

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta filozofická**

**Diplomová práce**

**Lučištnická praxe u kultury zvoncovitých  
pohárů: experimentální studie**

**Václav Bureš**

Plzeň 2015

**Západočeská univerzita v Plzni**

**Fakulta filozofická**

Katedra antropologie

**Studijní program Antropologie populací minulosti**

**Studijní obor Antropologie populací minulosti**

**Diplomová práce**

**Lučičnická praxe u kultury zvoncovitých  
pohárů: experimentální studie**

**Václav Bureš**

*Vedoucí práce:*

Mgr. Daniel Sosna, Ph.D.

Katedra antropologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2015

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

*Plzeň, červenec 2015*

.....

Na tomto místě bych se rád omluvil svému školiteli Mgr. Danielu Sosnovy, Ph.D., že i přes časté domluvy a jeho snahu jsem nesplnil domluvené úkoly, a tak nedokončil práci ve stanoveném termínu. To bohužel vedlo k ukončení naší spolupráce, což mne velice mrzí.

## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Lučištnická praxe v minulosti .....	2
2.1 Kultura zvoncovitých pohárů .....	2
2.2 Pazourek a identita.....	6
2.3 Lovci či válečníci.....	7
2.4 Projektilové technologie.....	11
2.5 Šipky KZP .....	13
3. Traseologie .....	17
4. Materiál .....	21
4.1 Výroba šípů KZP .....	21
4.1.1 Výroba hrotů .....	21
4.1.2 Výroba šípů .....	24
4.2 Soubor .....	26
4.2.1 Variabilita šipek .....	26
4.2.2 Rozřazení šipek.....	31
5. Metodologie .....	35
5.1 Hypotézy.....	35
5.2 Střelby .....	37
5.3 Zpracování materiálu a dat.....	39
6. Výsledky.....	41
6.1 Trvanlivost šipek.....	41
6.2 Fraktury a stopy užívání .....	43
6.2.1 Hypotéza 1 .....	44
6.2.2 Hypotéza 2 .....	46

6.2.3 Hypotáza 3 .....	47
7. Diskuze .....	47
7.1 Životnost šípek: boj.....	47
7.2 Životnost šípek: rituální střelba .....	48
7.3 <i>Hafting</i> .....	49
7.4 Shrnutí .....	49
8. Závěr.....	50
9. Literatura.....	52
10. Resumé.....	58

## 1. Úvod

Zkoumání minulosti a vývoje člověka je jedním z velkých a atraktivních témat, jimiž se zabývají mnozí jak z řad profesionálních badatelů, tak amatérů. Rekonstrukce minulých životů je častokrát velmi těžkým úkolem, jelikož se nám do dnešní doby zachovaly pouze zlomky lidské aktivity, jež jsou pro nás časově velmi vzdálené a tedy obtížně identifikovatelné. Poznatky týkající se artefaktů zachovaných z dob nám velmi vzdálených jsou častokrát rekonstruovány pomocí etnografických znalostí a rekonstrukce dávno zapomenutých činností a nástrojů. V mé práci se tak zaměřuji na archeologickou kulturu definovanou výskytem keramiky zvoncovitého tvaru, tzv. kulturu zvoncovitých pohárů a jejich způsob užívání nástrojů, resp. hrotů šípů.

Mužští příslušníci této kultury byli často pohřbíváni společně s mnoha pazourkovými hroty šípů. Jejich častý výskyt, jenž se projevuje i na jejich množství uložených v jednom hrobě, by mohl značit, že šlo o velké válečníky, lovce a lukostřelce. Některé výzkumy však ukazují, že tyto šipky nejeví tak velké opotřebení, jak by se na první pohled mohlo zdát. To také narušuje obecnou představu o eneolitu, tedy jako o době rozvíjejícího se válečnictví.

Z jakého důvodu jsou v takovém množství tyto šipky nacházeny v pohřebním ritu? K čemu mohly sloužit? Značí tyto artefakty reálné válečnictví a kořistnictví? Jakým způsobem tato kultura užívala tyto předměty?

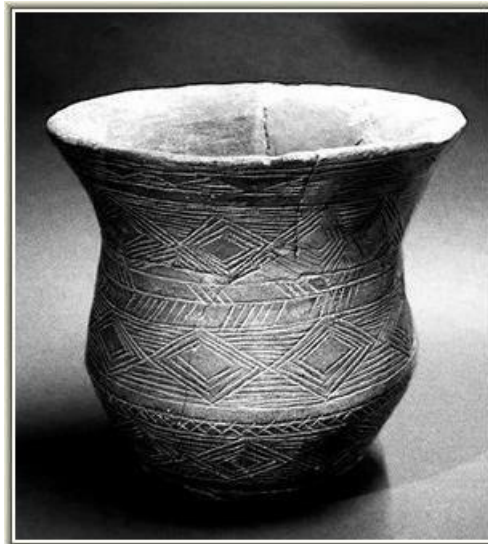
Pomocí experimentálního výzkumu – rekonstrukce šípů kultury zvoncovitých pohárů – bude mou snahou přispět k bádání po různých opotřebeních těchto hrotů šípů, které by poukázaly a alespoň částečně odkryly jejich použití a tedy i lidskou aktivitu, jež nám je tisíce let vzdálená. Cílem práce je vytvoření experimentálního souboru

specifických stop užívání, jež by mohl být později využívány ke srovnávání s archeologickými nálezy.

## 2. Lučičtá praxe v minulosti

### 2.1 Kultura zvoncovitých pohárů

Kultura zvoncovitých pohárů (dále jen KZP) se na našem území vyskytovala v letech 2500 – 2300 BC, tedy na pomezí eneolitu a chalkolitu. Nacházela se tak v jednom z nejzajímavějších období evropských dějin, kdy se k nám dostávaly první znalosti metalurgie. Především však předpokládáme, že zde docházelo k postupné a téměř neznatelné, ale přesto progresivní změně sociální komplexity směrem k době bronzové (Sosna 2009). Jako jednotný pohřební ritus dosáhla KZP do té doby nevídaného územního rozmachu ve většině Evropy. Muži byli zpravidla pohřbíváni na levém boku s hlavou k severu, ženy na boku pravém s hlavou k jihu. Obě pohlaví tedy na své poslední cestě hledí vstříc vycházejícímu slunci.



**Obrázek 1: Pohár kultury zvoncovitých pohárů.** Zdroj: [http://www.avebury-web.co.uk/plain\\_stones/IMAG007.JPG](http://www.avebury-web.co.uk/plain_stones/IMAG007.JPG), dostupné dne 16.7.2014.

