
- Fokkens, H. – Achterkamp, Y. – Kuijpers, M. 2008: Bracers or Bracelets? About the Functionality and Meaning of Bell Beaker Wrist-guards. *Proceedings of the Prehistoric Society* 74, 109–140.
- Hårde, A. 2006: Funerary Rituals and Warfare in the Early Bronze Age Nitra Culture of Slovakia and Moravia. In: O. Ton – H. Thrane – H. Vandkilde eds., *Warfare and Society: Archaeological and Social Anthropological Perspectives*, Aarhus: Aarhus University Press, 341–382.
- Hutchings, W. K. 2011: Measuring use-related fracture velocity in lithic armatures to identify spears, javelins, darts, and arrows. *Journal of Archaeological Science* 38, 1737–1746.

- Kaňáková, L. 2014: Unikátní soubor štípané industrie doby bronzové z polohy Blučina – Cezavy. Památky archeologické 105, 5–46.
- Kaňáková, L. – Trampota, F. v tisku: Nový sídlištní soubor štípané industrie starší doby bronzové z lokality Tvrdonice – Pole od Týnecka. In: *Studia Archaeologica Brunensia*.
- Kopacz, J. – Přichystal, A. – Šebela, L. 2009: Lithic Chipped Industry of the Bell Beaker Culture in Moravia. Kraków – Brno: Polska Akademia Umiejętności.
- Loi, C. – Brizzi, V. 2011: New experimental approaches on lithic projectile macro-wear analysis: A case study. In: D. Gheorghiu – G. Children, *Experiments with Past Materialities*. BAR International Series 2302, Oxford: Hadrian Books, 19–28.
- Marquez, B. – Gibaja, J. F. – Gonzalez, J. E. – Ibañez, J. J. – Palomo, A. 2008: Projectile points as signs of violence in collective burials during the 4th and 3rd millennia cal. BC in the North-East of the Iberian peninsula. In: L. Longo – N. Skakun eds., *Prehistoric Technology. 40 Years Later: Functional Analysis and the Russian Legacy*. Proceedings of the International Congress Verona (Italy) 20–23 April 2005. BAR International Series 1783, Oxford: Archaeopress, 321–326.
- Matějčková, A. 2009: Lithic chipped industry from the cemetery of the Bell Beaker culture in Hoštice – Heroltice, Vyškov district. In: *Kopacz – Přichystal – Šebela 2009*, 275–298.
- Nicolas, C. – Guéret, C. 2014: Armorican arrowhead biographies: production and function of an Early Bronze Age prestige good from Brittany (France). *Journal of Lithic Studies* 1/2, 101–128.
- Olexa, L. – Nováček, T. 2013: Pohřebisko zo staršej doby bronzovej v Nižnej Myšli. Katalóg I (hroby 1–310). Nitra: Archeologický ústav SAV.
- Olivík, J. 2009: Studies on Bell Beaker lithic industry in Moravia. Arrowheads. In: *Kopacz – Přichystal – Šebela 2009*, 257–268.
- Ondráček, J. – Šebela, L. 1985: Pohřebiště nitranské skupiny v Holešově (katalog nálezů). *Studie Muzea Kroměřížska '85*, Kroměříž: Muzeum Kroměřížska, 2–130.
- Peška, J. 2009: Protoúnětické pohřebiště z Pavlova. Olomouc: Archeologické centrum Olomouc.
- Peška, J. – Kalábek, M. 2009: Pohřebiště kultury zvoncovitých pohárů z Hulína-Pravčic 2. In: M. Bém – J. Peška edd., *Ročenka 2008*, Olomouc: Archeologické centrum Olomouc, 108–124.
- Rots, V. 2002: Bright Spots and the Question of Hafting. *Anthropologica et Præhistorica* 113, 61–71.
- Rots, V. – Plisson, H. 2014: Projectiles and the abuse of the use-wear method in a search for impact. *Journal of Archaeological Science* 48, 154–165.
- Sarauw, T. 2007: Male symbols or warrior identities? The 'archery burials' of the Danish Bell Beaker Culture. *Journal of Anthropological Archaeology* 26, 65–87.
- Sisk, M. L. – Shea, J. J. 2011: The African Origin of Complex Projectile Technology: An Analysis Using Tip Cross-Sectional Area and Perimeter. *International Journal of Evolutionary Biology*, Volume 2011, 1–8.
- Sosna, D. 2012: Stone Arrowheads from Hoštice I: Use-wear Analysis. In: A. Matějčková – P. Dvořák edd., *Pohřebiště z období zvoncovitých pohárů na trase dálnice D1 Vyškov – Mořice*. *Pravěk – Supplementum* 24/1, Brno: Ústav archeologické památkové péče, 323–338.
- Sosna, D. – Sládek, V. – Galeta, P. 2010: Investigating mortuary sites: The search for synergy. *Anthropologie XLVIII/1*, 33–40.
- Stuchlík, S. – Stuchlíková, J. 1996: Pravěká pohřebiště v Moravské Nové Vsi – Hruškách. *Studie Archeologického ústavu Akademie věd ČR v Brně, ročník XVI/1*. Praha: Academia.
- Svoboda, J. 1985: Štípaná industrie nitranské skupiny z pohřebiště v Holešově. *Studie Muzea Kroměřížska '85*, Kroměříž: Muzeum Kroměřížska, 180–184.
- Šmíd, M. 2006: Pohřebiště nitranské kultury ze Slatinic, okres Olomouc. *Slovenská archeológia LIV/1*, 1–32.
- Turek, J. 2004: Nátepní destičky z období zvoncovitých pohárů, jejich suroviny, technologie a společenský význam. In: E. Kazdová – Z. Měřinský – K. Šabatová edd., *K poctě Vladimíru Podborskému*, Brno: Masarykova univerzita, 207–226.
- Vandkilde, H. 2006: Warriors and Warrior Institutions in Copper Age Europe. In: O. Ton – H. Thrane – H. Vandkilde eds., *Warfare and Society: Archaeological and Social Anthropological Perspectives*, Aarhus: Aarhus University Press, 393–422.
- Wittlesey, S. M. – Reid, J. J. 2004: Mortuary Ritual and Organizational Inferences at Frasshopper Pueblo, Arizona. In: D. R. Mitchell – J. L. Brunson–Hadley eds., *Ancient Burial Practices in the American Southwest: Archaeology, Physical Anthropology, and Native American Perspectives*, Albuquerque: University of New Mexico Press, 68–96.

