

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta filozofická**

**Bakalářská práce**

**Pravěká lukostřelba: Experimentální studie**

**Václav Bureš**

# Západočeská univerzita v Plzni

**Fakulta filozofická**

Katedra antropologie

**Studijní program Antropologie**

**Studijní obor Sociální a kulturní antropologie**

**Bakalářská práce**

**Pravěká lukostřelba: Experimentální studie**

**Václav Bureš**

*Vedoucí práce:*

Mgr. Daniel Sosna, Ph.D.

Katedra antropologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

*Konzultant:*

Mgr. Vladimír Karel

Plzeň 2012

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval samostatně a použil jen uvedených pramenů a literatury.

*Plzeň, duben 2012* .....

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Danielu Sosnovi za poskytnutí odborné literatury a četné konzultace. Mnoha užitečných rad se mi dostalo také od Vladimíra Karla, jenž se o pravěké výrobní postupy dlouhodobě zajímá a o své poznatky se nezištně podělil. Realizace experimentu by nebyla možná bez mého přítele Roberta Reichla, který se střeleb aktivně účastnil. V neposlední řadě musím poděkovat „Hřebíkovi“ za bezplatné poskytnutí vhodného prostoru.

## Obsah

1. Úvod .....	2
1.1 Lov a válečnictví.....	2
1.2 Kultura zvoncovitých pohárů .....	4
2. Hroty - lukostřelecké zbraně .....	6
2.1 Morfologie a metrika šipek .....	6
2.2 Typologie poškození .....	9
2.2.1 Makroskopické poškození .....	10
2.2.2 Mikroskopické poškození .....	12
3. Metodologie .....	16
3.1 Výroba šipek .....	16
3.2 Výroba těla šípů .....	18
3.3 Rozřazení šípů .....	21
3.4 Střelby .....	23
3.5 Příprava a ohledání šipek .....	25
4. Výsledky .....	26
4.1 Lehčí šípky – částečně zalepené (lehká 1/2) .....	26
4.2 Lehčí šípky – zcela zalepené (lehká 1.0) .....	30
4.3 Těžší šípky – částečně zalepené (těžká 1/2) .....	33
4.4 Těžší šípky – zcela zalepené (těžká 1.0) .....	37
4.5 Shrnutí výsledků.....	40
5. Diskuse.....	44
5.1 Srovnání s předchozími výzkumy.....	44
5.2 Srovnání s nálezy.....	44
5.3 Chronologie šipek kultury zvoncovitých pohárů .....	45
5.4 Morfologie rovnoramenných šipek vůči fraktuře .....	46
6. Závěr .....	47
7. Literatura: .....	48
8.1 Seznam obrázků:.....	50
8.2 Seznam tabulek: .....	51
9. Resumé .....	52

# 1. Úvod

Doba a život našich předků je tématem atraktivním, ale díky časové vzdálenosti a omezenému dochovanému souboru i obtížným. Má práce se zaměřuje na eneolitickou lukostřelbu, konkrétně u kultury zvoncovitých pohárů. Mužští příslušníci této kultury by mohli být na základě přítomnosti pazourkových hrotů šípů a nátepních destiček chápáni jako lukostřelci, či válečníci. Při bližším zkoumání ovšem zjistíme, že kamenné šipky nejeví známky svého používání v míře, kterou bychom očekávali (Sosna in press). To narušuje obecnou představu o eneolitu, jako době rozvíjejícího válečnictví (Vencel 1984).

Naše očekávání se zakládají na dosud provedených experimentálních studiích (Fischer 1984, Odell a Cowan 1986, Lombard a Pargeter 2008). Ty naznačují, že přítomnost fraktur může mimo jiné souviset s tvarem a velikostí projektilů.

Cílem práce je na základě experimentu zmapovat poškození lukostřeleckých hrotů a vytvořit model, který by přispěl k pochopení lidského chování v eneolitu. K tomu účelu jsem vytvořil sadu dvanácti šípů s triangulárními hroty s křídélky, jež byly stříleny do těla předem usmrceného zvířete. Po jejich vyjmutí byly podrobeny makro i mikroskopické analýze.

Hlavními otázkami je jak rychle se na šípkách objeví stopy užívání? Jaké makroskopické a mikroskopické znaky se na nich rozvinou? Ovlivní to nějak různost rozměrů? Budou se nějak lišit stopy v závislosti na zalepení šipek?

## 1.1 Lov a válečnictví

Jedním z výrazných mezníků příběhu našich předků je vynález luku. Dalekonosné zbraně, nástroje pozdně paleolitických a mezolitických lovců (Vencel 1984: 300). Díky němu člověk získal výraznou výhodu vůči zvěři, jež byla jeho potravou. Nemusel na ni číhat, nahánět do pastí, vystavovat sebe sama nebezpečí. Tento vynález měl i společenské důsledky, pro aktivní lov nebyla již potřeba velká skupina, jejíž členové hráli různé role podle druhu zvěře, na niž měli políčeno. Jeden či dva lovci vyzbrojeni silnými luky a precizně vyvedenými šípy měli při dobré znalosti terénu velkou šanci na večerní hostinu (Holub 2006: 8). Vynález dalekonosných zbraní jako luku a vrhače oštěpů měl ale i vliv na jiné stránky pravěkého života.

Změnil se způsob boje. Zbraně se stali mnohem účinnějšími. Agresor mohl úspěšně ohrožovat protivníka bez nutnosti přímého boje muže proti muži, skupiny proti skupině. V eneolitu pravděpodobně doznal boj další významné proměny. Objevují se první specializované zbraně: kamenné bojové sekery, měděné i kamenné dýky, začínají se stavět opevnění.

Podle Otterbeinovy (2004) hypotézy existuje vztah mezi rozvojem válečnictví, stratifikace společnosti a zemědělství. Po vymizení velkých zvířat, začíná éra domestikace plodin a zvířat, lidé se trvale usidlují, vznikají první vesnice a lidé v jejich čele – stařešinové a náčelníci. Nutnou podmínkou domestikace plodin je podle Otterbeina (2004) absence války jako je válka výsledkem ustanovení prvních států a následně profesionálních vojáků řízených veliteli.

V eneolitické náčelnické společnosti ovšem ještě neexistovala vojenská profese, válečnictví bylo přítomno v životě každého člověka, občas více jindy méně, vždy ale pouze jako jedna z mnoha složek komplexních činností. Válečnictví bylo cestou života, bojovali sami za sebe pro svou osobní slávu, která byla společensky velmi ceněná (Otterbein 2004: 6).

Příčiny válek můžeme dle Vencla (1984: 15 -19) hledat v rovině hospodářské: vzrůst populace nad meze úživnosti s následným boje o teritoria nebo ornou půdu, pastviny. V rovině psychologické a morální: potřeba pomsty, ventilace agresivity. A v rovině iracionální: z výkladu přírodních úkazů a magických sil. U kultury zvoncovitých pohárů se jeví teritoriální příčiny jako nepravděpodobné. Populace rostla spolu s rozvojem zemědělství, obyvatelé byli nositeli týchž kulturních znaků a mezi jednotlivými sídlišti fungoval čilý obchod. Náčelnictví pravděpodobně nebylo natolik rozvinuté, aby se jedinec mohl obohacovat prostřednictvím druhých.

Byť z různých pohnutek, má konflikt v základu dvě možné podoby: přepady a rituální válečnictví. Účelem přepadu je fyzická likvidace protivníka, často zahrnující ženy a děti i jejich zvířata a majetek. Oproti tomu cíle válečnictví rituálního je vyjasnění konfliktu, navýšení symbolického statusu a často končí prvními zraněními (Otterbein 2004: 35).

Z důvodů nutných k rozvoji zemědělství, tak můžeme nahlížet na eneolitické válečníky spíše jako na praktikanty válečnictví rituálního, než jako na nemilostné zabijáky. Vannder Linden (2006) spatřuje novou percepci a konstrukci obrazu válečnictví ve sdílení přesně kódovaných předmětů (v našem kontextu silicidových šipek, nátepních destiček a dýk). Cestu od neolitického válečníka k hrdinovi kultury zvoncovitých pohárů vidí jako posun od každodenní reality k ethosu (Vannder Linden 2006: 326)<sup>1</sup>. Válka tedy mohla být jak reálná, tak pouze ideologickou složkou kultury, nebo-li formou válečnictví rituálního. Sílu šíření kultury zvoncovitých pohárů z její domoviny do celé Evropy a severní Afriky nespátřuje v síle a agresi, ale v obchodu, umění a znalosti metalurgie. Eneolitickou společnost tak nechápe jako pevně strukturovanou, ale společnost menších celků volně se pohybujících jednotlivců, obchodujících a sdílejících. Tato vize se zdá být ve světle současných výzkumů pravdě bližší.

## 1.2 Kultura zvoncovitých pohárů

Archeologické poznání je většinou kombinací analýzy dochovaných artefaktů a jejich vztažení na společnost skrze etnografické analogie. Takových bohužel pro evropský eneolit mnoho nenalzáme. Mohou za to velmi specifické podmínky:

„...plužního hospodářství mírného pásu původně pokrytého opadavými lesy a, ve stejnou chvíli, závislost na vzácných kovech jako měď a cín. To vyžaduje nejen přesné přírodní podmínky, ale i kulturní jako je krocení dobytka, a vytváření určitých forem specializace vedoucí k silné směnné síti.“ (Neustupný 1996: 372)

Z archeologického záznamu není jasné odkud tato kultura původně pochází. „...prozatím jediným místem, kde byl doložen lokální vývoj od šňůrové keramiky k časným formám zvoncovitých pohárů...“ je oblast dolního Rýna (Turek 2006: 275) Její prostorová expanze pravděpodobně není spojena s migrací jedinců, ale spíše s šířením ideologie, stylu a technologií. „Její uniformita může spíše souviset se sdílením společných kulturních tradic v rámci značně rozšířených skupin, nežli s rozsáhlou sítí směny ... artefaktů.“ (Turek 2006: 277)

---

<sup>1</sup> „From the Neolithic warrior to the Bell Beaker Hero, one has passed from a factual reality to an ethos.“

Morava je se 400 hroby a 230 sídlištními lokalitami nejbohatším zdrojem nalezišť v Evropě (Turek 2006: 332). Dle Turka (2006: 336) je:

„jediné opodstatněné chronologické členění období zvoncovitých pohárů ... na starší úsek s výskytem zdobených pohárů, zlatých a stříbrných artefaktů v některých hrobech ... a na mladší fázi s převahou průvodní keramiky, absencí zvoncovitých pohárů a zvýšeným počtem doložených sídlišť.“

Při analýze štípané industrie identifikovali Kopacz, Přichystal a Šebela (2009) proměnu skladby kamenné industrie, tak i preference štípaných materiálů. Zatímco ve fázích svého (možného) příchodu a usazování používali osadníci k výrobě importované suroviny později již preferovali silicity lokální (Kopacz, Přichystal, Šebela 2009: 128). Ruku v ruce s těmito dvěma póly produkce se jistě měnila i kultura populace. Je možné, že původní osadník – válečník se později stával domácím ethosem, pozůstatkem slávy kultury, jež se rozšířila po většině kontinentu.



## 2. Hroty - lukostřelecké zbraně

U kultury zvoncovitých pohárů je patrné symbolické rozlišení pohřbů mužských (na levém boku, hlava orientovaná k severu) a ženských (na boku pravém, hlava k jihu). Muži jsou často vybaveni lukostřeleckými atributy: nátepními destičkami, pazourkovými hroty (pravděpodobně pozůstatky šípů), nejspíše i luky, kostěnými závěsky ve tvaru luku, měděnými dýkami a podélně rozpůlenými kančími kly (Turek 2006: 336). Šipky měli mimo případného válečného uplatnění i funkci loveckou. Podíl archeozoologicky doložené lovené zvěře je ovšem do 10%, kostního materiálu (Turek 2006: 348). Detailně se šipkami nalezenými na Moravě zabýval Olivík (2001).

### 2.1 Morfologie a metrika šipek

Šipky nacházené v hrobech kultury zvoncových pohárů mají jednotnou morfologii. V základu je můžeme tvarově rozdělit na šipky s řapem a bez řapu (obr. 1). U šipek s řapem můžeme čekat odlišné stopy poškození než u šipek bez řapu. Jejich tvar vyžaduje jiný způsob uchycení k ratišti, který pokud není dokonale proveden, může snáze vést k fraktuře v těle baze. Zaseknutím, či zapuštěním řapu do ratiště je sice šipka lépe jištěna ve své podélné ose, ovšem vibrace šípu při záseknutí do pevného materiálu nadměrně namáhají právě tuto část soustavy. Pokud šipka narazí do pevného předmětu (např. kost či dřevo) dějí se dvě věci: šipka má tendenci se vylamovat ze svého uchycení, to ale nehrozí při kolmém nárazu. Vibrace šípu, způsobené přenosem energie ze soustavy s vysokou potenciální energií (nataženého luku) na šíp, se setkávají s právě znehybněnou šipkou. Baze je místem, kde se tyto síly realizují a nadměrně ji tedy zatěžují. Prvek řapu také ubírá hmotu křídélkům v celkové morfologii šipky a činí je tedy křehčími. Tuto skutečnost možná vyzorovali i pravěcí lukostřelci, neboť většina šipek nacházených v hrobech kultury zvoncových pohárů je bez řapu.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Šipky s řapem se u kultury zvoncových pohárů na území Moravy našly pouze v nejstarších vrstvách v zastoupení cca. 19%. U těchto jsou křídélka kratší než-li řap, jenž je tedy v poměru k tělu šipky relativně masivní. (Olivík 2009)



Obr. 1: Šipka: a) s řapem b) bez řapu. (převzato z Olivík 2001)

V této práci se zabývám pouze šípkami bez řapu, které můžeme dále dělit podle Olivíka (2001) dle jejich morfologie na základě: tvaru, tvaru stran, opracování hran, tvaru křidélek a tvaru baze.<sup>3</sup>

Tvar šipek je posuzován pouze z hlediska délky stran. Pokud jsou délky shodné, jedná se o šipku symetrickou. Pokud jsou délky rozdílné, je šipka klasifikována jako asymetrická (Olivík 2001: 35). (obr.)

Tvary stran můžeme pozorovat (tamtéž): (obr. 2)

- rovné
- konvexní
- konkávní



Obr. 2: Tvar stran: a) rovný b) konvexní c) konkávní. (převzato z Olivík 2001)

Tvar stran je velmi významný pro penetrační vlastnosti šipky. Konkávní šipka bude nejprůraznější, ale bude i nejvíce náchylná k poškození, neboť jakákoliv síla působící na hranu šipky je směřována více do jejího těla a nerozkládá se tak snadno do plochy, jako u rovných či konvexních. Toto se promítá i při vyštípávání šipky. Pokud při tlakové retuši zatížíme konkávní hranu, velmi snadno šipku zlomíme. Tomu se dá předejít tím, že sílu vždy míříme do zvětšující se masy šipky. I tak chce tento tvar vyšší zručnost, než tvary ostatní. Oproti konkávnímu je konvexní tvar sice relativně stabilní, ale snižuje penetrační vlastnost hrotu. Toto dělení je samozřejmě pouze představa. Na jedné šipce můžeme pozorovat kombinace tvarů, podle zručnosti a štěstí výrobce.