Název získala KZP podle typických pohárů (Obrázek 1), které byly v Čechách poprvé zaznamenány roku 1847 při stavbě železnice



v Bohušovicích nad Ohří. Tyto poháry sloužily při tzn. „picích slavnostech“, jenž dokládají první konzumaci kvašených nápojů na našem území. Alkohol se popíjel pravděpodobně brčkem, neboť na hladině plaval zákal a mnoho nečistot. Symbolický význam slavností zůstává prozatím nejasný. Lze ovšem předpokládat že tento nový zvyk nabyt se svým rozšířením vysokou společenskou důležitostí, neboť poháry byly jednak velmi zdobné, ale hlavně se vyskytovaly v hrobech s neúprosnou pravidelností, což ukazuje na jejich vysokou symbolickou hodnotu. Samotné poháry byly ve střední Evropě vyráběny na lokální bázi (Rehmann et al. 1992) Výzdoba pohárů byla občas vyplněna bílou hmotou pro zvýraznění vzoru na červeně nabarveném povrchu poháru. Dle Všianského et al. (2014) se pro výplně používaly dvě skupiny materiálu: kaolin (minoritně sádrovec) a přepálené kosti. Naneseny byly až po vypálení nádoby (dle mikroskopického ohledání na více než 600°C), neboť kaolinové inlaye si zachovaly svou krystalovou strukturu (ta se rozpouští při cca 500-550°C). Druhý typ výplně se neskládá přímo z kostní hmoty, ale z krystalů hydroxyapatitu, jenž vznikají při pálení kostí za více než 700°C. Není tedy jasné, zda-li byla výplň (tzn. rozdrčená kostní hmota) nanášena před pálením keramiky, nebo byla výzdoba zvýrazněna již přepáleným hydroxiapatitem. Zda byla kostní hmota původu lidského, či zvířecího není možné díky rozdrčení a přepálení určit. Obecně platila preference kaolinu, pokud byl lokálně dostupný. Základová červená barva je pravděpodobně na bázi přepáleného hematitu (Všianský et al. 2014: 420).



**Obrázek 2: Kresba mužského hrobu KZP.** Zdroj: <http://www.templeresearch.eclipse.co.uk/bronze/images/tomalin/2.-Jewitt-1870.png>, dostupné dne 16.7.2014.

Typickými součástmi pohřební výbavy mužů je dále dýka, silicitová nátepní destička, knoflík s V vrtáním a pazourkové šipky. Tento komplet spolu s výše uvedeným pohárem bývá označován jako „pohárový balíček“ (Shennan 1974) a jasně identifikuje pohřby z období KZP (Obrázek 2). Obecně pak na základě „pohárového balíčku“ a jejího časového umístění bývá pozdně eneolitická společnost představována jako válečnická (např. Vencl 1984). Toto podporuje i výskyt prvních specializovaných zbraní – kamenných bojových seker a rozvoj staveb opevnění. Bližší prozkoumání předmětů z pohřebních výbav ovšem tyto teorie nepodporuje. Naopak se zdá, že symboly byly v tomto období občas důležitější než utilitární funkce.

Lukostřeleckými pohřby se v Dánském prostředí zabýval Sarauw (2007). Mimo jiné poznamenává, že pazourkové dýky bývají často příliš velké (průměrně 25,2 cm) a tenké, než aby byly využívány při praktických činnostech jako stahování a porcování zvěře či boji. Spíše byly vyráběny zručnými experty jako symboly válečnictví, mužství a vysokého postavení (Sarauw 2007: 74). Na dýkách také nenalzáme stopy užívání, stejně

jako u oštěpů které pravidelně doprovází chlapecké pohřby. Jelikož se v Dánském prostředí nachází jak hroby extrémně bohaté, tak mužské hroby pouze s jednou obyčejnou dýkou, autor se přiklání k vysvětlení skrz prestiž, ať již ve formě rituálů přechodu do dospělosti či výsadních válečnických/loveckých skupin.

Silicitovými nátepními destičkami v hrobovém kontextu se zabývali Fokkens et al. (2008). Ty byly obyčejně připevněny kůží nebo šlachou. Sloužily jako chránič předloktí před nárazem tětivy při výstřelu, jelikož nesprávnou technikou výstřelu může tětiva narazit do proximální části předloktí. Nátepní destičky se ovšem používají, stejně jako moderní chrániče, v distální části předloktí jako ochrana zápěstí před odřeninami. Autoři po zevrubné analýze dostupných nákrešů pohřebních kontextů a nálezů tvrdí, že mnoho nátepních destiček svým designem popírá jejich praktickou funkci. Většinou jde o artefakty moc dlouhé (více jak 200 mm v Španělsku) a tudíž křehké či krátké (50 mm v Lucemburku), na to aby mohly efektivně tlumit náraz tětivy. Navíc autoři tvrdí, že většina chráničů nebyla v době uložení na vnitřní straně předloktí jedinců, ale na straně vnější. Nebo-li funkcí možná nebylo chránit předloktí jejich nositele, ale dávat najevo svou přítomnost – symbolizovat svůj status. Tuto hypotézu navíc podporuje zdobnost některých artefaktů. V neposlední řadě přispívá i skutečnost, že mnoho nátepních destiček bylo vyrobeno z dovezené suroviny místo lokálně dostupné.

Posledním z alespoň částečně prozkoumaných utilitárních předmětů „pohárového balíčku“ jsou silicitové šipky. Jejich trojúhelníková morfologie je uzpůsobena pro válečnictví, neboť po průniku do tkáně a následné svalové kontrakci je vyjmutí šipky s křídélky – v tuto chvíli fungující jako zpětné háčky – velmi obtížné (Lee 2010). Ránu je třeba rozříznout nebo hrozí reálné nebezpečí poškození projektilu, či jeho oddělení od ratiště. Toto způsobí omezení pohyblivosti cíle, případně následné komplikace v podobě horšího hojení, zánětů atd. Oproti tomu

lovecké hroty bývaly ve většině kultur vyráběné bez zpětných háčků, aby šíp mohl vyklouznout ven, čímž se lovci snažili zabránit jeho poškození a navíc zvětšit ztrátu krve oběti. Stejně jako výše zmiňované dýky i většina šipek z hrobových kontextů nevykazuje stopy užívání při lovu/boji (Van Gijn 2010; Sosna 2012).

Tato práce by chtěla přispět k pochopení naší minulosti prozkoumáním vztahu činnosti a formování opotřebení na těchto pazourkových hrotech. Zda-li stopy jež se na projektilích nacházejí, nemohou souviset i s jinou než pouze lovecko/válečnickou situací, ale ku příkladu s válečnictvím rituálním v souladu s výše uvedenými teoriemi badatelů.

## **2.2 Pazourek a identita**

Je téměř paradoxní že v čase, kdy lov ztrácí svou důležitost díky farmaření jako dominujícímu způsobu obživy, se stávají šípy, nátepní destičky, brousky ratišť a pravděpodobně i luky tak významnými v archeologickém záznamu (Fokkens et al. 2008). Náповědu k rozluštění této hádanky nám zde prozatím nedaly nalezené artefakty, ani ji nemůžeme čekat v etnografických analogiích. Jak poznamenává Neustupný (1996: 32), tehdejší specifické podmínky plužního hospodářství mírného pásu původně pokrytého opadavými lesy, závislost na vzácných kovech jako je měď a cín, společně s krocením divokého dobytka a vytvářením jistých forem specializace vedoucí směrem k směnné síti v současnosti nikde na světě nenalzáme. Vysvětlení tedy musí logicky pocházet z teorií pramenících ze znalostí místa a času, kdy k této nebývalé shodě podmínek dochází.