## Analysis of lithic arrowheads from the Early Bronze Age cemetery at Hroznová Lhota Use-wear and ballistic analysis

### Introduction

In the burial ground at Hroznová Lhota (Hodonín distr., South Moravia), so far 115 Early Bronze Age inhumation graves were unearthed; most of them were disturbed by secondary intrusions in prehistoric times already. The deceased were laid into graves in contracted position with orientation determined by sex – females on the left side with their head towards the east, males on the right side with their head towards the west, all of them facing south. Grave pits were usually rectangular or oval in plan, sometimes with traces of wooden coffins and postholes in the neighbourhood. Except a single grave exhibiting characteristics of the Bell Beaker culture (hereinafter BBC), all the other graves belonged to population of the Nitra culture, whose material displays were strongly influenced by the Únětice culture.

The occurrence of chipped stone industry in graves of the Nitra culture was already evidenced by older excavations and is well documented (*Bátora 1986; Svoboda 1985; Šmid 2006*). In Hroznová Lhota it was found in seven graves (6.08 %); as regards the occurrence of chipped lithics, this burial ground thus can rather be counted among the poorer ones. For comparison, the proportion of graves containing chipped lithics in Jeřšovce is 6.42 % (*Bátora 2000, 327–330*), in Mýtina Nová Ves 9.08 % (unpublished), in Slatinice 18.2 % (*Šmid 2006, 4–10*) and in Holešov 30.2 % (*Ondráček – Šebela 1985, 5–79*). Selective occurrence of chipped lithics in graves is a phenomenon typical with burial grounds from the end of the Eneolithic and beginning of the Bronze Age. The distinct predominance of projectile points in collections of chipped stone industry from burial grounds of the Nitra culture also is generally evidenced (*Svoboda 1985, 181; Bátora 2000, 327–328*). According to all previous findings, arrowheads are found exclusively in male graves. The assemblage from Hroznová Lhota comprises 19 pieces of chipped stone industry in total, among them 16 arrowheads (*fig. 2*).