Úhel, jenž mezi sebou strany svírají, označujeme jako d/s index. Ten počítá poměr délky k šířce (d/s) a používá se k rozdělení tvarů na (Olivík 2009: 94) (obr.3):

<sup>3</sup> Opracování hran jsem se v této práci pro zúžení tématu rozhodl vypustit. Jejich zastoupení v nalezených souborech je ostatně minimální. U zoubkatých šipek lze předpokládat mimo estetického rozměru i speciální funkční vlastnosti.

- rovnostranné (d/s 0,8-1,2)
- rovnoramenné (d/s 1,2-1,7)
- rovnoramenné úzké (d/s 1,7-2)
- jejich asymetrické mutace



Obr. 3: Šipky: a) rovnostranné b) rovnoramenné c) rovnoramenné úzké. (převzato z Olivík 2001)

Spolu s tvarem stran, je d/s index (nebo-li úhel) podstatný pro penetrační schopnosti šipky. Odell s Cowanem (1986: 203) v rámci svého experimentu uvádějí statistický rozdíl v hloubce zásahu u šipek rovnoramenných proti rovnostranným.<sup>4</sup> U tvaru rovnoramenného úzkého můžeme tedy čekat nejlepší penetrační vlastnosti. Šipka také může být zasazena díky své délce do nejhlubšího zářezu s nejlepší podélnou stabilitou a při případné fraktuře hrotu může být retušována na rovnoramennou, či rovnostrannou. Vyštípání takovéto šipky je ovšem nejvíce náročné, jelikož při její délce s relativně malou mocností je třeba velmi opatrně směřovat potřebnou sílu.

Tvary křidélek šipky dělí Olivík (2009: 93) na rovné, obloukovité, lomené a hrotité. Funkcí křídélka je prodloužit stranu, tedy čepel, aby byla umožněna penetrace kulatého ratiště za relativně plochou šipkou a při svalové kontrakci po zásahu zabránit vyjmutí šipky.

Tvar baze je dělen na (Olivík 2009: 93) (obr. 4):

- obloukovitou
- trapézovitou
- rektangulární
- střechovitou
- nepravidelnou
- jejich přechodné formy.<sup>5</sup>



Obr. 4: Tvary bazí: a) obloukovitá b) trapézovitá c) rektangulární d) střechovitá. (převzato z Olivík 2001)

Obecně se jedná o různá provedení jedné koncepce, kdy šipku zalepíme do zářezu na ratišti. Tělo šipky tedy není k ratišti přivázáno, jako třeba u hrotů s řapem, ale pouze přilepeno, to má následek v menší podélné stabilitě. Na druhou stranu

<sup>4</sup> Konkrétně statisticky testovali úhly 63° a 56° na špičce šipek (pracovali i se šipkami silně konvexními), což je těsně kolem ideálně rovnoramenného trojúhelníku.

<sup>5</sup> Olivík zde popisuje i další typy bazí, jenž už ale nepopisují definici triangulárních hrotů s křídélky. Jako jednu z kategorií také uvádí základnu „s řapem a křídélky“, kterou ale považují za odlišný typ, neboť řap není varice na tvar, ale samostatný funkční prvek.

není tak těžké uložení šipky zhotovit, či v případě jejího vypadnutí ze zářezu opět přilepit.

Historicky dle Olivíka (2009: 157- 159) můžeme jasně vystopovat preferenci symetrických tvarů nad asymetrickými. V rámci tvaru stran ve starších vrstvách dominují hrany konvexní (k 60%) a rovné (cca 30%) což se později otáčí. Délkově můžeme sledovat trend od krátkých a středních (rovnostranných i rovnoramenných) k dlouhým rovnoramenným. U křídélek dominovala lomená a obloukovitá (cca 40% a 25%) v nejmladších vrstvách pak lomená a hrojitá (cca po 35%). U bazí po celou dobu jasně převládá obloukovitá s rektangulární, střešovitá je zastoupena pouze u nejmladších šipek. Patrně tedy existoval jakýsi ideál šipky, jenž se v průběhu času (a místa) měnil. Zda-li k tomu docházelo z popudů kulturních či praktických zatím zůstává nezodpovězenou otázkou. Zajímavé je, že se měnila také surovina z níž byly šipky produkovány. Zatímco původně byly vyštípávány z silicítů a rohovců cizích, importovaných a blíže neurčených, v pozdějších časech převládají lokální.

## 2.2 Typologie poškození

Na pomezí 50. a 60. let se začínají archeologové zajímat o svět minulých populací z odlišné perspektivy. Pozornost se upřela, ne na přítomnost nebo absenci jednotlivých artefaktů, ale na jejich proporční variace a celkový kontext (Keeley 1980: 1). Vyabstrahovaná informace by měla poskytnout hlubší vhled do každodenních činností našich předků. „Zásadním testem této „funkcionální“ hypotézy bylo zjevně zahrnuje v získání detailních dat jak kamenné náčiní bylo ve skutečnosti užíváno a na jakých materiálech.“(tamtéž)<sup>6</sup> Jakákoliv interpretace nalezených předmětů tedy nutně předpokládá její doložení na experimentálním souboru. Cílem tudíž bylo vytvoření typologie poškození, jenž by byla schopna říci, zda předmět byl užíván a na jakých materiálech, potažmo k jakému účelu, nebo zda-li stopy na artefaktu vznikly jako následky depozičních či exkavačních procesů.

První studie se zabývaly převážně výše uvedenými otázkami. Ku příkladu Semenov (1964) se zabývá vymezením přirozených změn povrchu kamenných a kostěných nástrojů, stopami výrobního procesu za použití různých technologií,

---

<sup>6</sup> „A crucial test of these „functional“ hypotheses would obviously involve the acquisition of detailed data on how stone implements were actually used and on what materials they were used.“

formováním stop opotřebení na různých nástrojích z rozličných druhů materiálu a v neposlední řadě i metodologií přípravy a zkoumání archeologického materiálu. Výsledkem je spíše interpretace různých typů artefaktů, na základě experimentálního doložení.

Jako další příklad lze uvést Keelyho (1980), který předznamenává trend v dokumentování různých stop odlišných materiálů na rozdílných površích, vliv úhlů (nebo jejich vhodnost) na vývoj a rychlost poškození a dále propracovává metodu k její větší explicitnosti pro internaci jednotlivých artefaktů.

Od 90. let se již výzkumníci zabývají konkrétními typy artefaktů a testují jejich užití. Z těchto jsou vybrány výzkumy týkající se problematiky pravěké lukostřelby. Jejich metody a výsledky budou zmíněny dále v příslušných částech.

Obecně můžeme poškození rozdělit na makroskopické (viditelné defekty šipky) a mikroskopické (mikroskopem pozorovatelné stopy užívání).

### **2.2.1 Makroskopické poškození**

Znaky makroskopického poškození jsou teoreticky závislé nejen „na tvrdosti, elasticitě a dalších potencionálně relevantních znacích“ (Odell 1981: 198), ale i na morfologii a metrice šipky. Vystává otázka, zda můžeme čekat, že některé tvary budou náchylnější k poškození než tvary jiné. Tuto otázku řešil Odell s Cowanem (1986) skrz bifaciálně opracované jemně vyrobené šipky a neretušované úštěpky.

Odštěpek má oproti šipce několik výhod. Svou funkci plní, i když není třeba ztrácet mnoho času nad detailním opracováváním do požadovaného tvaru (Odell a Cowan 1986: 197). Při jeho nevyhnutelném poškození pak není problém ho rychle nahradit. Z tohoto pohledu se jeví zbytečné ztrácet čas nad pracným vyštípáváním různorodých tvarů, plně postačí na ratiště uchytit vhodný odštěp, případně ho minimálně modifikovat (retušovat). Proč se tedy pravěcí lidé věnovali výrobě těchto artefaktů? Jednou odpovědí by byla jistá sociální prestiž (tamtéž) či identifikace s rolí (Vander Linden 2006: 326), to by i vysvětlovalo proč většina šipek z hrobových nálezů nejeví známky opotřebení. Jiné vysvětlení diskutuje právě Odell s Cowanem (1986: 209): „Jelikož jsou pravidelnějšího tvaru, snáze se nasazují, jsou průraznější,

a neodráží se tolik od cíle...“<sup>7</sup> Podstatným faktem také je, že retušované bifaciálně opracované šipky se méně lámou (dle jejich výsledků v poměru 1,74:1 pro retušované (tamtéž)). Z toho vyplývá, že pokud měl neolitický člověk čas, zdroje a chuť, motivace k výrobě takových artefaktů jistě byla.<sup>8</sup>

Kde tedy můžeme čekat poškození? V první řadě je třeba si uvědomit, že k fraktuře vede zásah tvrdého objektu: kosti, dřeva nebo kamene. Jelikož na hrotu (špici šipky) dochází k realizaci kinetické energie, vůči tvrdému relativně nehybnému předmětu, je hrot k fraktuře náchylnější než báze (tamtéž: 208). Morfologicky průraznější šipky snáze penetrují a tudíž se častěji dostávají ke kosti, z čehož plyne že, u nich častěji dochází k poškození (tamtéž: 206). Kratší šipky se snáze lámou, než tvary dlouhé (ty jsou ovšem snáze diagnostikovány jako užívané (tamtéž: 205)). U křidélek bychom mohly očekávat, že přímou kolizi s pevným předmětem nevydrží, neboť nemají kam předat rázovou vlnu a tudíž snáze dojde k jejich odštípnutí.

V rámci typů poškození můžeme opět rozlišit dva druhy, které se dále specifikují (viz. Fisher 1984: 23):

- Kónické fraktury, které vznikají z malé, dobře definovatelné plochy, mají konkávní profil v místě iniciace. Klasicky vznikají při štípání pazourku.
- *Bending*<sup>9</sup> (ohybové) fraktury, vznikající z velké plochy, mají rovný, nebo konvexní profil napříč místem iniciace.

*Bending* fraktury můžeme dále rozdělit podle způsobu, jakým se potkávají s protější povrchem (tamtéž):

- *Feather* (do ztacený) fraktury se, po průběhu paralelním s podélnou osou, setkávají s protější stranou v úhlu menším než 90°.
- *Hinge* (pantové) fraktury pod úhlem větším, než 90°.
- *Step* (schodové) fraktury v pravém úhlu.

---

<sup>7</sup> „Because being more regular in form, they are easier to haft, they may penetrate more deeply, and they are less likely to bounce off the target.“

<sup>8</sup> Dle mých zkušeností mi výroba jedné triangulární šipky trvala cca. 1, 5 hodiny, což není při zvážení časové náročnosti výroby celého šípku až tak podstatné zdržení.

<sup>9</sup> V práci užívám originální anglické výrazy, neboť jsem nenalezl české ekvivalenty a přímý překlad považuji za značně nešikovný.

(všechny tři výše zmíněné označovány také jako *longitudinální* s *feather/hinge/step* ukončením)

- *Snap* (praskající) fraktury potkávají protější stranu přímo, bez podélného průběhu. (občas také označována jako fraktura *transversální*)
- *Spin-Off* fraktura, která odštipuje část původního povrchu.

Odell a Cowan (1986: 204) toto ještě doplňují o:

- *Crushing* (drtící) fraktura část pazourku neodštipuje, ale drtí. (tudíž povrch zlomu není jednolitý, hladký, ale rozfragmentovaný na více ploch)
- *Burination* (ryjící) fraktura, která při ventrálním (či dorsálním) pohledu odštipuje (či drtí) laterálně pravou, nebo levou stranu (hranu) objektu.

Bohužel nelze říci, že některý typ fraktury by koreloval pouze s určitým užíváním (Odell a Cowan 1986). Je třeba vůbec odlišit poškození užíváním předmětu za nějakým účelem, a poškození vzniklé náhodou při užívání předmětu (například pád na pevný povrch). Jakákoliv makroskopická fraktura potřebuje interpretaci, jak k ní došlo, k jakým silám, úhlům a místům iniciace odkazuje.

Ku příkladu u *longitudinálních* fraktur budeme jinak interpretovat malý *step* při zachovalém hrotu (pravděpodobně jako část retuše při výrobním procesu) a jinak šipku bez hrotu se *stepem* dva milimetry vysokým po centimetrovém *longitudinálním* průběhu. To by odkazovalo k relativně vysoké energii jenž byla příčinou, takto rozsáhlé fraktury – nejspíše výstřel z luku, či hod oštěpem pomocí vrhače.

Jak již bylo zmíněno výše na rozvoj makroskopických znaků má vliv i morfologie a metrika šipky. Příkladem může být Fisherův experiment (1984: 25), kde na velkých Brommianských šipkách uvádí *spin-off* dlouhý i 6mm, na ostatních malých hrotech ovšem považuje za indikativní *spin-off* dlouhý alespoň 1mm.

## 2.2.2 Mikroskopické poškození

Mikroskopická poškození a stopy užívání nám toho o artefaktu mohou říci mnohem více, a s větší přesností, než jejich makroskopičtí kolegové. V základu si je můžeme, ve shodě s Keeleym (1980: 9) rozdělit na:

- Poškození ostří (občas také označováno jako zaoblování)
- *Polishe* (lesky), *striace* (rýhy) a *abraze* (odřeniny, nebo také *lineární polishe*)

Poškozením ostří jsou zde myšleny malé úštěpky, které se odloučí od masy ostří při jeho zatížení, nebo-li při otupení. Tyto úštěpky po sobě samozřejmě zanechávají na těle šípky (nebo jakéhokoliv jiného předmětu) stopy podobné tlakové retuši. Pro jejich rozlišení Keeley (1980: 24) považuje za možné indikativní stopy menší než 2mm, lépe však menší než 0,5mm. Jelikož se vlastně jedná o fraktury, bývají zakončeny *longitudinálními* formami. Je třeba poznamenat, že Keeley netestoval žádné projektily, u kterých bychom mohly, díky vysoké energii při nárazu, očekávat větší projevy sil, tudíž i výraznější úštěpky. O těchto znacích u dalších autorů nepanuje shoda, zda-li je izolovaně považovat za jednoznačně indikativní, či nikoli (viz tabulka výše). Je potřeba dalších stop (ku příkladu *polishe* či *striace* kolem zaobleného ostří) k podpoření interpretace (Dockall 1977: 324).

Termín *polish* vlastně pouze označuje místo se zvýšeným odrazem světla. Na jeho rozvoj má vliv tvrdost materiálu, s nímž se předmět stýká, proto nám u některých nástrojů může napovědět mnohé o jejich funkci. Pokud budeme například manipulovat čepelkou zašpiněnou rukou od písku, můžeme celkem jistě očekávat, že v místě největšího kontaktu bude patrné vyleštění (Semenov 1964: 14). Podobně *polish* se rychleji objeví při styku se dřevem, než při styku s kostí (Keeley 1980: 42). U lukostřeleckých projektilů bývá často přítomný na bazi, důsledkem kontaktu minerálu s ratištěm.