Po tisíce let se lidé živilo lovem a sběrem. Tradičně se o lovu mluví jako o specificky mužské činnosti. Neutrřeli konstrukce mužské identity, když důležitost lovu poklesla díky novému způsobu obživy? Nevyprávěli si tenkrát lidé příběhy o velkých lovcích/válečnicích z dob minulých?

Nenalézáme v archeologickém záznamu obrazy a potažmo ideály dávno ztraceného světa?

Zdá se, že pohřební výbava se skládala z předmětů, které nesloužily k běžným a každodenním činnostem, ale z předmětů vyžadujících ke své výrobě často zvláštních znalostí (viz dánské dlouhé dýky) a vyráběných právě pro tuto pohřební událost (viz silicitové šipky) mnohdy z importovaných surovin. Jakýkoliv status tyto předměty značí, je to status standardizovaný. Fokkens et al. (2008: 125) se domnívají, že pohřební výbava obklopující muže a ženy KZP ve skutečnosti konstruuje reprezentace ideálních jedinců nebo jejich předků. Podobně uvažuje i Van Gijn (2010: 186), když pazourkové importy považuje za „*peaces of places*“ spojující jak jedince s jejich předky, tak jednotlivé komunity do větších celků sdílejících jednu historii a ideologii vyjádřenou právě pazourkovým artefaktem. Dle autorky i proto můžeme s postupem času sledovat čím dál větší rozdíl mezi běžnými/domácími a speciálními/posvátnými předměty projevené v jejich odlišných životních trajektoriích.

### **2.3 Lovci či válečníci**

Lov byl nedílnou součástí života pravěkých populací. V době lovecko-sběračských společností byl lov klíčový pro celkový příjem kalorií za rok, především však mohl být i jediným zdrojem potravy v zimních měsících. S nástupem zemědělství lze ovšem předpokládat, že jeho význam postupně klesá. Lidé si pravděpodobně postupně dokázali vypěstovat tolik rostlinné stravy, že lov byl povětšinou spíše přilepšením, než otázkou přežití. Schopnost lovit se ovšem mohla stát opět klíčovou v neúrodných letech, v případě přírodních katastrof, atd... Podíl archeozoologicky doložené zvěře u KZP je do 10% kostního materiálu (Turek 2006: 348). Vcelku malá proporce lovné zvěře značí buď její nedostatek, nebo nízký zájem o ni. V obou případech můžeme

konstatovat, že pokud byla u KZP výrazná lovecká tradice, nemáme k tomu prozatím žádné indicie.

Válečnictví se tedy jeví jako mnohem pravděpodobnější vysvětlení tohoto kulturního fenoménu. Nicméně válečnictví má více podob a ve svých nejbrutálnějších polohách po sobě zanechává výrazné stopy, jenž ovšem u KZP nenacházíme.

Rozvoj válečnictví dávají badatelé (např. Otterbein 2004) do souvislosti s vymizením velké lovné zvěře, domestikací plodin a zvířat, sedentarizací, vymezením území a následným rozvojem sociální hierarchizace. Tyto podmínky by u KZP byly bezpečně splněny. Korenevsky (2014) vypichuje zlom právě znázorněním představ, v podobě zbraní, v pohřebním ritu, na rozdíl od symboliky utilitárních pracovních předmětů v dřívějších obdobích. Postupnou militarizaci společnosti provázanou s ekonomickým rozvojem popisuje ve dvou fázích. První je všeobecným vyzbrojováním dostupnými zbraněmi, které jsou relativně levné, opravitelné a každý je umí částečně ovládat. V této fázi chybí ochranné prostředky. Postupně se z více méně egalitářské skupiny profilují vůdci, nejdříve dočasní a poté „Big man“ společnosti. Druhá fáze již má svého „vůdce“ a je charakterizována vývojem speciálních zbraní a ochranných prostředků. KZP se pravděpodobně nacházela někde na počátku druhé fáze.

Mezi druhy válečnictví můžeme dle Korenevského (2014) řadit primitivní boje o území způsobené například migrací z důvodu hladu, změny klimatu, pohybu lovné zvěře; potyčky z jiných než ekonomických důvodů (čarodějnictví, krevní msty, atd.); a boje o zisk na úkor jiné skupiny. Podobně Venci (1984) vidí příčiny válek v rovině hospodářské (vzrůst populace nad meze úživnosti a následné boje o teritoria nebo ornou půdu); v rovině psychologické a morální (potřeba pomsty, ventilace agresivity); a rovině iracionální (z výkladu přírodních úkazů a magických

sil). Z archeologických situací bývá nesnadné odvodit důvody lidského jednání, natož pak násilného.

Organizované válečnictví po sobě ovšem zanechává výrazné stopy nejnázne zachytitelné v podobě specifických traumat: Parryho obrané zlomeniny (distální ulny), craniální fraktury, perimortem traumata v kombinaci s masovými hroby a spálenými archeologickými vrstvami (Erdal a Erdal 2012). V kontextu KZP ovšem mnoho takových stop nenacházíme. V neolitu většina zranění souvisí s denními aktivitami. Objevují se případy interpersonálního násilí, ale k formě organizovaného násilí mají daleko. V době bronzové oproti tomu nacházíme jasnou evidenci perimortem zranění, masové hroby, časté fraktury hlavy, a rozvoj fortifikací. To tedy značí nárůst násilí až v tomto období (Tamtéž). Milner (2005) se domnívá, že výskyty malých traumat na lidské kostře (značící v tomto období rozšířené projektilové technologie) jsou podhodnoceny z důvodu jejich velikosti spojené se špatnými podmínkami dochování. Traumata také mohou být zaměněna za stopy jiných nástrojů či přehlédnuta. Smith et al. (2007) ve své experimentální práci zabývající se právě znaky kosterních traumat v souvislosti s lukostřelbou uvádí tři výlučné znaky: 1) sražení vnitřních hran – rána je (podobně jako u střelných zbraní) na výstupu větší než na vstupu nebo-li dopadová energie projektilu způsobí kónický průřez rány; 2) fragmentace projektilu zanechá v okolní kostní hmotě drobné úlomky silicitu detekovatelné pod mikroskopem v zhruba 50% případů; 3) silicitové projektily zanechávají ve vnitřních okrajích ran mnohonásobné paralelní podélné rýhy. Ty jsou způsobeny nerovnoměrností podélných hran šipek a tudíž snadno rozlišitelné od kovových nástrojů. V rámci experimentu byly rýhy detekovány v 76% případů. I při detailní práci badatelů pravděpodobně zůstane tento typ traumat podhodnocen, neboť zkušený lučištník míří na srdce. Takové smrtelné zranění nemusí mimo menších rýh na žebrech (které mají relativně vysokou fragmentárnost v rámci kosterní

zachovalosti) zanechat stopy. Prozatím ovšem tento typ evidence u KZP nemáme.