The aim of this text is to prove that the previous orientation on morpho-typology, spectrum of shapes, or basic metrical indexes (*Kopacz – Přichystal – Šebela 2009, 93–97; Olivík 2009; Matějčková 2009, 284–286*) is misleading and except the classifiable descriptive parameters it does not bring any information on society to whom we ascribe the projectiles, or on functional or social roles of the projectiles themselves. The basic question which we pose to ourselves is the assessment of practical versus symbolical role of arrowheads in societies at the end of the Eneolithic and beginning of the Bronze Age. This question has so far been treated with arrowheads of BBC only. These have been interpreted as a symbolic artefact almost completely without any practical (in archery) use (*Sosna 2012, 326–327*). Archery as practical warfare of BBC has also been doubted due to disputed functionality of wristguards (*Fokkens – Achterkamp – Kuijpers 2008*), low incidence of combat injuries on skeletons (*Drozdová a kol. 2012*) and inconclusiveness of side-to-side muscle imbalance in arms (*Sosna – Sládek – Galeta 2010*). The evidence of archery practised by population of the Nitra culture will be inferred from secondary functional use-wear marks (evidence of hafting and wearing in a quiver), traces of cyclical repair of functional terminal fractures and evidence of specialised design of projectiles intended for interpersonal and inter-communal violence, and not for hunting activities.

### Method

After basic determination of morpho-typological characteristics and raw materials in all artefacts in the collection of chipped stone industry, arrowheads have been assessed with regard to use-wear and ballistics. Among particular features studied were direct evidence of functional use (diagnostic impact fracture – DIF), secondary signs of functional use (hafting wear, transport wear), evidence of repair of functional damages, and 3D metric and volume parameters. The last mentioned characteristics have been followed up with the help of documentation by 3D photogrammetry, which enables to obtain quite accurate values of the Tip Cross-Sectional Area (TCSA) and follow up the distribution of mass in cross sections at any point on the longitudinal axis. These outputs are used with the analysis

of external and terminal ballistics of projectiles and reconstruction of the operational sequence. We use optical microscope Olympus for reflected light with magnification 200x for our use-wear analysis.

The summarizing *table 1* shows parameters which deserve clear definition. They are also shown in *figs. 5–10*, in which the upper part shows documentation of the point and possible fractures magnified 50x, and the lower part shows cross sections obtained from 3D models in the MeshLab programme (sections A and B) and the longitudinal section obtained in the same way (C). Under terminal fracture we understand any fracture, no matter if functional, accidental or post-depositional. More details on how the reliability of the method of determining the so-called diagnostic impact fracture (DIF), which is based on study of the shape of fractures (*Fischer – Vemming – Rasmussen 1984*), was recently definitely called into question resulted from a study by V. Rots (*Rots – Plisson 2014*), or from naturalistic experiments (*Loi – Brizzi 2011*).

The outline symmetry is generally connected with assessment of the distribution of mass; the asymmetry of barbs depending on the hafting method also can play its role. Asymmetries of the shape or length of barbs are relatively frequent. The symmetry of cross sections gives us the basic clue to the distribution of mass with regard to possible rotation dynamics. Selected informative sections are placed under the tip, at one third of the distance between the tip and the highest point of the basal notch (section A), and immediately above the basal notch (section B), more precisely at 9/10 of the distance from the tip, so that the circumferential retouch on the base is not included in the section. These sections give us reliable information on the dynamics of contact and penetration (compact or flat point) – section A, as well as on the impact of the projectile on the flight curve of the whole arrow (section B). The longitudinal section (straight or curved), in our opinion, can influence the flight range. Distinct serration of edges, which is intentional and thus not only an unwanted residue of invasive retouch, represents another characteristic of wounding capability of projectiles. Additional parameters are usually applied in the analysis of wounding capability and penetration power (*Sisk – Shea 2011*), even though we do not yet pay more attention to them with regard to necessary experimental verification. Their values are no longer calculated from approximate models (*Sisk – Shea 2011, 3*), but we offer accurate 3D data.

Comprehensive ballistic assessment of course takes into consideration multiple parameters and their interaction. This, however, demands still inaccessible means (testing in aerodynamic tunnel, sophisticated record of flight curve and speed, shooting experiments using ballistic gel, and finally the shooting on physical body, which induces the situation of impact and penetration into several layers). We do not yet want to perform naturalistic experiments, but in our opinion each description of projectile should in principle contain at least basic ballistic characteristics, which will clarify the side-to-side and longitudinal distribution of mass, tendency to rotation, compactness or, on the other hand, flatness of the wounding track.