Jako *striace* označujeme lineární rýhy<sup>10</sup> vznikající při kontaktu s jiným tvrdým předmětem. Jsou orientovány výhradně ve směru pohybu objektu. Pokud tedy uvažujeme o zásahu šípem, měly by být orientovány ve shodě s podélnou osou projektilu. Semenov (1964: 15) poznamenává, že tyto znaky jsou špatně detekovatelné na plně retušovaných plochách díky jejich nejednotnému, rozbitému povrchu. Jejich váhu posuzujeme podle hloubky a délky stopy, obvykle dosahují velikostí kolem 10 mikronů, ale za distinktivní můžeme označit kolem 2 mikronů, což postačuje k identifikaci orientace (Keeley 1984: 23).

---

<sup>10</sup> Termín lineární rýhy je částečně zavádějící, neboť mohou vzniknout i například při pohybu artefaktu v řečišti, kdy nemusí mít nutně lineární charakter (Keeley 1980: 23).



*Abraze*, nebo také *lineární poliše* jsou způsobeny malými úlomky, které se uvolní z artefaktu při zasažení cíle odporem okolního materiálu a leští i škrábou tělo projektilu (Fisher 1984: 28). Jedná se tedy o rozsáhlejší působení obou předchozích typů. Může mít podobu dlouhé rovnější (tudíž pozorovatelné jako světlejší) čáry, nebo oblasti. Také se může jevit jako zarovnaná část s rýhami, v tom případě jej označujeme jako *lineární polish s striacemi*. Pro pozitivní indikaci s funkcí šipky by měl mít orientaci shodnou s longitudinální osou. Prozatím nelze zpětně rozlišit jeho původce mimo rybí kosti, které zanechávají specifický *fish polish* (tamtéž: 31) charakteristický vyšší kontrastností a *striemi* ve všech směrech (tamtéž: 35).

Celkově bychom opět tyto znaky měly chápat jako indicie k interpretování jednotlivých artefaktů, jaké procesy, síly a materiály mohly způsobit pozorované formace. Rozhodující je jejich typ, pozice a orientace (Keeley 1980: 20). Ty nám napoví, zda bylo poškození způsobeno v rámci výroby, manipulace, lovu, nehody, depozičních procesů či exkavace. Jednotliví autoři přikládají znakům různou váhu (tab. 1)

**Tab. 1: Znaky 0= nediskutované, 1= diagnostické, 2= neprůkazné, 3= neindikativní dle jednotlivých autorů. (převzato z Dockall 1997: 327)**

Source	Linear polish	Striae	Edge rounding	Longit. macro.	Lateral macro.	Distal break	Distal crushing	"Spin-offs"
Shea 1988	0	0	3	1	1	3	1	0
Anderson-Gerfaud 1990	0	0	0	0	0	0	0	0
Beyries 1988	0	0	0	0	0	0	0	0
Holdaway 1989	0	0	0	0	0	2	0	0
Shea 1991	0	0	3	1	1	3	1	0
Shea 1990	0	0	0	0	0	2	0	0
Bergman and Newcomer 1983	0	0	0	1	1	1	0	0
Moss 1983a	1	0	0	1	1	0	1	0
Patterson 1994	0	0	0	1	1	2	1	0
Fischer, Hansen, and Rasmussen 1984	1	1	0	1	0	0	0	1
Truncer 1990	0	0	0	1	1	3	0	0
Odell and Cowan 1986	0	0	0	1	1	2	2	0
Grieser 1977	0	0	2	1	1	2	0	0
Ahler 1992	0	0	0	1	1	2	1	0
Huckell 1982	0	0	0	0	0	1	0	0
Roemer 1989	0	2	2	1	1	2	0	0
Frison and Stanford 1982	0	0	0	1	1	2	1	0
Frison 1974	0	0	0	1	1	0	1	1
Odell 1977	1	1	1	1	1	0	1	0

Hutchings (2011) publikoval článek ve kterém tvrdí, že poškození pozorovatelné na makro frakturách hrotů vysokorychlostních projektilů, způsobené výsledkem vysokého dynamického zatížení, vykazuje vyšší rychlost lomu než na

jiných artefaktech, kde k morfologicky podobnému poškození došlo v nebalistické situaci. U kvalitních, jemnozrnných minerálů, jenž uchovávají informaci o rychlosti lomu, lze na lomu rozlišit dvě elastická zvlnění: longitudinální vlnu a transversální (str. 1738). Pomocí matematického vzorce vypočítává z jejich struktury rychlost lomu, jenž má přímou souvislost s rychlostí dopadu artefaktu. Jinými slovy dle lomu je schopen určit rychlost projektilu, nebo-li způsob jeho doručení. Lze tak naprosto empiricky, kvantitativně odlišit lomy způsobené nárazem šípů či oštěpu od nechtěného poškození a depozičních důsledků. To je v tomto oboru jistě přelomový objev, který ale bohužel nelze aplikovat na všechny používané materiály.

### 3. Metodologie

Při archeologickém zkoumání minulosti se můžeme buď inspirovat etnografickými analogiemi, nebo připravit experiment. Pro účel této práce byl experiment nutnou podmínkou získání přesných dat odpovídajících morfologii konkrétního typu šipek.

Celkem bylo vyrobeno dvanáct funkčních šípů s variacemi výše popsaných hrotů, jenž byly následně použity pro experimentální střelbu do těla zakoupeného selete. Hlavní inspirací a zdrojem informací při výrobě byla kniha Konrada Spindlera (1998). Tato práce zachycuje nález Otziho, který je nejkomplexnějším a časově nejbližším možným souborem informací srovnatelným s kulturou zvoncovitých pohárů na Moravě. Mnoha praktických rad se mi dostalo od Vladimíra Karla, jenž ať sám geodetem, se o problematiku lovu (a obecně pravěkých technologií) sám dlouhodobě zajímá z pozic archeologie i etnografie. Názornou představu výroby Otziho šípů lze získat i z videí zabývajících se jejich replikací<sup>11</sup>.

Kde nebylo nutné (z hlediska dokumentace opotřebení hrotů), nadržel jsem se přesně předlohy, ale pomohl jsem si moderními nástroji a materiály.

#### 3.1 Výroba šipek

Olivík (2009: 159 – viz výše) uvádí, že pro výrobu šipek byly používány materiály importované i lokální. Já jsem, pro jejich snadnější dostupnost a velkou spotřebu k zvládnutí techniky štípání, použil dva zdroje silicitu. Prvním byl dar karamelového pazourku z Polska, jenž ke mne doputoval poštou formou úštěpků (cca 30). Za druhý větší zdroj jsem si vytyčil pobřeží Atlantského oceánu, kam jsem se v srpnu vydal. Konkrétně jsem se dostal do severní Normandie k přístavu Dieppe, severně od Rouenu. Křídové útesy omílané mořem poskytují téměř nevyčerpatelnou zásobu vysoce kvalitního, krémově hnědého a karamelového, čerstvého křídového pazourku.

Na pláži jsem dva dny trénoval oddělování požadovaných úštěpků od silicidového jádra. Bez nástroje (vhodného kamene) a ochranných prostředků (kůže

---

<sup>11</sup>Materiály: <http://www.youtube.com/watch?v=EoNmUJWNCMw&feature=relmfu> .  
Výroba: <http://www.youtube.com/watch?v=IOYE5-IWNCY&feature=relmfu> .

na podložení lámavého pazourku pro tlumení nárazu a zabránění poranění drobnými úštěpkami, brýle na ochranu očí proti odletujícím částem) bylo zvládnutí potřebné techniky pro oddělení úštěpku vhodné tloušťky relativně obtížné. Vyselekoval jsem odhadem 2 kilogramy vhodných odštěpků, které byly zpět do České Republiky přepravovány v batohu. Při cestě samozřejmě mohlo dojít jejich vzájemným třením k *polishům* či *abrazím*, jelikož však byly všechny kusy dále opracovány plošnou retuší, nepovažuji nebezpečí špatné indikace za nijak významné.

Na radu Mgr. Vladimíra Karla jsem se štípáním začal nejdříve na dnech od pivních lahví. Sklo je svými mechanickými vlastnostmi sice podobné spíše obsidianu, než pazourku ale zákony frakturní mechaniky na něm fungují velmi podobně. Pivní lahve mají nespornou výhodu v jejich snadné dostupnosti a nízké ceně (tři koruny za pokus). Dna se oddělují pomocí stomilimetrového hřebíku, jenž vložíme do lahve hlavičkou dolů, hrdlo ucpeme palcem a zatřepeme.<sup>12</sup> Díky svému prohnutému tvaru jsou podobné úštěpkám pazourku a tak si na nich můžeme velmi dobře nacvičit celý proces redukce materiálu, odstranění konvexního a konkávního zakřivení, vyštípání požadovaného tvaru, ustanovení čepelí atd.

Při redukování hmoty šipky, nebo-li vyštípávání konvexního profilu jejího těla, používáme buď techniku tlakové retuše (doloženo retušérem z Otziho výbavy), nebo techniku nepřímého úderu, která je mnohem progresivnější. Při obou zmiňovaných dochází k velkému zatížení druhé ruky, konkrétně prostředních tří prstů, která drží šipku. Při tlakové retuši je to většina síly pravé ruky, při nepřímém úderu je to rázová vlna způsobená úderem do retušéru. Nadměrné zatížení prstů by se mělo projevit na šlachových úponech, zde vidím bod možného zájmu biologických antropologů při zkoumání kosterních pozůstatků.

Po úspěšném zvládnutí techniky výroby skleněných šipek jsem přikročil k výrobě projektilů pazourkových. Postup je zde ve fázích totožný, liší se pouze potřebná síla a úhel její aplikace. Díky vyšší pevnosti silicitu je ale proces fyzicky náročnější. Aplikací větší potřebné síly také snadněji dojde k jejímu nesprávnému nasměrování a v krajním případě i zlomení šipky. Silicit není hmotou zcela homogenní, obsahuje mnoho mikrofosilií, nečistot a cizích látek, které způsobují

---

<sup>12</sup> Celý postup je dobře patrný na výukovém servru [practicalprimitive.com/](http://practicalprimitive.com/): <http://practicalprimitive.com/virtualinstruction.html#youtube> video - Flintknapping: Arrow Points from Bottle Bottoms.

částečně nepředvídatelné chování materiálu, což může následně vést k jeho zlomení.

Při nejlepším úsilí se mi, se zvládnutím potřebné techniky, povedlo ze získaného materiálu vyrobit dvanáct šipek morfologicky odpovídajících triangulárním hrotům s křídélky kultury zvoncových pohárů. Na štípání jsem pracoval zhruba tři měsíce a v konečném stádiu mi trvalo vytvořit šipku z úštěpku cca jeden a půl hodiny. Hroty jsou popsány jednotlivě níže spolu s pozorovaným poškozením a ostatními údaji.

Pro štípání jsem po pečlivém uvážení zvolil nástroje moderní, které jsem si vyrobil z mědi, neboť se s nimi snáze pracuje (nepotřebují neustálé dobrušování a jsou pevnější), dostupnější a levnější než s nástroje přírodní. Byť tím šipky ztratili na autentické hodnotě, rozdíl mezi stopami způsobenými užitím parohu a měděného retušeru je minimální (Whittaker 2004: 27). Všechny šipky byly po výrobě prohlédnuty pod stereolupou a stopy po mědi pečlivě zaznamenány spolu s jinými nepravidelnostmi.

### **3.2 Výroba těla šípu**

Konrad Spindler (1998: 114) uvádí, že Otziho ratiště byla zhotovena ze svídy krvavé (*Cornus Sanquinea*), nebo kaliny tušalaje (*Viburnum Lantana*). Já jsem zvolil pouze svídu krvavou pro její snadnou identifikaci, díky tmavočervenému zabarvení listů na podzim a mladých větévek, a hojnému rozšíření na jižní Moravě. Pruty jsem získal v oblasti Novomlýnských nádrží během dvou dnů, prvního říjnového víkendu. Hledal jsem zhruba jeden metr dlouhé, rovné, pokud možno bez postraních větviček o průměru kolem jednoho centimetru. Takových prutů jsem získal 42, ty jsem zbavil kůry a svázal do dvou svazků. Jejich svázání by mělo částečně eliminovat zkroucení v procesu vysychání. Přesto bylo třeba (obzvláště zpočátku, kdy dřevo ztrácí největší obsah vody) několikrát týdně svazky rozvazovat a pruty rovnat pomocí nahřátí v místě ohybu. Tím se dřevo na krátkou chvíli stane elastičtější a po vychladnutí již nemá takovou tendenci se vracet do původního tvaru. Pokud je dřevo křivě rostlé je potřeba proces několikrát opakovat.

V mladší době kamenné se povrch ratišť srovnával a zahlazoval pomocí dvou pískovcových kamenů s vyrytou půlkruhovou drážkou, které po jejich přiložení

vytvořily kruh požadovaného průměru, jímž se ratiště protahovalo (tamtéž). Jelikož Otziho výbava takový artefakt neobsahovala, rozhodl jsem se improvizovat. Průměr prutu jsem nechal přirozeně rozšiřovat, pouze seřízl všechny nerovnosti a ohladil pískem nasypáním na kus jelenice. To se dozajista podepsalo na letových vlastnostech šípů, což jsem se ale, pro krátkou plánovanou vzdálenost při pokusných střelbách rozhodl ignorovat. Ratiště zde uvažuji jako způsob doručení šipky k cíli s možností poškození báze, ne jako detailně provedený funkční prvek pro jistý zásah.

Když Spindler (1998: 117) popisuje dvanáct částečně opracovaných těl šípů, uvádí, že na silnějším konci byly asi 2 centimetry rozříznuty pro zapuštění hrotů. Poznává: „Je pozoruhodné, že muž z Hauslabova sedla nevyřáběl šíp po šíp, ale spíše postupoval tak, že jeden pracovní krok provedl u všech ... Dalším krokem bylo pravděpodobně vyříznutí dvanácti zářezů pro zakládání tětivy“ (tamtéž) na opačných koncích. Toto je ovšem částečně problematické. Zpracováním dřeva za syrova si jistě ušetříme určitou část námahy. Zbavení se kůry a zarovnání ořezů u všech prutů je tedy chytrým krokem, jenž šetří pozdější čas a zlepšuje vysychání ratišť. Předpřípravení zářezu pro hrot ovšem způsobuje nerovnoměrné vysychání a prut je tedy náchylnější k popraskání v jeho průběhu. Byť to tedy bylo Otziho úmyslem, nedomnívám se, že bychom to mohly považovat za standardní postup. Tato hypotéza ovšem bohužel nebyla testována.

V průběhu vysychání a rovnání byly postupně selektovány nevhodné či poškozené kusy (z důvodu nedostatečného průměru důsledkem sesychání) až zbylo 15 ratišť. Zhruba po měsíci jsem jedno z nich náhodně vybral jako zkušební, pazourkovou čepelkou vyřízl zářez pro uložení tětivy a taktéž pro zasazení šipky. Tuto činnost jsem shledal jako časově náročnou, proto jsem se rozhodl si při výrobě zbylých vypomoci pilkou a nožem. Zářezy pro tětivy tak byly zhotoveny celé - zhruba 12 milimetrů hluboké a 4 milimetry široké na závěr byly poté opáleny rozžhaveným hřebíkem, aby nepoškozovali tětivy. Zářezy pro pazourek jsem zhotovoval tímto postupem:

1. K ratišti jsem přiřadil šipku (klíč rozřazení níže).
2. Pilkou na železo (vybrána pro její jemné zuby) rozřízl podélně ratiště na silnějším konci.
3. Zářez jsem asi o 1 milimetr rozšířil nožem.