V souladu s chybějícími doklady mnoha násilných traumat a úvahami autorů o pravděpodobně nezanedbatelných symbolických významech válečnické pohřební výbavy mužských příslušníků KZP je na místě otázka, zda-li se většinově nevěnovali spíše válečnictví rituálnímu. Jak dokládá práce Wiesner (2002) rituální liniové válečnictví může být i jedním z mechanismů udržování sociálních vazeb mezi jednotlivými komunitami společnosti, případně může nepřímo přispět k nastolování sociální hierarchizace a nerovnosti. Když autorka popisuje tzv. Velké ceremoniální války uvádí, že se jednalo vlastně o turnaje organizované s důrazem na okázalost spíše než na porážku a na slavnost spíše než na boj (Wiesner 2002: 242). Souboje probíhaly na připravených místech patřících hostitelům, kde nemohlo dojít ani k získání, ani ke ztrátě půdy. Bitvy byly plánovány během týdne zpíváním a tancem. Boje zahrnovaly výměny salv šípů mezi vzdálenými protáhlými liniemi válečníků (Tamtéž: 243). Vztahy, které vznikaly během bojů, byly transformovány do výměn zboží a domluvených sňatků. Nutno podotknout, že vznik těchto zvyků umožnila mnohem větší sociální komplexita a hierarchizace společnosti, než jakou předpokládáme koncem eneolitu.

Vander Linden (2006) vnímá KZP spíše jako sociální než kulturní termín (Vander Linden 2006: 319), kde je postava válečníka oproti předchozím obdobím zásadně jinak vnímána a konstruována, a to skrze sdílené přesně kódované předměty. Dle Vander Lindena (2006) fungovala jakási etika válečníka, nebo-li nový životní styl. Válečníkem zde mohl být každý. KZP tedy představuje úplný zlom v řízení sociálních interakcí, který zde byl charakterizován fluiditou a většími integračními kapacitami s důrazem na jednotlivce. Tento pohled pravděpodobně sdílí více badatelů. Otterbein (2004: 6) se domnívá, že v eneolitické náčelnické společnosti ještě neexistovala válečnická profese. Válečnictví



bylo přítomno v životě každého člověka, občas více a jindy méně, vždy ale pouze jako jedna z mnoha komplexních činností. Válečnictví bylo cestou života.

Příspěvek k rozuzlení této doby skrze zmapování stop užívání silicivých hrotů pomocí experimentu je hlavním cílem této práce. Primární otázkou je, zda-li existuje rozdíl v stopách užívání mezi rituálním válečnictvím a reálným bojem.

## **2.4 Projektilové technologie**

Projektilová technologie jako zásadní inovace v lidské technické i behaviorální evoluci se schopností zabíjet na dálku dala našim předkům specifickou výhodu nad ostatními predátory, a tím zvětšila jejich možnosti lovu větší a nebezpečnější kořisti. Stejně tak i proměnila způsoby boje. Jejím pomocí je možno útočit na nepřítel bez vystavení sebe sama přímému nebezpečí. Dnes je po původu kompozitní projektilové technologie usilovně pátráno, neboť je to z hlediska archeologického záznamu jeden z nejvýznačnějších milníků v lidské kognitivní evoluci. Nakolik je tato inovace zásadní a komplexní velmi dobře ilustrují tzv. kognigramy (Heide 2010) vycházející z konceptu operačního řetězce nebo-li „*chaines opératoires*“ (Leroi-Gourhan 1964). Kognigram v podstatě vizualizuje a kategorizuje informaci operačního řetězce výroby a použití nástroje. Nezaměřuje se ovšem pouze na materiální koreláty procesu, ale zahrnuje i vnitřní motivace tvůrce. Ve výsledku pomocí kognigramu měříme vzdálenost od prvotní potřeby k jejímu uspokojení.

Heide (2010) velmi pěkně popisuje a vizualizuje postupné zesložitění operačního řetězce v průběhu evoluce pomocí kognigramu v užití kamene pro rozbití mušlí u mořských vyder (*Enhydra lutris*). Proces začíná u potřeby nasycení. To obsahuje podproblém přístupu do mušle, což vyžaduje nástroj. Ten je třeba nejprve nalézt (fáze 1), transportovat ke zdroji potravy a společně pak na mořskou hladinu (fáze 2). Následuje

správné umístění kamene, uchopení mušle a její otloukání (fáze 3). Nakonec dojde k uspokojení prvotní potřeby nasycení (fáze 4). Je to tedy proces o šesti krocích ve čtyřech fázích s použitím jednoho neupravovaného nástroje. Pozornost je přitom upřena na tři objekty: hlad, mušli a nástroj. Pro úspěšné zvládnutí procesu je nutné na jednu stranu držet v mysli obrazy všech tří objektů, na druhou stranu vytěsnit pocit hladu a soustředit se na mezifáze pro jeho uspokojení. Oproti tomu vrchol kompozitní štípané technologie lukostřelecký set (Lombard, Heide 2012) zahrnuje 24 samostatných operačních jednotek jednodušších (produkce ohně: pět podproblémů řešených v deseti krocích o osmi fázích) i složitějších (produkce tětiny – jedenáct podproblémů řešených v 21 krocích o sedmi fázích). Mnoho z těchto fází je ireverzibilních, vyžaduje schopnost prostorové abstrakce, chápání esence a změny materiálů.

Myšlenka luku byla jistě evoluční novinkou. Šíp již takovou novinkou nebyl, jelikož jeho koncepce nebyla výlučně vlastní anatomicky moderním lidem. Heide (2010) analyzuje kopí nalezené v lokalitě Schöningen 13 – staré 300-400 tis. let BP a asociované s *Homo heidelbergensis*. Uchycení řezného nástroje na jiný objekt zachycuje zcela novou konstrukci nástrojů. Kognigram vytvořený pro výrobu kopí a jeho použití k lovu koní řeší deset podproblémů ve 29 fázích a mnoha dílčích krocích. Dalším zdrojem inspirace pro výrobu šípů byla technologie kompozitního uchycení. Ta se objevuje v jižní Africe minimálně před 70 tisíci lety. Nese s sebou prvek mentální rotace předmětů k jejich uchycení v různých pozicích pro plnění rozličných funkcí. Výroba lepidla opět ilustruje dramatický nárůst kognitivní kapacity v rámci abstraktního chápání vlastností věcí, konkrétně vícestupňové nenávratné zpracování. Novinkou je zde přeměna vlastností materiálů. Kombinací okru a pryskyřice za pomoci tepelného zpracování získáváme hmotu zcela nových vlastností. Proces musí být dodržen velmi přesně jak z hlediska přípravy surovin, posloupnosti, časových odstupů i rozmezí teplot. V abstraktní rovině můžeme říci, že rod *Homo* se tímto krokem

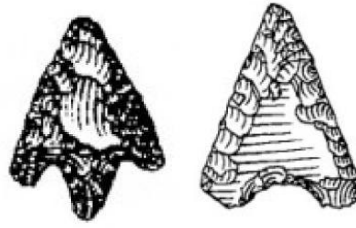
plně vyvázal z doposud známých zákonitostí přírody a překročil tímto techniky redukce, modifikace a kombinace, začal tvořit v plném významu slova.