#### Find context

All lithic arrowheads in the cemetery under review come from six graves of adult males. Sets of multiple specimens were found in Grave H31 (four arrowheads) and Grave H36 (seven arrowheads). Graves H04, H10 and H28 contained only one specimen each, Grave H05 yielded two specimens. Deposition in a quiver is evident with arrowheads from Graves H05 and H31 (three of the total four specimens: *figs. 3 and 4*). The original context in Grave H36 was unfortunately disturbed by bioturbation, so that the position of projectile points in the same axis one besides the other was disrupted. Isolated arrowheads, on the other hand, deviate from the quiver position behind the lumbar and pelvic area – H04 was dislocated and found in front of the body, H10 was found behind the body near the head, H28 rested near the left hip. Isolated arrowheads may also have got into graves inside the human body, and not as a part of funerary equipment (*Marquez et al. 2014*). However, the find context shows that this possibility can be excluded with arrowheads from the cemetery at Hroznová Lhota. Most probably arrows were generally deposited in a quiver with the point turned down. Judging from the position of arrowheads and their orientation at Hroznová Lhota and in other burial grounds of the Nitra culture (e.g. *Ondráček – Šebela 1985, 22*, etc.), the quiver has been worn on the shoulder or on the back, and not at the waist. This is probably connected with more intensive movement of archers through the landscape, as it is also indicated by transport wear.

## Analysis

In terms of morpho-typology, the assemblage comprises 16 barbed arrowheads with concave base, which are formed by bifacial covering (9 pieces) or circumferential retouch (4 pieces), or by various combinations of both these methods. In many of them we can observe distinct asymmetries or corrugations in the longitudinal as well as transversal axis. The spectrum of raw materials is very narrow, oriented strictly on two imported raw materials with fine matrix – erratic flint and radiolarite. All three quiver sets are unified as regards the raw materials used – the lithics in Graves H05 and H36 are made from radiolarite, in Grave H31 three arrowheads behind the back are made from erratic flint, and a single isolated arrowhead at the waist is made from radiolarite. Isolated arrowheads in graves are always made from erratic flint. It can be generally concluded that arrowheads from erratic flint are a little more robust, their cross section is relatively higher. The DIF typology, which was recently called into question (see above), is not paid attention to. Mostly we suppose, that fracture morphological description is subjective in large extend; that one fracture could be described as several different types (similar opinion document *Rots – Plisson 2014*, 157); and therefore we resigned to its determination. Terminal fracture was identified with all arrowheads from Grave 31, but with no others. The arrowheads from Graves H04 and H10 exhibited a small barb fracture. In both cases it is the left barb; in both points with asymmetrical barbs from Grave H05 also is one of the barbs shorter than the other. Radiolarite and the remaining flint arrowheads are otherwise not damaged.