4. Nakonec jsem pazourkovou čepelkou dodělával zářez na míru každé jednotlivé šipce, aby byl hrot pokud možno v podélné ose a baze do ratiště pěkně zasedla.

Nutno poznamenat, že jsem začínal s ostrým úštěpkem, který si postupným vylamováním vyžádal opakovanou retuš. Tímto systémem jsem se snažil co nejvíce napodobit uchycení pro možné indikativní stopy na těle projektilu.

Šipky byly do zářezů zajištěny za pomoci lepidla na bázi březového dehtu (Spindler 1998: 115). Ten byl získán suchou destilací bez přístupu vzduchu z březové kůry, pravděpodobně v dehtařském milíři. V této části jsem si vypomohl plechovou nádobou s uzávěrem (rada Karla), jejíž dno bylo vyklepáno do konkávního profilu a proděravěno pro odvod dehtu do nádoby spodní. Celá soustava byla zakopána zhruba do dvou třetin a kolem ní byl rozdělán prudký oheň.

Při prvním pokusu jsem použil starší (cca tři týdny) kůry a výsledkem byla kapalná, řídká, částečně čirá tekutina, nevhodná pro další zpracování (její uplatnění je možné jako repelent proti komárům<sup>13</sup>). Celá procedura byla tedy zopakována s již uspokojivým výsledkem v podobě temného hutného dehtu. Avšak ten potřebuje další zpracování, aby při venkovní teplotě zcela zasychal. Možností je buď dlouhodobě tuto hmotu vařit (Spindler 1998: 115), nebo přimísit borovou smolu v poměru 3 : 1 – dehet vs. smola (rada Karla). Takto zpracován již výborně lepí i zasychá. Při zahřátí se stává tekutým a manipulace s ním tedy není nijak obtížná.

Po zalepení šipky bylo ratiště zajištěno proti rozštípnutí ovnutím nestočenými jeleními šlachami. Ty jsem surové získal nákupem na internetu, pomocí dvou kamenů změkčil a rozdělil na požadovanou tloušťku zaostřeným klacíkem. Omotávka byla následně potřena dehtovým lepidlem i s částí ratiště jak popisuje Spindler (1988: 115). Za částečného nahřívání byla celá formace domodelována do nejlepšího možného aerodynamického tvaru. Použitím nadměrného množství lepidla při lepení některých šipek, došlo k porušení funkce křidélek jejich splnutím s omotávkou.

---

<sup>13</sup> Využití březového dehtu jako repelentu proti komárům se objevuje v dokumentu Wenera Herzoga (2010) Happy People – A Year in Taiga.

Opeření bylo na Otziho šípech zhotoveno z letek většího ptáka, pravděpodobně datla, kavky, vrány, havrana, tetřeva, ibise, orla nebo supa (tamtéž). Jelikož každý pták má na jednom křídle pouze tři vhodná pera, bylo třeba je roztřídit na pravá/levá a dále podle velikosti a tuhosti, aby měl šíp požadované letové vlastnosti. Pokoušel jsem se získat z plzeňské Zoo letky zmiňovaných dravců, bohužel bezúspěšně. Přistoupil jsem tedy ke zkoušení dalších dostupných možností. První testovací šíp měl letky zhotoveny z krocaních per (opět zakoupených na internetu). Stvol brka je třeba podélně rozštípnout či se pokusit svléknout blanku s praporkem (opeřením) ze stvolu. Poté byly připravené letky přilepeny březovým lepidlem a omotány obyčejnou nití na místo doložených svinutých kopřivových vláken (tamtéž: 116). Tento šíp měl ovšem dvě vady: krocaní pera (původně určena pro výrobu indiánských čelenek) byla dle názoru testujícího lučištníka příliš tuhá a tedy šíp zbytečně zpomalovala. Jako podstatnější vada se však ukázalo, že celá formace byla relativně těžká a posunovala tudíž těžiště neúměrně blízko středu. Rozhodl jsem se tedy pro nákup připravených krocaních letek, které jsem k ratišti přilepil vteřinovým lepidlem a omotal nití. Ztrátu autenticity zde opět nepovažuji za významnou pro detekci opotřebení hrotu.

Oproti doloženým šípům bylo ratiště zpevněno před zářezem pro tětivu omotáním voskovanou nití a jejím zalepením dehtem. Toto jsem učinil z bezpečnostních důvodů, aby při výstřelu nedošlo k rozštípnutí ratiště a případnému poranění oka lučištníka.

### **3.3 Rozřazení šípů**

Šípy byly při výrobě rozřazeny do dvou váhových skupin pro dva různě silné luky, z důvodu prokázání, zda-li se šipky po jejich užívání budou v některých parametrech odlišovat. Teoreticky by samozřejmě měl silnější luk udělit šípu větší kinetickou energii, jenž by se měla projevit ve větším poškození šipky.

Při rozřazení šipek jsem se snažil držel jejich chronologického zastoupení. V skupině lehčích šípů jsou zařazeny šipky kratší, do skupiny těžších šípů pak byly zařazeny šipky dlouhé a velmi dlouhé. Výjimkou je šipka č. 6 zařazena do skupiny těžších šípů z důvodu její vyšší tloušťky po celé délce. Její nasazení na ratiště o menším průměru by mělo za následek jeho nebezpečné oslabení.



V obou skupinách jsou zastoupeny šípky rovnostranné i rovnoramenné. U skupiny lehčích šípů je zastoupení rovnocenné, u skupiny šípů těžších pak dvě rovnostranné vůči čtyřem rovnoramenným. Z hlediska tvaru stran je zastoupení v obou skupinách shodné: dvě konvexní na čtyři rovné. Tvar baze a křidélek nebyl kvůli malému vzorku zohledněn.

V každé váhové kategorii jsem šípky dále rozdělil do dvou skupin s odlišnou mírou zalepení šípky kvůli zjištění případného vlivu způsobu uchycení na poškození šípky, či odlišných stop užívání. U první skupiny bylo cílem ponechat co největší plochu hrotu bez lepidla, které bylo použito pouze k plnému připevnění k ratišti a zahlazení přechodu mezi šípkou a ratištěm. Oproti tomu v druhé skupině byly projektily zcela pod nánosem lepidla, z kterého vystupovala pouze čepel a samotná špice. (!!!!obr. Kopacz, Přichystal, Šebela: 97!!!!) Teoreticky by při nárazu mělo lepidlo pohltit část rázové vlny probíhající pazourkem a oddálit tedy jeho poškození. Taktéž by větší zalepení mělo chránit šípku proti ventrálním a dorsálním tlakům či poškozením. Prakticky šípka působí mnohem průbojnějším dojmem a šíp má o něco lepší vyvážení.

Z počtu 12 šípů tedy vznikly dvě skupiny: těžších/lehčích šípů (každá o šesti kusech), které se dále dělí do dvou podskupin - částečné/úplné zalepené dle modelace uchycení (každá o třech kusech) (tab. 2). Jednotlivé šípky budou dále rozebrány dle jejich zařazení do podskupin.

**Tab. 2: Rozřazení jednotlivých šipek a jejich základní metrické vlastnosti (uváděny v mm). (d/s index: délka stranový index – viz kapitola 2.1)**

skupina	číslo šípky	délka max.	šířka	d/s index	úhel hrotu	tloušťka max.
lehká 1/2	1	25,4	20,1	1,26	46°	4,4
	5	26,3	24,2	1,09	55°	4,2
	8	25,8	21,5	1,20	46°	4,8
lehká 1.0	4	25,8	17,8	1,45	54°	3,5
	9	26,5	24,6	1,08	50°	4,1
	11	24,8	21,3	1,16	70°	4,7
těžká 1/2	7	30,0	25,9	1,16	52°	4,3
	12	36,6	25,7	1,42	42°	3,8
	3	31,2	20,5	1,52	53°	5,5
těžká 1.0	6	24,5	23,9	1,03	56°	4,8
	2	35,5	24,3	1,46	52°	4,4
	10	35,6	24,7	1,44	42°	4,7

### 3.4 Střelby

Střelby se konaly 2. a 4 prosince 2011 v areálu cvičiště dobrovolných hasičů v Plzni na Košutce. Toto místo poskytovalo ideální prostředí v podobě oplocené sekané travnaté louky a nehrozilo tedy nechtěné postřelení náhodných kolemjdoucích. V nízkém porostu také nebylo nijak obtížné nalézt šípy v případě minutí cíle.

Jako cíl bylo použito zakoupené vyvržené sele prasete domácího o hmotnosti cca 40 kg. Původním úmyslem bylo použít prase divoké kvůli jeho silnější kůži a robustnějším kostem, to se ale ukázalo jako příliš finančně nákladné.

Sele bylo nejprve pouze položeno na dřevěnou kozu. Několik zkušebních výstřelů ovšem většinou zasahovalo žebra a skrz ně dřevěné kulatiny. To neodpovídá reálné lovecké situaci. Sele bylo tedy naaranžováno a přivázáno ke koze tak, aby byla maximalizována možnost zasažení kostí, konkrétně páteře a počátků žeber. (obr. 5)



Obr. 5: Kompozice cíle – selete.

Jedna z výše uvedených výzkumných otázek se týká odlišnosti poškození v závislosti na energii střely. To mělo být prokázáno střelbou dvěma luky o různém nátahu na stejnou vzdálenost. Dva různě silné luky udělí šípu odlišnou energii, jenž by se tedy měla odlišně projevit. Bohužel se nepovedlo na stanovený termín zajistit druhého lučištníka se silnějším lukem. Od otázky jsem se tedy po konzultaci s vedoucím mé práce rozhodl ustoupit. Všechny šípy byly tedy stříleny z jednoho moderního reflexního luku o nátahu 32 liber.

Vzdálenost cíle byla stanovena na deset metrů. Původně byly střelby plánovány na 20 metrů, což by se více blížilo reálné střelecké situaci.<sup>14</sup> Ovšem kvůli nutnosti střílet i šípy vyrobené pro luk silnější lukem slabším, byla vzdálenost po úvaze zkrácena.<sup>15</sup>

První den bylo pořadí šípů při střelbách náhodné dle výběru lučištníka, a to po skupinách, vždy od lehčích k těžším (viz níže). V jednom kole byl šíp vystřelen pouze jednou a ihned vyjmut. Každý šíp měl vzláštní arch, kam byl zaznamenán čas výstřelu, zda-li zasáhl cíl, co (kam) zasáhl a případná hloubka zásahu.

Po úvaze bylo rozhodnuto druhý den postup upravit. Jeden šíp byl vždy střílen opakovaně, dokud nedošlo k jeho viditelnému poškození nebo ztrátě šipky. Tento systém se ukázal jako efektivnější, neboť každý šíp měl nějakou výrobní vadu díky níž zanášel. Opakovaným užíváním stejného šípu bylo možné lépe ho zacílit.<sup>16</sup> Každý výstřel byl opět zaznamenán dle uvedeného klíče.

Pokud na šipce bylo pozorováno nějaké makroskopické poškození, bylo zaznamenáno do poznámky a šíp již nebyl dále užíván.<sup>17</sup> Pokud došlo k vypadnutí šipky, bylo toto zaznamenáno do poznámky a šíp ponechán k opravě na druhý den. Pokud došlo k rozštípnutí ratiště, byl postup stejný, jen ratiště bylo zkráceno o poškozenou část a vytvořen nový zářez. Pokud by ratiště bylo příliš krátké, byla šipka upevněna na ratiště náhradní. Pokud došlo k ztrátě šipky v těle prasete, byl nález zaznamenán do poznámky a místo vstřelu označeno lihovým fixem pro její pozdější vyjmutí.

Po úspěšném poškození všech hrotů, byly ztracené šipky vyjmuty z těla selete. Kvůli nedostatku času nebyla zvolena cesta přirozeného rozkladu tkání či například pečení a postupné odebírání masa<sup>18</sup> s následným opatrným vyjmutím

---

<sup>14</sup> Účinný dostřel pravěkých luků je průměrně zhruba 25 metrů (Otterbein 2004: 66)

<sup>15</sup> Samotný šíp musí pro přesnou střelbu velmi přesně odpovídat luku s nímž ho budeme používat. Příkladem musí odpovídat délce nátahu a svou tuhostí (tu si můžeme zjednodušit jako mocnost či průměr). Šípy vyrobené pro silnější luk byly tedy moc těžké a tuhé, neboli se v letu ztelně propadaly a odskakovaly (zanášely). Více ku příkladu v příspěvku Jaye Masseye: Self Arrows in Traditional Bowyer's Bible Volume One.

<sup>16</sup> Toto se ukázalo jako velmi podstatné zvláště pro úspěšný zásah se šípy z těžší sady.

<sup>17</sup> Vyjímkou byl šíp číslo 1. u kterého při šestém výstřelu došlo k odštípnutí křídélka, ale byl dále užíván.

<sup>18</sup> Tuto metodu používá M. Holub ve své práci Lovná zvěř a způsoby lovu paleolitických kultur.

šipek, ale prosté vyříznutí šipek. Stopy na kostech byly tedy nenávratně poničeny a tělo nebylo uloženo pro pozdější zkoumání.

Ze všech ratišť byla odstraněna omotávka pod šipkou spolu s pryskyřicí, šipka s částí ratiště odříznuta a ratiště opatrně laterálně rozštípnuto, aby uvolnilo zalepený projektil. Na šipkách zbyla část pryskyřice a také tuk či pozůstatky tkání, tudíž je bylo nutno očistit.

### 3.5 Příprava a ohledání šipek

Před vlastním zkoumáním šipek bylo nutno je očistit a připravit na pozorování pod mikroskopem. Semenov artefakty čistil pouze „alkoholem či benzinem a umyl v horké vodě s malou dávkou mýdla.“ (1964: 24) Keeley (1984: 10 – 11) k tomu přidává ještě další kroky:

- Ponoření artefaktu do teplé HCl (10% roztok) pro odstranění vápenatých a minerálních pozůstatků.
- Ponoření do NaOH (20% - 30% roztok) na 20 – 30 minut pro odstranění organických zbytků.
- Ponoření do ultrazvukové čistící nádrže pro odstranění zbytků písku, zeminy, prachu atd.

O použití stejných chemických činidel referuje i Fisher (1984: 27).

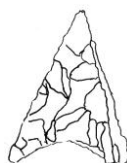
Jelikož na experimentálních šipkách nehrozily v důsledku depozičních procesů pozůstatky zeminy, písku, minerálů atd., rozhodl jsem pouze pro jejich očištění technickým benzinem za pomoci nehtů a měkkého zubního kartáčku. Následně byly šipky 20 minut ponořeny v tekutém čističi odpadů obsahujícím 20% NaOH. Při zkoumání pod mikroskopem byly objeveny pozůstatky pravděpodobně březového lepidla a se šipkami byla následně zopakována celá procedura.