Samotné zbraňové systémy se díky organické povaze svých komponentů málokdy zachovávají v archeologickém záznamu, proto jediná informace o jejich minulé existenci pochází z kamenných částí. Prozatím nepanuje mezi badateli shoda kde přesně se projektilové technologie objevují. Wilkins et al. (2015) se na základě nálezů z Afriky domnívají, že již před 500 tisíci lety. Lombard a Pargeter (2008) vidí původ v subsaharské Africe kolem 64 tisíc let BP. K masovému rozšíření došlo dle většiny badatelů pravděpodobně mezi 45 a 40 tisíci lety BP (Shea 2006). Nejstarší nalezené luky prozatím pocházejí ze Stellmooru v Německu, které jsou datovány cca 11 tisíc let BP (Cattelain 1997).

## **2.5 Šipky KZP**

V mužských hrobech KZP se nachází pazourkové šipky s železnou pravidelností. Sarauw (2007: 73) uvádí minimálně jednu šipku na hrob, přičemž 70% hrobů jich obsahuje více, a to s průměrem 3,55. Olivík (2009: 153) uvádí 1,7 – 6,5 šipek v závislosti na typu hrobu (žárové/kostrové/mohyly). Jak bylo zmíněno výše, na většině z nich nenalézají autoři stopy užívání. Morfologicky se jedná o plošně retušované trojúhelníkovité projektily s křídélky. Tento vzor loveckých hrotů se dle Apela (2012) rozšířil do Evropy ze severní Afriky.

V našem prostředí se detailně zabývá morfometrickými charakteristikami Olivík (2001, 2009). Tyto studie byly vybrány jako podklad pro výběr jednotného morfometrického tvaru určeného pro replikaci šipek v rámci experimentu. Níže následuje popis celkové variability nalezených souborů.



**Obrázek 3: Šipka a řapem a bez řapu. Převzato z Olivík 2001.**

V základu si můžeme šipky KPZ rozdělit na šipky s řapem a bez řapu (Obrázek 3). V souborech jednoznačně převažují šipky bez řapu. Mimo estetického hlediska je zde hlavní rozdíl ve funkci. Šipky s řapem můžeme k ratišti přichytit bez pomoci lepidla. Tedy zhotovením podélného zářezu do konce těla ratiště, kam vložíme řap a celou soustavu zafixujeme rostlinným nebo živočišným provázkem. Toto řešení je ovšem náchylnější k poškození. Jak ukazuje ve své práci Fauvele et al. (2012) a má předchozí práce (Bureš 2012), způsob uchycení má vliv na životnost projektilů. Konkrétně pak v rámci nedokonalého spojení mezi šipkou a ratištěm nedochází k přenosu energií, které se tedy celé realizují v těle šipky nebo pouze v bodě spojení (tzn. na počátku omotaného ratiště). Obé vede k nevyhnutelné fraktuře přesně v tomto bodě, tedy mezi tělem šipky a jejím řapem, případně hrotu šipky (Fauvell et al. 2012 uvádí průměrnou životnost 1,8 výstřelu). Šipky bez řapu se pouze nalepí na konec ratiště nebo do připraveného zářezu pro větší boční stabilitu. Tento způsob je díky potřebě lepidla, ať už rostlinného nebo organického, náročnější. Benefitem je ovšem vyšší trvanlivost projektilu (Fauvelle et al. 2012 uvádí průměr 3,3). Řešení ovšem není zcela univerzální, jelikož i po přidání adheziv lepicí směs na teple měkne. V letním počasí tedy může dojít ke ztrátě pevnosti ve spoji. Olivík (2009) uvádí, že šipky s řapem se u KZP na území Moravy nacházejí pouze v nejstarších vrstvách v zastoupení cca 19%. To může napovídat o reflexi této skutečnosti samotnými aktéry. Jelikož zastoupení šipek s řapem je minimální, pro experiment byl vyselektován tvar bez řapu.



**Obrázek 4: Tvar stran rovný, konvexní a konkávní. Převzato z Olivík 2001.**

Šipky dále můžeme dle Olivíka (2001) dělit na základě: tvaru, tvaru stran, opracování hran, tvaru křidélek a tvaru baze. Tvary stran dělí autor na rovné, konvexní a konkávní (Obrázek 4). Toto se může projevit na penetračních vlastnostech projektilu. Tvar konkávní oproti konvexnímu v první fázi lépe penetruje cíl, jak ovšem šíp vlivem nárazu zpomaluje, projeví se klínovitost tvaru s tendencí k většímu zpomalení. Konkávní tvar je také méně stabilní při nárazu do tvrdých předmětů. Konvexní tvar oproti tomu projektil nejvíce zpomalí v první fázi penetrace, kdy je dopadová síla největší. Tento tvar je také mnohem stabilnější a často i opravitelný, tedy retušovatelný, neboť na hranách projektilu je více hmoty, tedy prostoru pro redukci. Třeba směrem k tvaru konkávnímu. Na jedné šipce samozřejmě můžeme nacházet kombinace tvarů dle zručnosti a štěstí výrobce. Pro účel experimentu byly vyselektovány tvary rovný a konvexní, protože mají větší stabilitu a případnou retušovatelnost v dalších experimentech.



**Obrázek 5: Šipka rovnostranná, rovnoramenná a rovnoramenná úzká. Převzato z Olivík 2001.**

Úhel, jenž mezi sebou svírají dvě strany pod špičkou, označujeme jako délko/stranový index (dále jen  $d/s$ ). Ten počítá poměr délky šipky k její šířce a v podstatě vyjadřuje druh tvaru trojúhelníku, tedy rovnostranný ( $d/s$  0,8 – 1,2), rovnoramenný ( $d/s$  1,2 – 1,7), či rovnoramenný úzký ( $d/s$  1,7 – 2) (Obrázek 5). Index v sobě nezahrnuje

asymetričnost, tedy sám o sobě nedokáže vyjádřit různostrannost. Tento parametr je taktéž podstatný pro penetrační schopnosti šipky. Čím ostřejší vrcholový úhel trojúhelníku (vyšší d/s index), tím snáze projektil penetruje. Zároveň platí to, co u konvexního a konkávního tvaru stran. Méně hmoty je méně stabilní, tedy více náchylné k poškození pod tlakem dopadových sil. Pro účel experimentu byl vybrán tvar rovnoramenný s případným přesahem do tvaru rovnostranného.

Tvary křidélek dělí Olivík (2001) na rovné, obloukovité, lomené a hrotité. Křídélka mají funkci zpětného háčku, tedy znemožnit vytažení projektilu, jak bylo výše popsáno. Zároveň prodloužení hrany, tedy šířky projektilu, způsobuje větší ránu a tím usnadňuje průchod relativně mocnějšího ratiště do těla cíle. Hrotitý tvar pravděpodobně lépe zabraňuje vyjmutí šípu oproti tvaru kulatému. Pro účely experimentu byl tento parametr zanedbán jako nepostatný.

Tvar baze, tedy konce šipky mezi křidélky, může být dělen na obloukovitou, trapézovitou, rektangulární, střečovitou, nepravidelnou a jejich přechodné formy. Tento parametr byl pro účely experimentu opět zanedbán, neboť pravděpodobně nemá větší funkční význam. Pouze je třeba ho zohlednit při zhotovování zářezu na ratišti pro konkrétní šipku.