Use-wear analysis was made in all projectiles. The aim also was to identify possible differences in the use of points from radiolarite and those from erratic flint, particularly on the example of two sets from H31 and H36. Despite all their differences (raw material, incidence of fractures, wide dimensional scale vs. homogeneity), all arrowheads exhibited identical use wear on tips (abrasion and rounding), in the middle part of both surfaces (clearly defined facets of shiny flat gloss) as well as on barbs (abrasion with small striations parallel to the longitudinal axis). All three types of use wear are visible on both surfaces. Abrasion on tips (*figs. 11, 12*) is caused by frequent contact with leather. The contact during game hunting is unrepeated and the number of uses of one point without fracture is limited to several times. It very likely appears to be the origin in abrasion against the wall of a leather bag. Because abrasion is always visible on tips and not on surface elevations of the whole arrowhead, it is an evidence of transport of the whole arrow in a quiver, and not of the arrowhead itself in a pouch or some other container (*Rots 2012*). Step vibrations are sufficiently numerous to generate distinct abrasions and rounding as well during a one-shot transport, and they cause small movements of arrows back and forth along the same axis, even though the neck of the quiver is tightened. This movement is also indicated by a second type of use wear, which is mainly bound to the lower third of the point and to barbs. Abrasions and striations parallel to the edge (*figs. 13, 14*) are caused by organic material harder than leather (tendon, bast?). We suppose that this use wear is caused by binding the projectile into a shaft. Small micro-movement of arrowhead in the binding leads us to preliminary conclusion that the hafting method in this case perhaps did not involve resin or some other binding agent; microscopy did not identify their residues, either. Firmly glued projectiles tend more often to barb fractures, because the joint effect of impact force (bone, cartilage) and abrupt lateral deflection of the shaft, which weighs much more than the arrowhead itself, acts as an effective lever in the place of hafting (*Fauvelle et al. 2012*, 2806). The preference of glue-free hafting is effective in warfare for two reasons – the point is exposed to the impact on hard surface more often than it is with hunting, and the point more easily remains stuck in the wound in an attempt to pull it out. The preferences in hunting are opposite, because the wounded animal runs away and the shaft of a firmly glued arrow causes with its counterweight in jumps or in contact with surrounding undergrowth extensive internal injuries and bleeding, which weaken the animal quickly so that the hunter can easily follow its trail. The fracture of base or deep fracture of barb is as good as unrepairable because the base span is already given by the hafting needs. The length of the projectile, on the other hand, is not a primary functional parameter and the damaged point can be repaired easily, because only the point angle and the total length will be changed (*fig. 15*). The use-wear at the base accumulates during the whole functional life of a projectile, whereas the use-wear at the tip is eliminated by each repair. The third type of use wear in arrowheads can be defined as a flat shiny gloss caused by hard material such as, for example, hardwood

(figs. 16, 17). We suppose that it originates from repeated small collisions with wooden shafts of neighbouring arrows. The lower parts of a point were protected by binding and the tip probably was not hit by shafts of neighbouring arrows, not even with step vibrations; that is why this type of glosses is mostly identified in the middle parts of medium-sized and large arrowheads. Thus we can conclude that all arrowheads from the cemetery at Hroznová Lhota were indeed and for a long time hafted in shafts and transported in leather quivers.

Even though the primary functional use wear in arrowheads is as good as unprovable, if we leave aside the terminal fracture as an unreliable indication, besides the above-mentioned secondary functional evidence of use we can also prove the evidence of cyclical repairs of the tip (*Azevedo – Charlin – González-José 2014*) and designing of ballistic parameters of projectiles for specialised purposes. Among the attributes connected with modification of functional properties of a projectile are the position of mass centre and symmetry or asymmetry of cross section (distribution of mass), which influence the external ballistics; and the point angle, TCSA and design of edges which define the terminal ballistics and wounding capability. There is so far no need to overestimate the selection of mass centre with regard to the negligible weight of arrowheads against the binding and shaft. In spite of bifacial invasive retouch, 10 specimens exhibit traces of the original orientation of debitage. The accordance between the detachment axis and the axis of final arrowhead (figs. 2: 4, 15–17) occurs almost as often as the reverse orientation with original bulb at the tip of the arrowhead (fig. 2: 7, 8, 10), or the orientation entirely out of this axis (fig. 2: 6, 12, 14). Even though the collection is small, it seems that these variants are not depending on selection of raw material and thus do not originate in the operational sequence associated with the origin of raw material. Nevertheless, an influence more significant than the selection of mass centre is exerted by frequent asymmetries (fig. 18) in side-to-side distribution of mass (fig. 2: 1, 3, 4, 6, 10, 12). There is an evident intention from the selection of support and its orientation (H36/1, H28/01) through to application of suitable retouch which makes good use of the characteristics of the support (H05/02). The rotation of a projectile is influenced by each similar asymmetry, but it is distinctly accelerated mainly by opposite distribution of mass in the upper and the lower half of the cross section (fig. 18: g), opposite distribution of mass in the upper and the lower part of the arrowhead (H36/1) and deflection of barbs to opposite sides. The last mentioned modification was identified in three out of seven arrowheads from Grave H36 (H36/01, 03 and 06). Rotations would also be indicated by barb fractures. As it was described above, our assemblage exhibits more frequent fractures of the left barb (four out of five examples); from this fact we could perhaps infer the rotation direction. In modern archery, the fletching for right rotation is preferred with accurate shooting, whereas the arrows with left fletching exhibit a longer flight range and stronger penetration power. These traditionally accepted conclusions will of course have to be first verified by a controlled experiment. Distinct serration of edges can occasionally be observed in arrowheads of various cultural affiliations (*Bátora 2000*, Teil 1, Taf. 70: 1; *Ondráček – Šebela 1985*, pl. 15: 8, 28: 16, 30: 9; *Peška 2009*, 186; *Kaňáková 2014*, 30, fig. 11: 42). In *table 1* it can be observed that all arrowheads with distinct rotation asymmetry of cross section also are distinctly serrated. This predestines them to deep penetration and wounding capability.