Makrofraktury byly nejprve pozorovány a posuzovány pod stereolupou (2x – 4x zvětšení). Při jejich pozdějším ohledání a fotodokumentaci pod mikroskopem byly některé fraktury přehodnoceny. Mikroskopické stopy byly pozorovány v laboratoři fakulty elektrotechniky na Borech pod mikroskopem Olympus SZX 10 a fotografie pořízeny pomocí fotoaparátu Lumenera Infinity 1.

## 4. Výsledky

Výsledky uvádím pro jednotlivé šipky dle jejich rozřazení po skupinách (viz kapitola 3.3), vždy od čísel nejnižších po nejvyšší, spolu s jejich základním morfologickým a metrickým popisem, údaji ze střelb, makroskopickým a mikroskopickým poškozením. V závěru kapitoly jsou výsledky pro přehlednost shrnuty.

### 4.1 Lehčí šipky – částečně zalepené (lehká 1/2)



**Šipka č. 1** (obr. 6)

Obr. 6: Orientační nákres šipky č. 1.

Šipka č. 1 je mírně asymetrická (diagonálně: 26 mm x 27,5 mm), rovnoramenná šipka s rovnými stranami, křídélky a obloukovitou bazí. Šipka byla nalepena na ratiště o délce 84,7 cm a průměru cca 0,8 cm.

Byla vystřelena celkem desetkrát: čtyřikrát zasáhla tkáň, čtyřikrát menší kosti, po jednom zásahu kosti velké, borové dřevo a tráva (minula).<sup>19</sup>

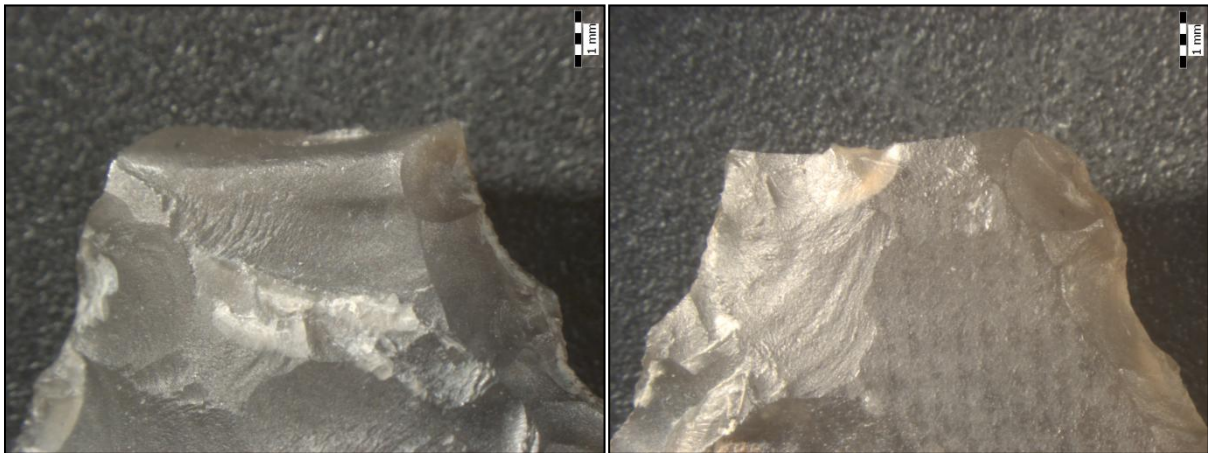
Při šestém výstřelu (mezi žebra) došlo k odštípnutí křídélka. Tím pádem byla šipka vyřazena ze střelb. Při konzultaci s vedoucím práce jsme se shodly, že projektil je plně funkční a bylo by na něm možné získat ještě vzorek fraktury hrotu bez ohrožení již získané fraktury křídélka. Šíp byl tedy znovu zařazen do střelb až do desátého výstřelu, kdy došlo při zásahu žebra k fraktuře hrotu.

Na fotografii (obr. 7) vidíme frakturu hrotu z ventrálního pohledu. Jedná se o *step*, konkrétně mnohonásobný, v nejdelším místě dlouhý zhruba 7 mm a vysoký ani ne 1 mm. Z obrázku je také patrné, jak fraktura ubíhá směrem k pravé straně. Na dorsální straně můžeme vidět nedoštíplý *spin-off* velký cca 1 mm. Díky kombinaci těchto makrofraktur můžeme šipku prohlásit za pozitivně identifikovanou jako

---

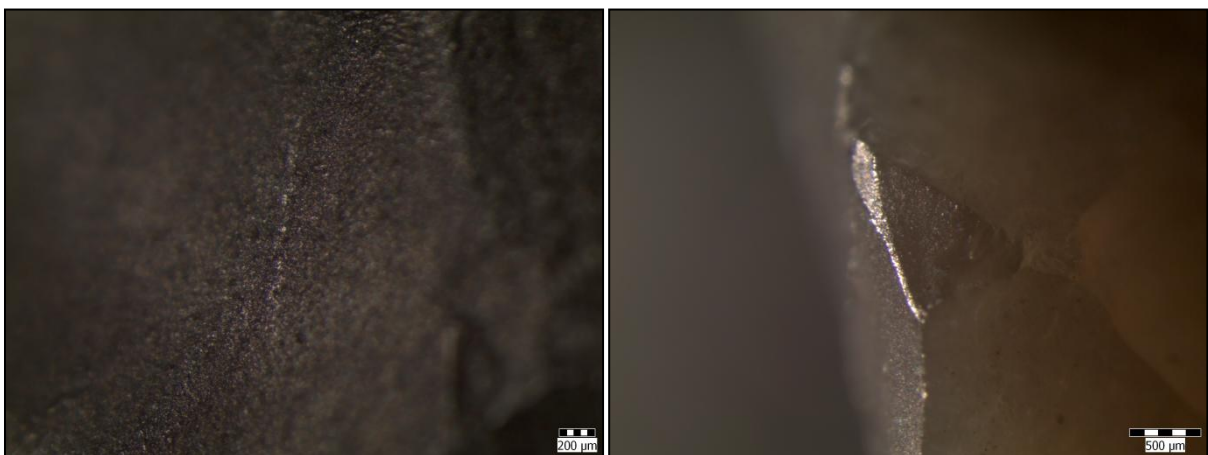
<sup>19</sup> Součet vyjmenovaných zásahů je 11. Šipka totiž při prvním výstřelu projela hrudním košem a zastavila se až o borovou kulatinu. Z toho vyplývá, že počet výstřelů se nerovná počtu zásahů - kontaktů.

užívanou. Oproti tomu fraktura křídélka bohužel nenese žádné znaky indikující souvislost s lukostřelbou.



Obr. 7: Šipka č. 1: a) ventrálně b) dorsálně.

Makroskopickou interpretaci dále podporují mikroskopická pozorování. Na pravé ventrální straně, těsně pod linií ubíhajícího schodovitého lomu je patrné oleštění plochy šipky. Pod ním dále v longitudinální ose následuje lineární lesk dlouhý asi 1,5 mm. Jak šipka pokračovala ve své trajektorii, došlo k dalšímu lineárnímu oleštění téměř v ose lin. lesku předchozího (obr. 8a) Většina pravé hrany také vykazuje opotřebení, které sice samo o sobě pro indikaci nestačí, ale interpretaci podporuje (obr. 8b).



Obr. 8: Šipka č. 1: a) lineární lesk pod linií lomu b) detail zaoblení pravé ventrální hrany.

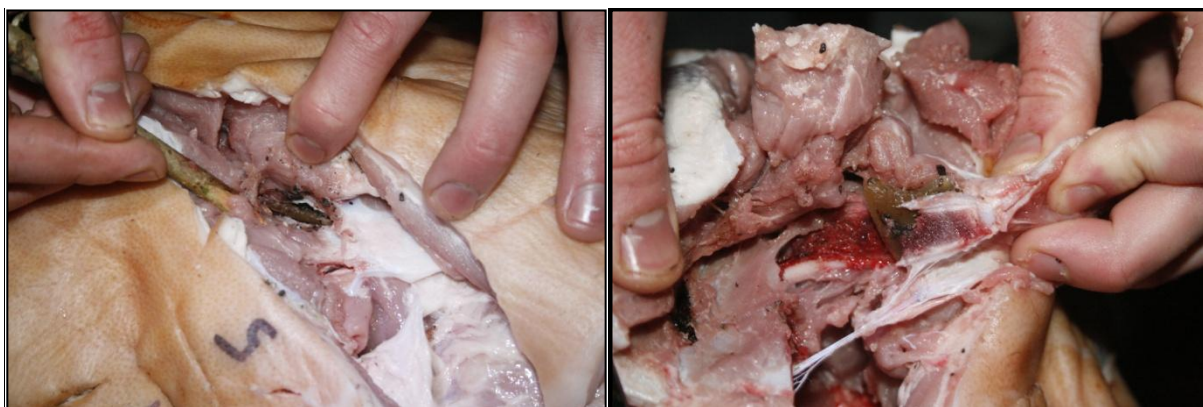


**Šipka č. 5** (obr. 9)

**Obr. 9: Orientační nákres šipky č. 5.**

Šipka č. 5 je téměř symetrická (diagonálně: 28,2 mm x 28,0 mm), rovnostranná šipka s rovnými stranami, hrotitými křídélky a mírně asymetrickou obloukovitou bazí. Byla nalepena na ratiště o délce 86,8 cm a průměru cca 0,85 cm.

Krátký příběh této šipky skončil u druhého výstřelu, kdy zůstala zaseknuta v pravé lopatce selete. (obr. 10) Z fotografie je patrné, že šipka projela celou hmotou lopatky (odhadem cca 1,2 cm), ta musela být rozštípnuta, jinak hrozilo sekundární poničení šipky při jejím vypačování ven. Po vyjmutí šipka nejevila žádné makroskopické znaky užívání.



**Obr. 10: Šipka č. 5: a) zaseknutá v lopatce b) detail.**

Fotografie (obr. 10) také velmi dobře ilustruje potenciál pravěkých zbraní. Ze slabého luku (uvažované nátahy pravěkých luků jsou zhruba dvojnásobné<sup>20</sup>) neumělým šípem (proti zkušeným eneolitickým výrobcům) je možno na deset metrů prostřelit lopatku (viz. šipka číslo 4). O následcích zásahu břišní dutiny živého organismu, natož o průstřelu plic s případnými úlomky kostí a pazourku se můžeme pouze dohadovat.

<sup>20</sup> Dvakrát silnější luk, nemusí nutně znamenat dvakrát výkonnější. Důležitá je také flexibilita ramen, jenž uděluje šípu potřebnou kinetickou energii, nebo-li sílu. Ku příkladu moderní sklolaminátový luk udělí šípu větší rychlost, než stejný luk dřevěný, opracovaný kamennými nástroji. To má vliv jak na dostřel šípu, tak samozřejmě na jeho průraznost.

Viz. na příklad: <http://www.primitiveways.com/Bow%20and%20Arrow%20Efficiency-2-16-11.pdf>

Jakkoliv byla tato šipka úspěšná svou průrazností, na mikroskopické úrovni se to bohužel projevilo pouze několika neprůkaznými oleštinami a zaoblením obou hran.



**Šipka č. 8** (obr. 11)

**Obr. 11: Orientační nákres šipky č. 8.**

Šipka č. 8 je asymetrická (diagonálně: 27,5 mm x 27,0 mm) rovnoramenná šipka s jednou stranou konvexní, druhou rovnou. Baze je obloukovitá, křídélka hrotitá. Byla zasazena na ratiště 84,4 cm dlouhé o průměru zhruba 0,85 cm.

Tato šipka zažila také pouze dva výstřely. V prvním minula, jako šipka č. 5. Při druhém došlo k průstřelu pravého boku a zlomení hrotu při nárazu do borové kulatiny (obr. 12a).



**Obr. 12: Šipka č. 8: a) zásah borové kulatiny b) detail fraktury z ventrální strany.**

Jedná se znovu o mnohonásobný *step* se zhruba čtyřmilimetrovým longitudinálním průběhem. Poslední „plátek“ již nepotkává ventrální povrch šipky kolmo, ale obloučkem se stýká v úhlu větším 90°, jedná se tedy o miniaturní *hinge* (obr. 12b). Povšimněme si, že celá formace fraktury opět ubíhá k pravé straně. Díky longitudinálnímu charakteru fraktury můžeme bezpečně prohlásit, že k ní došlo při střelbě.

Na mikroskopické úrovni jsem u této šipky nenalezl žádné stopy jejího užívání.



## 4.2 Lehčí šípy – zcela zalepené (lehká 1.0)



**Šipka č. 4** (obr. 13)

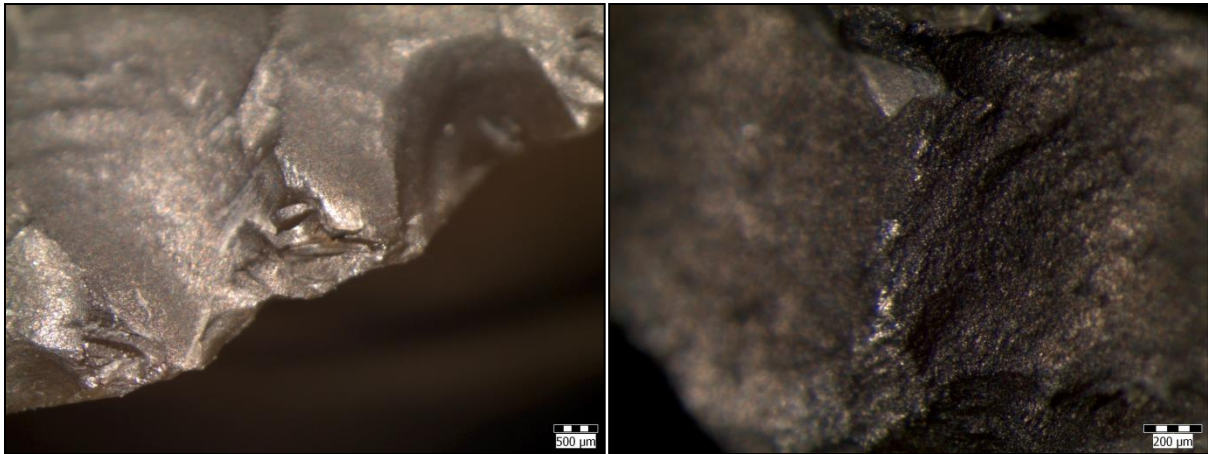
**Obr. 13: Orientační nákres šipky č. 4.**

Šipka č. 4 je asymetrická (diagonálně: 26,4 mm x 26,3 mm) rovnoramenná šipka, s jednou stranou částečně konvexní (levou ventrální), druhou rovnou. Levé ventrální křídélko je rovné, pravé hrotité, baze trapézovitá. Zalepena byla na ratiště o délce 86,7 cm a průměru zhruba 0,8 cm.

V pěti výstřelech se setkala dvakrát s menšími kostmi, jednou s větší (stehení), jednou s čistou tkání a jednou minula. Při osudném pátém výstřelu zůstala šipka pod lopatkou (což se ukázalo až při jejím vyjímání).

Při třetím výstřelu došlo k vyštípnutý zoubku cca 2 milimetry velkého o konkávním profilu v první čtvrtině pravé ventrální strany. Jelikož fraktura neměla indikativní charakter, ani by k její detekci nedošlo bez srovnání s překresleným původním stavem, byl šíp dále používán. K prokazatelným makroskopickým frakturám bohužel dále nedošlo.