Opracování hran, tedy ku příkladu pilovitost, jsem se v této práci rozhodl zanedbat, neboť jednak nejsou v souborech hojně zastoupeny, a navíc tyto šipky mívají speciální účel. Celkově pak můžeme dále rozlišit šipky symetrické a asymetrické. Ve většině lidských výtvorů jasně panuje preference symetrie. V tomto případě mimo estetického hlediska je důvod i ryze praktický. Symetrické tvary se snadněji osazují do osy šípu a mají výrazně lepší aerodynamické vlastnosti, to se zde na počátku soustavy může velmi výrazně projevit a ovlivnit tak dráhu letu střely, tedy úspěšnost zásahu.

Je třeba také říci, že výše zmíněná typologie tvarů, přestože má funkční souvislosti, by měla být v archeologickém záznamu vnímána jako kontinuální. Azevedo et al. (2014) ve své práci dobře ilustruje dramatickou změnu tvarů a velikosti v rámci životního cyklu šipky, způsobenou postupným retušováním při poškození/ztupení projektilu. Ta je u lukostřeleckých projektilů soustředěna převážně na špici projektilu a přilehlé oblasti. Morales a Verges (2014) při výzkumu paleolitických škrabadel uvádějí minimální počet retušovaných artefaktů (52% procent). Toto číslo sami považují ve srovnání s etnografickými zdroji informací za překvapivě malé. Nebo-li pravděpodobnost, že nalezené artefakty denní potřeby byly kontinuálně upravované, je velmi vysoká. O to víc je zarážející, že na šípkách z období KZP nalézáme tak málo stop užívání.

### **3. Traseologie**

Traseologie je vědeckou disciplínou, která se již půl století snaží překročit vnímání typů. Ty totiž do věcí promítáme my. Traseologie je založena na přesvědčení, že funkce artefaktů nemůže být dedukována z jejich tvaru, ale musí být dedukována ze stop vzniklých jejich užíváním (Roots a Plisson 2014). Snaží se tedy zrekonstruovat příběhy, po nichž nám zbyly jen stopy. Těmto stopám avšak nelze porozumět pouhým nazíráním. Nedílnou součástí disciplíny jsou experimenty, při nichž sledujeme, jak se stopy formují, a snažíme se odhalit jejich jemné nuance. Ty nám dovolují dostat se o krůček blíže k minulému lidskému chování.

Od průkopnických prací Semenova (1964) je tedy traseologie ukotvenou archeologickou disciplínou založenou na stále přibývajících experimentálních souborech, jež ilustrují vztah mezi vzory opotřebení (kombinace strií, lesků, poškození hran, atd.) a podmínkami jejich vzniku při užívání (pohyb, zpracováváný materiál, kontext užívání, atd.) (Rots a Plisson 2014: 155). Pokud je pohyb nástroje pravidelný, například při

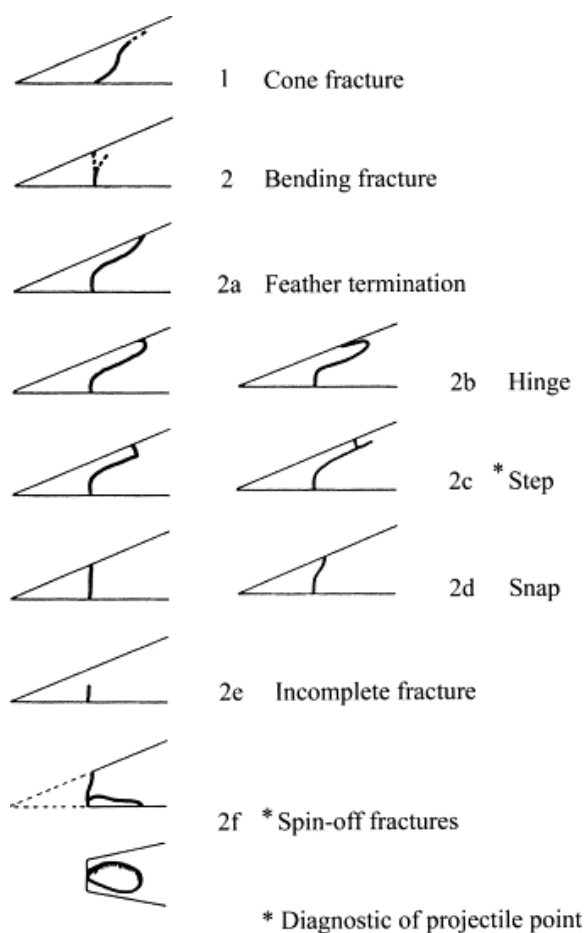
řemeslné výrobě, stopy na nástrojích budou taktéž pravidelné a jejich rozvoj bude závislý na délce trvání této činnosti. U hrotů projektilů ovšem tento fixní vztah neplatí. Vztah mezi použitím šipky a stopami jejího užívání není tak jednoduchý, jelikož zde platí vysoká variabilita vnějších a vnitřních parametrů. Mezi vnitřní parametry patří design zbraně včetně tvaru hrotu, jeho uchycení k ratišti a váze celého kompletu. Mezi vnější poté řadí autoři techniku vrhání/střelby, vzdálenost cíle, druh cíle přírodní podmínky atd. Nejvýraznějším rozdílem je malá opakovatelnost. Například při řezání opakujeme pohyb po určitý čas, neboli třeba sto velmi podobných řezů. Projektil bývá zničen po několika málo výstřelech. Druhým zásadním rozdílem je velká rozmanitost kontaktních materiálů při dopadu (půda, kamení, dřevo, velké kosti, tenké kosti, kůže, maso, tráva, atd.) a způsobu nárazu (podélný, pod úhlem, kolmý) (Rots a Plisson 2014: 156). Neboli možnosti kombinací parametrů vnějších i vnitřních jsou velmi různorodé. Série podobných projektilů střílená za stejně proměnlivých podmínek do stejně heterogenního cíle bude vykazovat velmi vysokou variabilitu stop opotřebení oproti výše uvedenému řezání nožem.

Zkoumáním vlivu různých faktorů se dnes věnuje celá řada badatelů. Kupříkladu Lovita et al. (2014) zkoumali vliv úhlu a rychlosti na rozvoj fraktur. Střílely 234 identických skleněných odlitků Levalloiských projektilů pomocí stlačeného vzduchu (7 – 30m/s) proti desce s měnitelným úhlem (90 – 45°). Tyto pokusy krásně ilustrují základní principy frakturní mechaniky. Čím větší rychlostí autoři projektily stříleli proti kolmé stěně, tím více se tvořily fraktury podélné k ose šípu. Čím menší rychlostí střílely, tím více se objevovaly fraktury kolmé k ose šípu (transversální). Čím větší síla proti kolmé pozici desky, tím větší rozvoj fraktury. To ovšem zcela neplatí při nahnuté desce. Pokud klesal úhel desky, tvořily se více stranově podélné (logitudinální) fraktury. Neboli směr rozvoje fraktury je odvislý od velikosti síly a jejího směřování. Takto



instruktážní výsledky můžeme ovšem získat pouze v laboratorních podmínkách za podstatného omezení ostatních faktorů.