Cyclical repairs are evidenced in three types. Occasionally we can identify fractures, which are only partly smoothed by retouch (H10/01, H28/01) and herewith prove the existence of this step in the life cycle of projectiles. Then there are arrowheads, which exhibit very sharp (fresh) retouch edges in the upper half of the projectile, whereas the base is worn (H05/01, and we know another two arrowheads with similar signs from the context of Únětice culture. And finally, cyclical repairs are reflected in conspicuous size categories of projectiles, which are even well distinguishable within an as small assemblage as the collection from Hroznová Lhota. The range of lengths within a category is minimal and the distances between individual categories are quite wide. The elimination of a terminal fracture also requires levelling of almost entire lateral edges so that it is necessary to remove some mass in the longitudinal axis. Provided that the size of the original arrowheads would be more or less standardised, we can also suppose small deviations in the lengths of repaired points. Long slender arrowheads 3.4 to 3.6 cm long (H28/01, H36/01 and 07) constitute the first group of truly conspicuous artefacts. Medium size (length of 2.2 to 2.4 cm) is represented by arrowheads H04/01, H05/01, H05/02, H10/01

and by pairs of arrowheads from Grave H31 (02 and 04) and Grave H36 (02 and 03). The assemblage also comprises very small arrowheads from Graves H31 (01 and 03) and H36 (04, 05, 06) having a length of 1.5–1.7 cm. Small arrowheads come from sets only. If projectiles are intended for combat purposes, there is no reason for size categories other than cyclical repairs. The previous hypothesis on various size categories depending on the type of game is questioned by the fact that there is almost no evidence of hunting activities in populations of the period under review, except the evidence of hunting trophy animals such as boar and deer in some of the burial grounds of the Nitra culture (Bátora 1994, 11–12); we do not know any evidence of hunting small fauna or birds, for which the small-sized arrowheads should be intended. The designing of points and the hafting method do not support the hunting purpose of arrowheads, either.

#### Discussion and conclusions

Sporadic occurrence of chipped stone industry in graves is a general phenomenon in this wider period at the end of the Eneolithic and beginning of the Bronze Age. Occasional occurrence of a distinct set of arrowheads is typical with burial grounds of BBC (Sosna 2012, 325) and Nitra culture (Šmíd 2006, 15, 21; Bátora 2000, 329). In the context of Proto-Únětice culture these sets are isolated (Stuchlík – Stuchlíková 1996, 26–27, 31–32). We do not know them from burial grounds of the Únětice culture, even though in the Carpathian Basin these sets also occur later, in inhumation graves at the very end of the Early Bronze Age (Olexa – Nováček 2013, 149, 163). Regarding the relatively low percentage of graves with arrowheads and the small number of voluminous sets naturally generates the question of their practical use and other purpose of their wearing and deposition in graves (Nicolas – Guéret 2014; Sosna 2012). The results of analysis of BBC arrowheads (Sosna 2012) rather support the hypothesis of their symbolical meaning within the institutionalised symbolism of BBC warfare (Vandkilde 2006; Sarauw 2007). It is possible that BBC was after all specific in its relation to warrior attributes, because even though the cemetery of Nitra culture at Hroznová Lhota yielded an only relatively small selection of arrowheads, our results are distinctly different from the characteristics of BBC arrowheads published. In 100 % of samples we can identify secondary functional (hafting wear and transport wear) use-wear (figs. 19, 20) and conclusive evidence of repaired terminal fractures. Based on the results presented we consider it verified that individual projectiles in sets are specialised as regards their flight and wounding properties, and they were used for different purposes. Herewith they represent a full-fledged archer's equipment. Presently we also know the results of use-wear analysis of two arrowheads of the Corded Ware culture and eight arrowheads of the Únětice culture, in which the situation is more varied but most of which also exhibit evident traces of functional use or repairs.

English by Jana Klíčová