Na mikroskopické úrovni se o šípce z vyštípnutého zoubku přeci jen něco dozvíme. Na obrázku 14a vidíme pod vyštíplým zoubkem poškozenou hranu na obrázku 14b pak drobné vyleštění. Naznačuje to kolizi v podélné ose s předmětem dostatečně pevným, aby vyštípl malý zoubek. Předmět ovšem byl jistě také poškozen, neboť zachytil odstěpek a ten následně třením oleštil část těla šipky. Logicky k tomu mohlo dojít pouze při kontaktu s kostí nebo dřevem, ne však kamenem. V jaké situaci k tomu došlo se však již z nálezu nedozvíme.



Obr. 14: a) detail poškozené pravé dorsální hrany s vyštípnutým zoubkem (v pravo), longitudinální osa pravá – levá b) drobný lesk pod odštěpkem.



**Šipka č. 9** (obr. 15)

Obr. 15: Orientační nákres šipky č. 9.

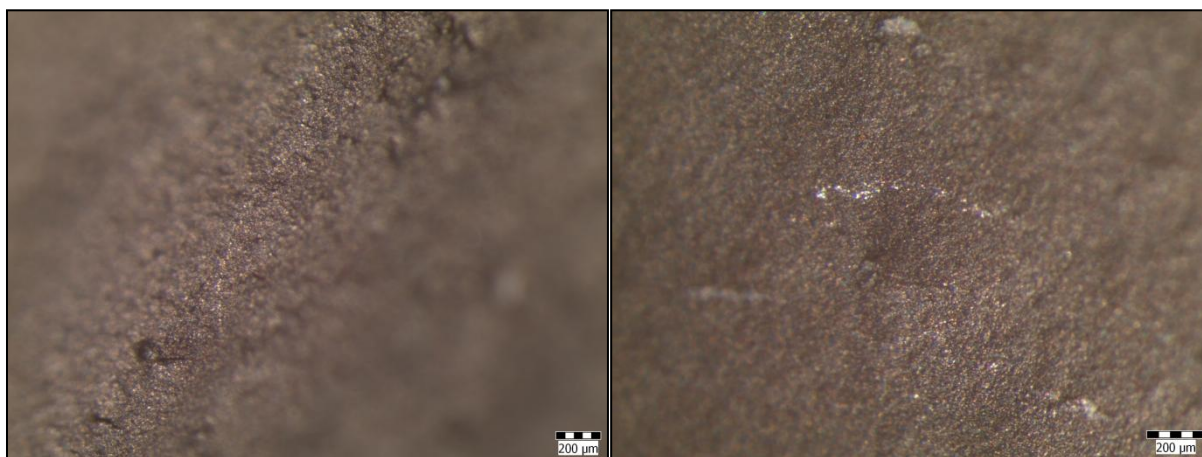
Šipka č. 9 je asymetrická (diagonálně: 29,2mm x 27,4mm) rovnostranná šipka s levou ventrální stranou rovnou, pravou lehce konvexní. Levé ventrální křídélko je lomené, pravé hrotité, baze nepravidelná obloukovitá. Zalepena byla na ratiště 88,1 cm dlouhé o průměru zhruba 0,85 cm.

Z pěti výstřelů zasáhla třikrát tkáň a po jednom zásahu pro menší/větší kosti. Zůstala zaseknuta v páteři a po jejím vyjmutí nejeví známky makroskopického poškození (obr. 16).



Obr. 16: Šipka č. 9: Po vyjmutí z páteře.

Při mikroskopickém zkoumání byl objeven na dorsální straně nepravidelný lineární lesk s jedním menším lineárním v longitudinální ose (obr. 17) Jelikož víme, že šipka byla zaseknuta mezi obratli selete s nímž se manipulovalo, je původ zřejmý. K stopám došlo následkem tlaku pohybujících se obratlů po těle šipky. Dle výše jmenovaných kritérií se ovšem nejedná o indikativní znaky. K podobnému nálezu na artefaktu může dojít i v jiných situacích jako např. transportu nechráněných šipek.



Obr. 17: Šipka č. 9: a) velmi špatně vyfotografovatelná formace v cca 1/3 levé dorsální strany b) lineární lesk v polovině levé dorsální strany.



**Šipka č. 11** (obr. 18)

Obr. 18: Orientační nákres šipky č. 11.

Šipka č. 11 je symetrická (diagonálně: 26,5 mm) rovnostranná šipka s konvexními stranami a nepravidelnou obloukovitou bazí. Levé ventrální křídélko je rovné, pravé hrotité. Byla upevněna na ratiště dlouhé 84,8 cm o průměru zhruba 0,8 cm.

Za svých třináct letů toho zažila opravdu hodně. Hled při prvním výstřelu se zasekla do borové kulatiny (obr. 19a), šipka byla bez makroskopického poškození, ale ratiště bylo podélně asi 10 cm rozštípnuto a tak byla upevněna na ratiště náhradní (uvedené parametry popisují toto ratiště). Při třetím vypuštění se zasekla mezi žebry a bylo ji nutno k ratišti znovu lepit. Následovali zásahy tkání a jedno minutí. Při sedmém výstřelu došlo k průstřelu krku o hloubce 34 cm, což je nejvyšší zaznamenaná hodnota. Při třináctém výstřelu šíp trefil sele do čela a ratiště se znovu

rozštípló (obr.19b). Šípka síce nejevila známky poškozéní, ale kvůli tmě, dešti a poslednímu dni pokusu již nebylo možné jí přiřadit nové ratiště a pokračovat ve střelbě.

Při mikroskopickém ohledání bylo zjištěno pouze poškozéní levé ventrální hrany a cca první třetiny hrany pravé.



Obr. 19: Šípka č. 11: a) zásek do dřeva při prvním výstřelu b) rozštípnuté ratiště po zásahu lebky.

#### 4.3 Těžší šípy – částečně zalepené (těžká 1/2)



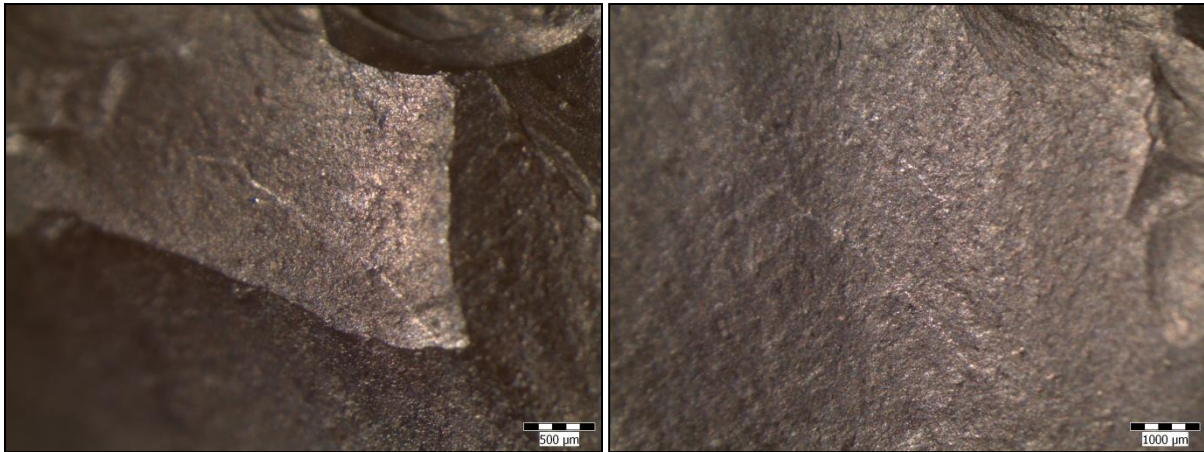
Šípka č. 7 (obr. 20)

Obr. 20: Orientační nákres šípky č. 7.

Šípka č. 7 je symetrická (diagonálně: 31 mm) rovnostranná šípka s obloukovitou bazí a hrotitými křídélky, tvar stran je rovný. Byla upevněna na ratiště dlouhé 85,3 cm o průměru zhruba 1 cm.

Za svých šest letů třikrát zasáhla hrudní koš, dvakrát se sklouzla po žebrech a při posledním výstřelu zůstala zaseknuta v páteři, bohužel zůstala bez poškozéní.

Při mikroskopickém ohledání byl nalezen indikativní longitudinální lineární lesk těsně pod hrotem ventrální strany (obr. 21a). Zajímavější je, že na straně dorsální byla objevena podobná formace, jako na šípce č. 9 ovšem mnohem rozsáhlejší. Bohužel opět velmi špatně zachytitelná (obr. 21b).



Obr. 21: Šipka č. 7: a) lineární lesk pod hrotem b) část formace na dorsální straně šipky.



**Šipka č. 12** (obr. 22)

Obr. 22: Orientační nákres šipky č. 12.

Šipka č. 12 je mírně asymetrická (diagonálně: 37,5 mm x 38,2 mm) rovnoramenná šipka s rovnými stranami a nepravidelně trapézovitou bazí. Levé ventrální křídélko je obloukovité, pravé hrotité. Byla přilepena na ratiště o délce 86,8 a průměru zhruba 1,1 cm.



Obr. 23: Šipka č. 12: a) průstřel hrudního koše b) poškození pravé ventrální hrany nad křídélkem, longitudinální orientace pravá-levá.

Při prvním z deseti výstřelů prošla mezi žebry a otřele se o borovou kulatinu (obr. 23a), následovali zásahy hrudního koše, tkání, i větších kostí. Jednou minula. Při posledním výstřelu šipka zůstala zaseknuta v pravé přední končetině, její pravé

ventrální křídélko se odštípló a zůstalo přilepeno na ratišti. Zlom bohužel není indikativní.

Při porovnání s překresleným původním stavem se ukázalo že došlo i k odštípnutí malého plátku z špičky šipky. Podle výše uvedeného klíče bychom ji mohly popsat jako *feather bending* frakturu. Redukuje ale pouze tloušťku projektilu se zachováním vlastního hrotu. Pokud by nebyla k dispozici překreslená předlohu, považoval bych tuto stopu za pozůstatek výrobního procesu (konkrétně redukce hmotnosti) a ne důsledek užívání. I v kombinaci s odštípnutým křídélkem ji na základě makroznaků nemůžeme jednoznačně označit za užívanou jako lukostřelecký projektil.

Při mikroskopickém pozorování se ukázalo podobné poškození hrany jako u šipky č. 1, akorát s opačnou orientací (obr. 23b). Kolize s předmětem tedy nejdřív poškodila hranu, následně došlo k odštípnutí křídélka. Opět to naznačuje podélnou osu pohybu při kolizi, ovšem neříká nic o situaci, v níž k poškození došlo.



**Šipka č. 3** (obr. 24)

**Obr. 24: Orientační nákres šipky č. 8.**

Šipka č. 3 je symetrická (diagonálně: 32,1 mm) rovnoramenná šipka s konvexními stranami a nepravidelně trapézovitou bazí. Levé ventrální křídélko je lomené, pravé hrotité. Byla upevněna na ratišti o délce 83,8 cm a průměru zhruba 1,1 cm.

Šipka absolvovala celkem 9 výstřelů. Hned při prvním došlo k zásahu borové kulatiny, záseku šipky a jejím oddělení od ratiště. Jelikož ratiště nebylo jinak poškozeno, na druhý den naň byla upevněna znovu a pokračovala ve střelbách. Pokračovali zásahy hrudního koše a tkání. Při šestém výstřelu (zásah pravé přední končetiny) došlo k poškození omotávky pod hrotem, což při dalším zásahu menších

kostí (při osmém výstřelu) pokračovalo její ztrátou. Zároveň šipka zůstala při vytahování ratiště v tkáni mezi žebry a kůží. Operativně byla tedy opět nasazena<sup>21</sup>.

Jelikož se neúprosně zhoršovali světelné podmínky a tato šipka zbyla poslední v systému střelby, rozhodly jsme se pro nestandardní krok v podobě střelby na čelní kost z bezprostřední blízkosti (3 m) (obr. 25) Předmětem zájmu bylo, zda-li je šipka schopna proniknout do nitrolebeční dutiny. Ukázalo se, že je sice schopna kost poškodit, ale již ne vytvořit dostatečně velký otvor pro svůj průnik. Není jistě překvapením, že došlo k rozštípnutí ratiště a ztrátě šipky.



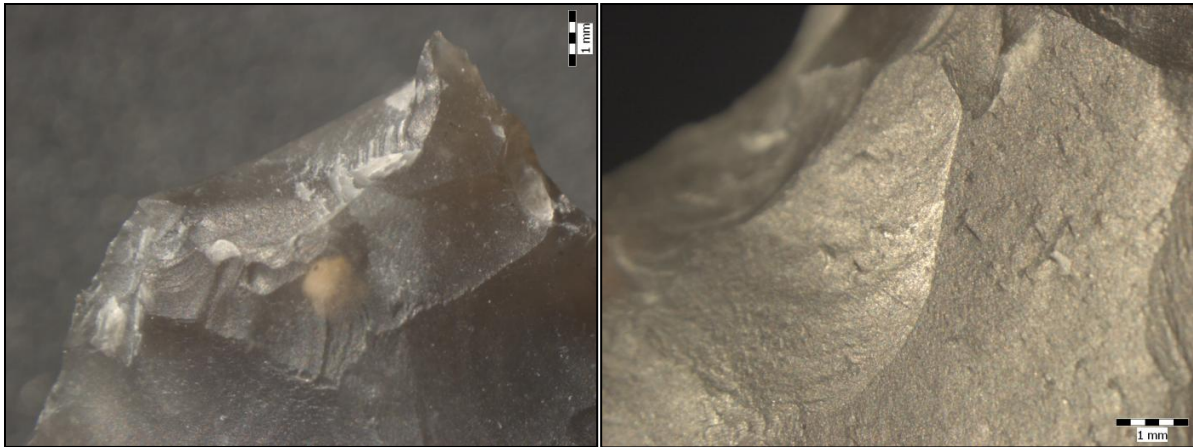
Obr. 25: Šipka č. 3: a) zásah lebky ze vzdálenosti 3 m b) přestože se šipka neudržela v ratišti, vytvořila v kosti dostatečný otvor pro jeho průnik.

Při zásahu lebky došlo k fraktuře hrotu zachyceném na obr. 26a. Je parné jak vlna zlomu postupovala od pravé ventrální strany špice hrotu směrem do těla šipky a dále pokračovala k levé straně. Jelikož se lom skládá z více ploch, dle výše uvedené typologie bychom frakturu označily jako *crushing* či konkrétněji *burination*, jednoznačně tedy indikativní zlom.

Při mikroskopickém ohledání této šipky byl nalezen lesk v důsledku uchycení na ratiště (obr. 26b). Další stopy bohužel nebyly pozorovány.

---

<sup>21</sup> Mimo rozdělání ohně a vydělání šlach trvá operace zalepení šipky a vytvoření omotávky cca tři minuty.



Obr. 26: Šipka č. 3: a) detail fraktury hrotu ventrálně b) lesk na bazi způsobený ratištěm.