Nutno poznamenat, že fraktury se liší jak ve směru svého průběhu vzhledem k tělu šípky, tak v morfologii jejich průběhu. To vedlo k myšlence fraktur indikativních pro funkci projektilu (Fisher et al. 1984) (Obrázek 6). Tento koncept je dnes postupně opouštěn, neboť nelze šipku interpretovat pouze podle jednoho znaku. Ten může ve většině případů vzniknout ve více případech, třeba dopad šípu s nízkou energií se bude podobat silné ráně dýkou nebo pádu předmětu z výšky na tvrdý povrch. Většina druhů stop může vzniknout i při produkci. Je tedy třeba vnímat celý zkoumaný objekt a nalézat více důkazů podpírajících naše interpretace, než jen jednotlivá znamení.



**Obrázek 6: Typy zlomů (makrofraktur) z hlediska jejich průběhu. Převzato z Fisher et al. 1984.**

Velmi dobrým nástrojem pro další evidenci způsobu užívání k makrofrakturám (viz výše) jsou mikroskopy. Jedná se o okem neviditelné lineární rýhy, lesky, zaoblení hran atd. Vznikají při kontaktu předmětu s okolním abrazivním prostředím. Kupříkladu pokud lukostřelecký projektil potká ve své dráze jiný dostatečně pevný objekt, zanechá tento na těle šipky stopy. Pokud budou tyto stopy v lineární ose šipky, může tím spolu s indikativní frakturou podpořit naši interpretaci užívání předmětu jako lukostřeleckého hrotu. Detailní přehled typů stop dle různých autorů vypracoval ve své práci Dockall (1997).

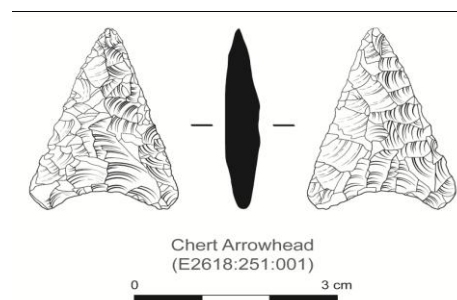
Speciálním případem mikrostop je *hafting*. Ten vzniká jako příznak po uchycení. Stopy po spojení s ratištěm není v archeologickém kontextu snadné identifikovat, neboť se nacházejí v neaktivní části kamenných nástrojů. Zde ovšem zanechávají stopy i mnohé jiné procesy jako produkce, transport, postdepoziční procesy, atd. Stopy uchycení se zpravidla nacházejí naproti pracovní čepeli a k jejich největšímu rozvoji dochází kolem hranice spoje, kde se projevují na ploše jako lesky, a na hranách jako drobné mikroúštěpy (Roots 2010).

V souhrnu je tedy každý nástroj ovlivněn produkcí, uchycením, postdepozičními procesy a užíváním. Postdepoziční procesy, speciálně *trampling*, mohou v některých případech zanechat stopy velmi podobné stopám užívání (Pargeter 2011). Na tělech nástrojů, speciálně těch s členitým povrchem, také často zůstávají zbytky materiálů, se kterými přichází do kontaktu. Tyto označujeme jako *residua*.

## 4. Materiál

### 4.1 Výroba šípů KZP

Pro zodpovězení primární výzkumné otázky, tedy zda-li existuje rozdíl v stopách opotřebení silicitových hrotů mezi válečnictvím rituálním a bojem, byl vytvořen soubor 40-ti pazourkových hrotů. Šipky byly vyrobeny autorem textu v roce 2014 z baltského pazourku.



**Obrázek 7: Eneolitická šipka. Dostupné z:**  
<https://www.flickr.com/photos/headlandarchaeology/5366753951/> , dne  
2.8.2015.

Pro účel výroby kopií lukostřeleckých projektilů KZP byly tedy na základě jejich převážného rozšíření v dochovaných souborech (Olivík 2009: 157) vybrány rovnoramenné šipky bez řapu s tvarem stran rovným až konvexním (Obrázek 7). Ostatní tvarové parametry byly vyhodnoceny jako zanedbatelné, přestože byly zaznamenány. Tento výběr sloužil jako ideál, jehož jsem se snažil při výrobě držet. Nutno podotknout, že ne vždy se to zcela dařilo.

#### 4.1.1 Výroba hrotů

Výroba hrotů se uskutečnila v roce 2014 z baltského pazourku. Mým původním záměrem byla výroba z tuzemských materiálů. Poté co jsem navštívil některá naleziště v České republice, jsem ovšem od tohoto záměru musel ustoupit. Většina nalezišť již buď nemá dostatečné množství kvalitní suroviny (např. Krumlovský les) nebo se jinde nalézají dostatečné množství kvalitního kamene různého původu (např. pískovny u Václavic, Hrádek nad Nisou), kde pazourky zbyly po pohybu

pevninského ledovce. Po konzultaci s vedoucím práce jsem se tedy rozhodl pro zahraniční surovinu. Jako nejbližší místo s dostatečným množstvím kamene odkud probíhal import suroviny i během eneolitu byl vybrán Balt. Konkrétně jsem zvolil ostrov Rujana, kam jsem se v létě 2013 vydal. Pazourek jsem sbíral na severozápadním pobřeží mimo plochu národního parku. Nutno poznamenat, že jsem přes veškerou snahu během dvou dnů vyměřeného času nenalezl ideální naleziště v podobě odkrytého profilu s pazourkovou žílou plnou čerstvého nezávětralého pazourku dostatečné velikosti a kvality. Nasbíraný pazourek byl částečně dehydrovaný a ne zcela homogenní, což se negativně projevilo při pozdější výrobě hrotů. Při tom jsem spoléhal na svou předchozí zkušenost se štípáním silicítů (Bureš 2012) a dnes již klasickou učebnici Johna C. Whittakera (1994).

Postupoval jsem dle redukční sekvence oddělení úštěpu, ustanovení pracovních hran, zeštíhlení úštěpu, redukce konkavitu/konvexity, ustanovení základního tvaru, vytvoření čepelí plošnou retuší, vytvoření baze. Kroky nemusí jít nutně odděleně za sebou, neboť se postupně objevují a mizí různé redukční a tvarové problémy. Nutno poznamenat, že nejsem v tomto umění profesionálem a přiblížit se stanovenému obrazu bez zlomení šipky se mi povedlo zhruba u každé druhé.

Pro nováčky je nejobtížnější, jak potvrzuje práce Geribas et al. (2010), zvládnutí třech technických gest: podepření při úderu, pozice úštěpu a úhel úderu. Tyto tři proměnné (mimo jiných) rozhodují o úspěšnosti každého kroku v redukční sekvenci. Zvládnutí jejich složitosti netkví v uvažování, ale mistrného zvládnutí pohybu a vyhodnocování situace. Dalšími významnými faktory jsou úhel pracovní hrany a samotné místo úderu.