#### 4.4 Těžší šípy – zcela zalepené (těžká 1.0)



Šipka č. 6 (obr. 27)

Obr. 27: Orientační nákres šipky č. 6.

Šipka č. 6 je symetrická (diagonálně: 25,0 mm) rovnostranná šipka s rovnými stranami a trapézovitou bazí. Levé ventrální křídélko je lomené, pravé obloukovité. Byla upevněna na ratiště o délce 86,8 cm a průměru zhruba 1 cm.

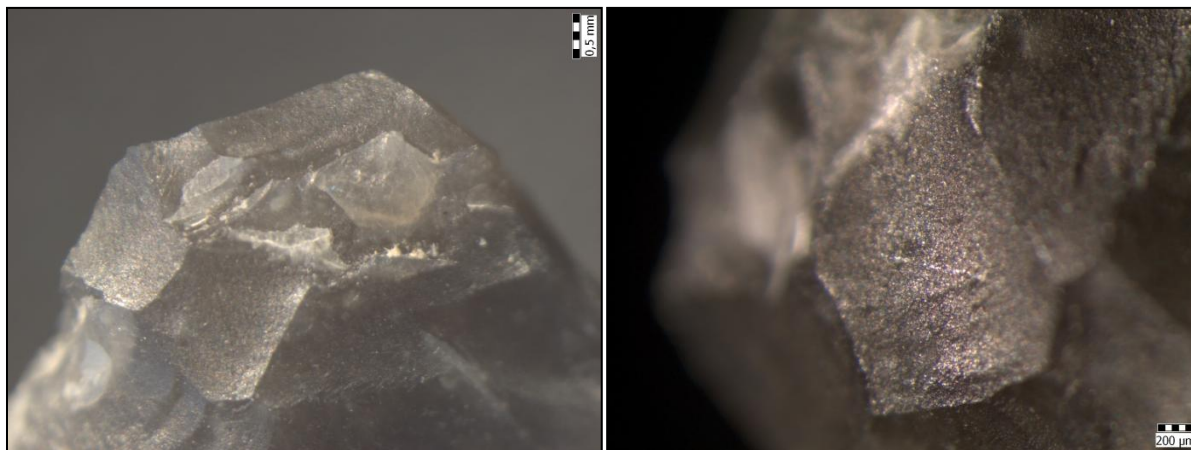
Při své délce 24,5 mm a tloušťce 4,8 mm spolu s nejnižším d/s indexem (1,03) se jedná o relativně robustní, téměř ideálně rovnostranou šipku. Podle toho se i (na rozdíl od ostatních rovnostranných šipek s konvexními stranami) chová ve schodě s výše zmiňovaným Odellovým výzkumem (1986).

Šipka se za svých 9 výstřelů dostala do kontaktu se všemi zmiňovanými druhy materiálů celkem 12 krát. Dvakrát se odrazila od těla selete a skončila v trávě. K její fraktuře vedl až třetí zásah větší kosti, v ostatních případech první, nanejvýše druhý (viz. tab. 3).

Na obr. 28a je zachycena její relativně malá fraktura hrotu. Z dorsální strany iniciovaný zlom patrně neměl dostatečnou energii, aby po longitudinálním průběhu vytvořil jeden velký *step*. Místo toho lom pokračoval rozplátkováním, možná i rozdrcením (*crushing*). Z lomu je ale patrné, že k němu došlo působením síly v ploše. Jelikož šipka zůstala na ratišti je nejpravděpodobnějším scénářem, že



k zlomu došlo při vytahování šípku, kdy byla manipulací odlomena v lopatce zaseknutá špice šipky (cca. 1,5 – 2 mm). Přesto že by k němu nedošlo při samotném dopadu, je možno tento zlom interpretovat shodně s funkcí projektilu, jelikož k němu zjevně došlo v souvislosti s zaseknutím špičkou, byť při malé energii dopadu.



**Obr. 28: Šipka č. 6: a) detail fraktury hrotu ventrálně b) lineární lesk pod hranicí lomu, který navazuje v levé a horní části.**

Při mikroskopickém ohledání byl nalezen lineární lesk v longitudinální ose těsně pod lomem (obr. 28b). Na bázi byl navíc pozorován lesk v důsledku uchycení na ratiště (obr. 29).



**Obr. 29: Šipka č. 6: a) lesk na bázi způsobený ratištěm.**

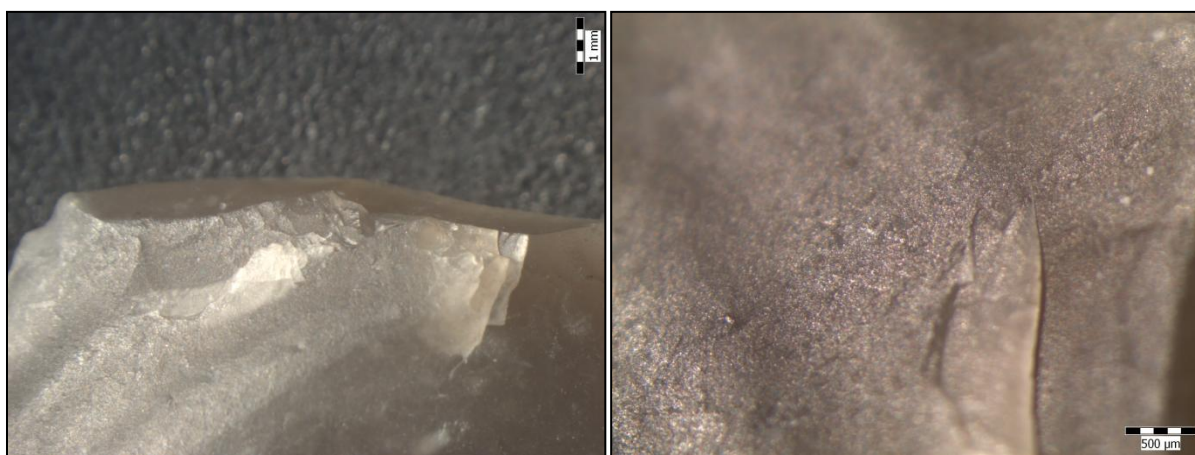


**Šipka č. 2** (obr. 30)

**Obr. 30: Orientační nákres šipky č. 2.**

Šipka č. 2 je symetrická (diagonálně: 36,3 mm x 36,2 mm) rovnoramenná šipka s konvexními stranami, obloukovou bazí a hrotitými křídélky. Byla uchycena na ratiště o délce 85,1 cm a průměru zhruba 1 cm.

Při druhém výstřelu zasáhla lopatku a z špice se odlomil cca 5 – 6 mm velký úštěpek (obr. 31a). Zlom je opět iniciován z dorsální strany a po transversálním průběhu vytváří tři plátky. Síla evidentně nebyla dostatečná pro vytvoření plnohodnotného *stepu*, či dvou menších *spin-offů*. Zajímavé je, že ze dvou patrných úštěpků (viz obr. 31a) má levý ventrální konvexní (*bending*) charakter, zatímco pravý konkávní.



**Obr. 31: Šipka č. 2: a) detail hrotu ventrálně b) lineární lesk pod linií lomu (na obrázku na středu, lom od něj vpravo dolů).**

Při mikroskopickém ohledání byl pozorován longitudinální lineární lesk těsně pod frakturou (obr. 31b). Na dorsální straně pak několik neindikativních lesků.



**Šipka č. 10** (obr. 32)

**Obr. 32: Orientační nákres šipky č. 10.**

Šipka č. 10 je lehce asymetrická (diagonálně: 36,6 mm x 36,9 mm) rovnoramenná šipka s rovnými stranami, trapézovitou bází a obloukovitými křídélky. Byla přilepena na ratiště o délce 87,2 cm a průměru zhruba 1,1 cm.

Při pěti výstřelech zasáhla tkáň, dvakrát žebra, jednou se otřela o borovou kulatinu, při druhém zásahu větší kosti došlo k fraktuře hrotu bez vypadnutí šipky z ratiště.

Přímo ukázková *step* indikativní fraktura s téměř dvanácti milimetrovým longitudinálním průběhem vznikla při nárazu do pravé pažní kosti (obr. 33a).



**Obr. 33: Šipka č. 10: a) detail hrotu ventrálně b) longitudinální lineární lesk v 1/3 levé ventrální strany.**

Při mikroskopickém ohledání byly pozorovány dva longitudinální lineární lesky cca v 1/3 levé ventrální strany (obr. 33b).

#### **4.5 Shrnutí výsledků**

Celkem bylo všech dvanáct šipek vystřeleno 78krát, mediánní hodnota životnosti jedné šipky v tomto experimentu je 5,5 výstřelu. Nutno poznamenat, že ne u všech šipek v souboru došlo během experimentu k poškození.

Nejvyšší průměr výstřelů je ve skupině těžších šípů zcela zalepených (8,3), následují lehčí šípy zcela zalepené (7,6), těžší šípy zcela zalepené (5,3) a lehčí šípy zcela zalepené (4,6).

Počet výstřelů nemá vliv na rozvoj indikativních znaků. Jako extrémní případ si můžeme uvést šípky č. 11 (13 výstřelů bez indikace) a 2 (2 výstřely, pozitivní makro i mikro znaky).

V poměru výstřelů vůči zásahům (tab. 3) je jako jediná nápadná šípka č. 6 (9 výstřelů vs. 12 kontaktů). Jedná se o téměř ideální rovnostrannou šípku s vyšší tloušťkou (4,8mm) po většině délky. Její morfologie pravděpodobně způsobila i malý rozvoj fraktury.

**Tab. 3: Šípky po skupinách s počtem výstřelů, vůči počtu kontaktů s jednotlivými materiály.**

skupina	číslo šípky	počet výstřelů	maso	malé kosti	velké kosti	borové dřevo	tráva/minula	počet kontaktů
lehká 1/2	1	10	4	4	1	1	1	11
	5	2		1			1	2
	8	2	1			1	1	3
lehká 1.0	4	5	1	2	1		1	5
	9	5	3	1	1			5
	11	13	9	1	1	1	1	13
těžká 1/2	7	6	2	3	1			6
	12	10	2	4	2	1	1	10
	3	9	4	3	1	1		9
těžká 1.0	6	9	4	2	3	1	2	12
	2	2	1	1				2
	10	5	1	2	2	1		6
součet		78	32	24	13	7	8	84

K fraktuře došlo celkem u osmi šipek: v šesti případech došlo k fraktuře hrotu, ve dvou k odštípnutí křídélka a jednou k fraktuře na hraně šípky. V šesti případech k tomu vedl zásah větší kosti, jednou kostí menších a jednou borové kulatiny.

Převážně docházelo k frakturám u šípů z těžší váhové kategorie: 5 ze 6 vs. 3 ze 6 u lehčích šípů.

Z hlediska morfologie došlo k fraktuře u všech šipek rovnoramenných a pouze jedné rovnostranné (šípka č. 6).

Indikativní znaky můžeme pozorovat na šesti šípkách (tab. 4): pětkrát *step* (z toho čtyřikrát rozplátkovaný a jedno rozdrcení). Opět převažují šípky těžší váhové kategorie (4 ze 6).

Při pohledu na tabulku 3 je nápadná skupina lehčích šipek plně zalepených vykazující žádné, nebo minimální stopy užívání.

Tab. 4: Šípky podle skupin s frakturami a indikacemi.

skupina	číslo šípky	počet výstřelů	poloha fraktury	zásah	indikativní makro	indikativní mikro
lehká 1/2	1	10	hrot, křídélko	menší k.	multi step	oleštění, lin. lesk
	5	2	0	větší k.	0	0
	8	2	hrot	dřevo	multi step	0
lehká 1.0	4	5	hrana	větší k.	0	0
	9	5	0	větší k.	0	0
	11	13	0	větší k.	0	0
těžká 1/2	7	6	0	větší k.	0	lin.lesk
	12	10	křídélko	větší k.	0	0
	3	9	hrot	větší k.	burination	lesk baze
těžká 1.0	6	9	hrot	větší k.	multi step	lin. lesk, lesk baze
	2	2	hrot	větší k.	multi step	lin. lesk
	10	5	hrot	větší k.	step	lin. lesk

Na šípkách č. 1 a 8 byl zaznamenán stejný rozvoj fraktury (ubíhající *step*) přesto, že k ní vedl kontakt s odlišným materiálem. To je pravděpodobně způsobeno rotací šípku při letu, jenž se realizuje při dopadu na hrotu šípky. Zajímavá je, že obě šípky jsou ze skupiny lehčích – částečně zalepených, tudíž je možné předpokládat, že při plném zalepení hrotu, by k takové fraktuře nedošlo.

Proti vlivu zalepení hrotu na pozorované poškození svědčí šípky č. 7 a 9. Ač každá patří do jiné skupiny zalepení hrotu, na obou lze pozorovat podobnou formaci neindikativních lesků.

Indikativní mikroskopické znaky byly pozorovány na polovině šipek. Převažují lineární lesky (5 ze 6), často doprovázející frakturu hrotu (4 z 5), nad leskem baze (2) a oleštěním těla šípky (1).

V souvislosti s frakturou hrotu se pod ní objevují lineární lesky (4 ze 6).

Šípka č. 8 je jediná, u které nebyl v souvislosti se schodovitou frakturou nalezen lineární lesk. Zároveň je také jediná, u které došlo k fraktuře po kontaktu s borovou kulatinou. Možnou souvislost ale nelze usoudit pouze z jednoho případu.

Poškození hran může sloužit k interpretaci v souvislosti frakturou, jak dokládají šipky č. 4 a 12.

Oba lesky bazí byly pozorovány na bazích trapézovitých (na dvou ze čtyř).

Šipky s vyšším počtem výstřelů i zásahů nemusí vykazovat indikativní poškození, či mikroskopické abraze (viz šipky č. 11 a 12).

## 5. Diskuse

### 5.1 Srovnání s předchozími výzkumy

V rámci tohoto pokusu vykazuje 50% šipek indikativní makrofraktury a 50% indikativní mikroskopické stopy užívání, 41,6% vykazuje obojí. Fisher (1984: 25) uvádí 40% diagnostických makrofraktur a 60% indikativních mikroskopických stop užívání, Lombard a Pargeter (2008: 2526) uvádí taktéž 40% indikativních makrofraktur. Rozdíl může být způsoben koncepcí experimentu, silou luku, vzdáleností a masivností cíle, výběrem suroviny ale i zkoumáním vzorku či morfologií a metrikou šipek.

Jednou z odlišností je typ pozorovaných makrofraktur. Fisher (1984) experimentoval s Brommiánskými a transversálními projektily, ač tuto skutečnost nediskutuje, můžeme z tabulky 1 (Fisher 1984: 26) vyčíst rozdílný výskytu fraktur mezi těmito šipkami. U Brommiánských jasně vedou schodovité (cca 39%) a *snap* fraktury (cca 41%), u transversálních pak schodovité (cca 45%). Lombard a Pargeter experimentovali se segmenty z Howiesonovy soutěsky ty naopak vykazují velkou míru drcení (26%) a *snap* fraktur (20%), oproti tomu schodovitých fraktur pozorovali pouze 3% (Lombard a Pargeter 2008: 2528). I přes uvážení odlišné morfologie je naprostá dominance schodovitých fraktur (83%) v tomto experimentu zarážející.

Životnost retušované šipky uvádí Odell (1984: 207) 3,65 výstřelu, u neretušovaných projektilů pak 2,03. V tomto pokusu 5,5 výstřelu (medián) nevedlo k úspěšnému poškození všech projektilů. Rozdíl hodnot může být opět způsoben jak morfologií a metrikou šipek tak i systémem střeleb a vyřazování šipek z nich a silou luku.

Experiment bohužel nezahrnul dle původního záměru dva luky o různém nátahu, což by mohlo přispět k objasnění zmiňovaných nesrovnalostí v naměřených hodnotách.

### 5.2 Srovnání s nálezy

Práce zabývající se studiem pravěkých artefaktů zjišťují nesouhlas mezi zjištěnými stopy užívání a jejich experimentálními předpoklady. Sosna (in press)

uvádí 41% šipek opotřebených a pouze 19% diagnostikovaných jako projektily. Tyto čísla jsou řádově nižší, než údaje výše zmiňované. Pokud je vztáhneme na výsledky tohoto výzkumu je propast ještě větší. Pokud bychom se řídili poměrem používaných, nepoužívaných a diagnostikovaných, naznačují data, že zhruba polovina nalezených artefaktů, nebyla nikdy používána. To přímo podporuje tezi o ethosu bojovníka a vkládání milodarů zemřelým.

Tato práce si kladla za cíl experimentálního zmapování opotřebenění šipek kultury zvoncovitých pohárů pro možnost přesnějšího určení příběhů jednotlivých artefaktů a tím osvětlení života v pravěku. Sosna (in press) z 41% poškozených uvádí 40% snap fraktur a 31% step, feather a laterálních fraktur. To opět naprosto neodpovídá experimentálním datům. Pokud bychom se pohybovali pouze mezi diagnostikovanými, pak jasně vedou step (67%) a laterální (32%) fraktury. Tyto údaje se experimentu alespoň blíží. Z tohoto „zacílení“ makroskopických dat vyplývá, že nalezené šipky jsou o dvě roviny jinde, než šipky experimentální. Experiment také dokládá, že nepřítomnost stop nemusí nutně znamenat neužívání šipky.

Pokud provedeme stejný přepočítání hodnot pro 12% šipek vykazujících mikroskopické stopy užívání, získáme 75% lineárních lesků a 25% oleštění. To opět zhruba odpovídá 83% v tomto experimentu.

Problémem, jenž tato hypotéza ovšem neřeší je souvislost lineárních lesků s frakturami. V experimentálním souboru je korelace 80% u eneolitických šipek je tato souvislost spíše výjimkou. Toto je zásadní rozpor mezi artefakty a experimentálními daty, jež nemůžeme připsat na vrub náhodě. Jelikož tělo šipky je primárně chráněno březovým lepidlem, je možno předpokládat, že březový dehet je po svém zhoustnutí dlouhodobým vařením odolnější, než směs dehtu a borové pryskyřice použité v experimentu.

Ač se vysvětlení nabízí, pochopení tohoto rozporu by nám mohlo o našich předcích přinést cennou informaci, jež v sobě kamenné šipky nesou.

### **5.3 Chronologie šipek kultury zvoncovitých pohárů**

Jedna z otázek výzkumu se týkala morfologie šipek kultury zvoncovitých pohárů, potažmo jejich možného chronologického vývoje. Z prezentovaných dat lze



vyčíst, souvislost mezi tvarem a velikostí šipky vůči náchylnosti k poškození. Menší rovnostranné šipky se zdají být vhodnějšími lukostřeleckými projektily (z hlediska jejich opotřebení), než dlouhé a velmi dlouhé rovnoramenné. Je otázkou, které projektily jsou vhodnější pro lov a které pro boj.

Druhým významným faktorem je míra zalepení šipky. Skupina lehčích plně zalepených šipek testem prošla s žádným, nebo minimálním poškozením při druhém největším průměru výstřelů. Pokud tedy přistoupíme na teorii o postupném morfologickém vývoji, šipky strašších nálezových souborů by plnili svou funkci lépe, než jejich mladší kolegové. Proti tomuto tvrzení mohou stát vlastnosti preferovaných silicitů, které se mohou částečně odlišovat od vlastností silicitů použitých v experimentu.

#### **5.4 Morfologie rovnoramenných šipek vůči fraktuře**

Šipkou, která se svými výsledky výrazně odlišovala od ostatních je šipka č. 6. V rámci zkoumání bychom k ní mohly přidat ještě šipku č. 11, u níž přes 13 výstřelů nedošlo k fraktuře a je jí velmi podobná (liší se typem stran). Obě se od ostatních menších symetrických rovnostranných šipek (šipky č. 5 a 9, větší 7) odlišují max. tloušťkou po celé délce, tedy její rychlý náběh hned za retušovanou špicí hrotu. Zdá se, že tato morfologická vlastnost výrazně ovlivňuje penetrační schopnosti, životnost a tedy i v důsledku rozvoj fraktury.

## 6. Závěr

V mé práci jsem si kladl za cíl vytvořit model opotřebení triangulárních šipek s křídélky. Experiment ukázal, že tyto sofistikované lukostřelecké projektily jsou odolnější než jejich primitivnější předchůdci. Doložil také, že dlouhodobé používání šipky se na ní nemusí nutně projevit. Tyto závěry bohužel interpretace lidské minulosti o mnoho neulehčí.

K poškození šipek docházelo průměrně při šestém výstřelu a většina fraktur byla označena, za indikativní. V naprosté většině (83%) se jedná o schodovité fraktury v různých podobách, konkrétně překvapivá je častá *multi-step* formace, jenž nebývá autory zmiňována. Mezi mikroskopickými stopami je nápadný vztah mezi frakturou a lineárním oleštěním pod ní. Tento znak se vyskytoval u 80% poškozených šipek.

Dle morfologie šipek jsou z hlediska opotřebení vhodnější menší rovnostranné tvary oproti větším rovnoramenným, u kterých dochází k fraktuře prokazatelně dříve. Je třeba poznamenat, že šipka s ideálními vlastnostmi by se měla pohybovat na pomezí tohoto rozdělení, neboť úhel hrotu (jak longitudinální, tak transversální) je podstatný pro její hlavní účel – penetraci.

U skupiny menších šipek se jako podstatný faktor pro rozvoj fraktura také ukázala míra zalepení hrotu. Projektily potřené dehtovým lepidlem po celém těle byly mnohem méně náchylné k poškození, než zpola zalepené. Tento faktor ovšem u skupiny těžších šipek neměl vliv.

Pro potvrzení těchto pozorování by bylo třeba dalších experimentů s lukem o větším nátahu, tedy s větší dopadovou energií projektilů. Rozvinutí jednotlivých typů fraktur i mikroskopických stop by mohlo být v tomto kontextu odlišné.

## 7. Literatura:

- DOCKALL, John E. . Wear Traces and Projectile Impact: A Review of Experimental and Archeological Evidence. *Journal of Field Archeology*. Boston University, 1997, 24:3, 321 -331.
- FISCHER, Anders, HANSEN, Peter Vemming, RASMUSSEN, Peter. Macro and Micro Wear Traces on Lithic Projectile Points. *Journal of Danish Archeology*. 1984, 3, 19 – 46.
- HOLUB, Martin. *Lovná zvěř a způsoby lovu paleolitických kultur ve střední Evropě*. Brno, 2006. Magisterská diplomová práce, Masarykova Univerzita. Prof. RNDr. Rudolf Musil, DRSc.
- HUTCHINGS, W. Karl. Measuring use-related fracture velocity in lithic armatures to identify spears, javelins, darts, and arrows. *Journal of Archeological Science*. 2011, 38, 1737 – 1746.
- KEELEY, L.H. .*Experimental determination of stone tool uses : a microwear analysis*. Chicago: University of Chicago Press, 1980.
- KOPACZ, Jerzy, PŘICHYSTAL, Antonín, ŠEBELA, Lubomír. *Lithic Chipped Industry of Bell Beaker Culture in Moravia*. Krakow: Polska Akademia Umiejetności, 2009.
- LOMBARD, Marlinze, PARGETER, Justin. Hunting with Howiesin Poor Segments. *Journal of archeological Science*. 2008, 35, 2523 – 2531.
- NEUSTUPNY, Evžen. On Prehistoric Warfare: A Wiew From Russian Etnography. *Journal of European Archeology*. Glasgow: Cruithne Press, 1996, 4, 369 – 373.
- ODELL, H. George, Cowan, Frank. Experiments with Spears and Arrows on Animal Targets. *Journal of Field Archeology*. Boston University, 1986, 13:2, 195 – 212.
- OLIVÍK, Jan. *Silicidové šipky a nátepní destičky – jejich typologie a postavení v pohřebním ritu kultury zvoncovitých pohárů na Moravě*. Brno, 2009. Magisterská diplomová práce, Masarykova Univerzita. PhDr. Eliška Kazdová, Csc.
- OLIVÍK, Jan. *Příspěvek k poznání silicidových šipek kultury zvoncovitých pohárů na Moravě*. Brno, 2006. Bakalářská diplomová práce, Masarykova Univerzita. PhDr. Eliška Kazdová, Csc.
- OTTERBEIN, Keith F. . *How War Began*. Texas A&M University Press, 2004.

- SEMENOV, S. A. . *Prehistoric Technology: An Experimental Study of the Oldest Tools and Artefacts from Traces of Manufacture and Wear*. London: Cory, Adams & Macklay, 1964.
- SPINDLER, Konrad. *Muž z ledovce*. Praha: Mladá fronta, 1998.
- TUREK, Jan. Období zvoncovitých pohárů v Evropě. *Archeologie ve středních Čechách*. Praha: Ústav archeologické památkové péče středních Čech, 2006, 10, 275 – 368.
- VENCL, Slavomil. *Otázky poznání vojenství v archeologii*. Praha: Polygrafia, 1984.
- VANDER LINDEN, Marc. For Whom the Bell Tolls: Social Hierarchy vs Social Integration in the Bell Beaker Culture of Southern France (Third Millennium BC). *Cambridge Archeological Journal*. Cambridge: Mc Donald Institute for Archeological Research, 2006, 16:3, 317 – 332.
- WHITTAKER, John C. . *American Flintknappers*. Austin: University of Texas Press, 2004.
- SOSNA, Daniel. in press. Stone arrowheads from Hoštice I: Use-Wear analysis. In: Matějčková A, and Dvořák P, editors. *Pohřebiště z období zvoncovitých pohárů na trase dálnice D1 Vyškov – Mořice* (Pravěk Supplementum 24). Brno.

## 8.1 Seznam obrázků:

Obr. 1: Šipka: a) s řapem b) bez řapu. (převzato z Olivík 2001).....	7
Obr. 2: Tvar stran: a) rovný b) konvexní c) konkávní. (převzato z Olivík 2001) .....	7
Obr. 3: Šipky: a) rovnostranné b) rovnoramenné c) rovnoramenné úzké. (převzato z Olivík 2001) .....	8
Obr. 4: Tvary bazí: a) obloukovitá b) trapézovitá c) rektangulární d) střečovitá. (převzato z Olivík 2001) .....	8
Obr. 5: Kompozice cíle – selete.....	23
Obr. 6: Orientační nákres šipky č. 1. ....	26
Obr. 7: Šipka č. 1: a)ventrálně b) dorsálně. ....	27
Obr. 8: Šipka č. 1: a) lineární lesk pod linií lomu b) detail zaoblení pravé ventrální hrany. ....	27
Obr. 9: Orientační nákres šipky č. 5. ....	28
Obr. 10: Šipka č. 5: a) zaseknutá v lopatce b) detail. ....	28
Obr. 11: Orientační nákres šipky č. 8.....	29
Obr. 12: Šipka č. 8: a) zásah borové kulatiny b) detail fraktury z ventrální strany. ...	29
Obr. 13: Orientační nákres šipky č. 4.....	30
Obr. 14: a) detail poškozené pravé dorsální hrany s vyštípnutým zoubkem (v pravo), longitudinální osa pravá – levá b) drobný lesk pod odštěpkem.....	31
Obr. 15: Orientační nákres šipky č. 9.....	31
Obr. 16: Šipka č. 9: Po vyjmutí z páteře. ....	31
Obr. 17: Šipka č. 9: a)velmi špatně vyfotografovatelná formace v cca 1/3 levé dorsální strany b) lineární lesk v polovině levé dorsální strany. ....	32
Obr. 18: Orientační nákres šipky č. 11.....	32
Obr. 19: Šipka č. 11: a) zásek do dřeva při prvním výstřelu b) rozštípnuté ratiště po zásahu lebky. ....	33
Obr. 20: Orientační nákres šipky č. 7.....	33
Obr. 21: Šipka č. 7: a) lineární lesk pod hrotem b) část formace na dorsální straně šipky.....	34
Obr. 22: Orientační nákres šipky č. 12.....	34
Obr. 23: Šipka č. 12: a) průstřel hrudního koše b) poškození pravé ventrální hrany nad křídélkem, longitudinální orientace pravá-levá. ....	34
Obr. 24: Orientační nákres šipky č. 8.....	35
Obr. 25: Šipka č. 3: a) zásah lebky ze vzdálenosti 3 m b) přestože se šipka neudržela v ratišti, vytvořila v kosti dostatečný otvor pro jeho průnik.....	36
Obr. 26: Šipka č. 3: a) detail fraktury hrotu ventrálně b) lesk na bazi způsobený ratištěm. ....	37
Obr. 27: Orientační nákres šipky č. 6.....	37
Obr. 28: Šipka č. 6: a) detail fraktury hrotu ventrálně b) lineární lesk pod hranicí lomu, který navazuje v levé a horní části. ....	38
Obr. 29: Šipka č. 6: a) lesk na bázi způsobený ratištěm. ....	38
Obr. 30: Orientační nákres šipky č. 2.....	39

Obr. 31: Šipka č. 2: a) detail hrotu ventrálně b) lineární lesk pod linií lomu (na obrázku na středu, lom od něj vpravo dolů). .....	39
Obr. 32: Orientační nákres šipky č. 10.....	40
Obr. 33: Šipka č. 10: a) detail hrotu ventrálně b) longitudinální lineární lesk v 1/3 levé ventrální strany.....	40

## 8.2 Seznam tabulek:

Tab. 1: Znak 0= nediskutované, 1= diagnostické, 2= neprůkazné, 3= neindikativní dle jednotlivých autorů. (převzato z Dockall 1997: 327).....	14
Tab. 2: Rozřazení jednotlivých šipek a jejich základní metrické vlastnosti (uváděny v mm). (d/s index: délka stranový index – viz kapitola 2.1) .....	22
Tab. 3: Šipky po skupinách s počtem výstřelů, vůči počtu kontaktů s jednotlivými materiály. ....	41
Tab. 4: Šipky podle skupin s frakturami a indikacemi. ....	42

## **9. Resumé**

In this text author tries to create a basic use wear model of triangular arrow tips with wings. This projectile points are often found in male graves of Bell Beaker culture of eneolithic period. Following methods of experimental archeology autor creates sample od 12 stone age arrows, whitch were shoted into a dead animal with a modern bow. Then the arrow tips were examined for the analyse of macro and micro wear. Results were compared with actual archeological research in this field.