Uvedená studie přináší pár zajímavých poznatků v rozdílu mezi mistry a začátečníky. Pro dosažení stejného cíle stačí mistrům cca polovina úderů zato z více stran. Oproti začátečníkům také více rotují předmětem, neboli jejich plán je komplexnější, přesnější a zahrnuje méně behaviorálních jednotek. Jak uvádí Nonaka et al. (2010: 155) znalost konsekvencí úderu vyžaduje rychlé prozkoumávání vlastností jádra a odbouchávače ve shodě s vyšším plánem kombinací potenciálních úderových platform, kinetické energie dopadu odbouchávače a požadované velikosti úštěpu, jež je omezena zákonitost conchoidální fraktury. Figuruje zde tedy mnoho vlivů a omezení, které je potřeba zpracovávat v reálném čase a dle toho koordinovat své pohyby v rámci předem připraveného scénáře, jenž se ale s každým dalším úderem mění. Tato činnost je tedy velmi komplexní a složitá. Lze buď prakticky vysvětlit pomocí několika málo obrázků a pár řádků textu (Whittaker 1994) nebo rozebrat na prvčinitele, jejichž interakce je natolik složitá, že na ni prozatím nestačíme (Magnani et al. 2014).

Pokud uvážíme výše uvedené, není nikterak překvapující skutečnost různé debitáže, tedy odpadu při redukční sekvenci, mezi jednotlivými kameníky (Williams a Adrefsky Jr., 2011). Problém je natolik nepochopitelný, že každý tvůrce má svůj jedinečný styl jeho řešení, který poté můžeme v archeologickém záznamu identifikovat. I zde je ovšem háček. Někteří kameníci produkují mezi jednotlivými projekty různé formy odpadu a debitáže, jiní jsou velmi konzistentní. Variabilita řešení jednoho problému je tedy velmi široká a záleží na každém tvůrci, jakou cestu si vybere.

Já jsem se při štípání pazourkových hrotů snažil být co nejkonzistentnější vzhledem k jejich velikosti, tvaru, tvaru hran symetrii, vrcholovému úhlu a úhlu hran. Vzhledem k tomu jsem se rozhodl používat moderní měděné nástroje, které mi práci velmi usnadnili. Měděný retušér, dle mého názoru, umožňuje štípat úhly a mocnosti

platform, jež by šly s parohovým nástrojem jen obtížně. Mění tím tedy morfologii předmětu? Domnívám se, že nikterak drasticky. Zákony frakturní mechaniky a conchoidální fraktury jsou pouze jedny. Tyto nástroje spíše umožnily nezkušenému kameníkovy více se ve svých výtvorech přiblížit archetypu, který si zvolil.

#### **4.1.2 Výroba šípů**

Experiment by se měl z povahy věci co nejvíce přiblížit realitě. Z tohoto důvodu jsem se rozhodl repliky pazourkových hrotů KZP doplnit i eneolitickými šípy, respektive ratišti a uchycení projektilů k nim. Ve většině dnešních studií se dobová proutěná ratiště nahrazují ratišti prefabrikovanými ze štípané kulatiny, většinou cedru nebo smrku. Toto řešení je jistě snazší z hlediska času a investované energie. Omezuje se tím ovšem podstatná část variability. Moderní prefabrikáty jsou silně unifikované co do tuhosti a průhybu. To umožňuje velmi dobrý soustřel. Oproti tomu dobová ratiště z proutků nejsou standardizovaná. Každý prut naroste trochu jinak a chová se tedy i jinak v extrémní situaci, což jistě výstřel z luku je. Neboli doplněním nedokonalých projektilů nedokonalými ratišti zachováme originalitu každého výstřelu. Toto považuji pro zmapování variability chování nějaké soustavy za podstatné. Samozřejmě tím ale zvětšujeme vliv jiných než zkoumaných faktorů, zde rozdílný způsob střelby. Dle mého názoru je důležitější zachování věrohodnosti pokusu i za cenu nejednoznačných výsledků. Nutno poznamenat, že tato hranice může být velmi rozdílná v závislosti na výzkumné otázce i výzkumnému designu.

Pro zhotovení eneolitických šípů mi byla velmi cennou inspirací kniha Konrada Spindlera (1998) zachycující nález tzv. „ledovcového muže“ Otziho. Mimo spousty jiných zajímavých informací Spindler detailně popisuje artefakty, které byly s Otzim asociovány. Přestože se Otzi s KZP cca o tisíc let mívá, domnívám se, že způsob výroby natolik specifické soustavy jako lukostřeleckého setu zůstal totožný. Časově a

místně bližší takto kompletní nález prozatím nemáme. Jeho význam tkví především v tom, že se zde na jednom místě našli artefakty hotové, rozpracované i materiály a nástroje k jejich výrobě. Jmenovitě pak luk, šípky, zpracovávaná ratiště, retušér. Pro účely této práce je nejhodnotnější nález celých a rozpracovaných šípů, neboli finálního artefaktu i okénka z operačního řetězce, jenž k němu vedl.

Šípky byly dle Spindlera (1998: 114-117) zhotoveny ze svídy krvavé (*Cornus Sanquinea*) nebo kaliny tušalaje (*Viburnum Lantana*). Samotný hrot na ně byl nalepen do již za syrova připraveného zářezu lepidlem na bázi březového dehtu. Pod hrotem bylo ratiště zpevněno přilepenou ovázanou šlachou proti rozštípnutí.

Pro účel experimentu jsem zvolil svídu krvavou, kvůli její snadné identifikaci a hojnému rozšíření na jihu Moravy. Pruty byly sbírány na podzim roku 2013. Spindler uvádí, že Otzi z větví oloupal kůru a na jednom konci hned za syrova vytvořil zářezy pro hroty. Pravděpodobně by vytvořil zářezy na druhém konci, neboť s pazourkovou čepelkou se pracuje s mokřým dřevem o poznání lépe. Než však toto stačil provést zemřel s vysokou pravděpodobností na zásah šípem do zad. Já jsem bohužel za syrova zářezy nestihl zhotovit ani na jednom konci, neboť jsem si při těžbě ratišť poranil oko. Proutky byly proto zpracovány až částečně vyschlé. Kvůli úspoře času jsem používal moderní kovové nástroje jak pro oloupání kůry, tak k vytvoření zářezů. Toto samozřejmě může mít vliv na rozvoj stop opotřebení mezi šípkou a ratištěm.

Šípky byly do zářezu přilepeny lepidlem získaným z březového dehtu. Dehet byl pouze odpařen a do vzniklého lepidla nebyla přidána žádná adheziva. Na základě experimentální studie Fauvele (2012) jsem se rozhodl šípky zalepit více než bývá běžné, pro zvýšení jejich odolnosti. Těsně pod šípkou bylo ratiště zpevněno zalepenou omotávkou z jelení šlachy (Obrázek 8).



**Obrázek 8: Šipky ve třech stádiích lepení. Zdroj: Archiv autora.**

Opeření na Otziho šípech bylo zhotoveno z letek většího ptáka, pravděpodobně datla, kavky, vrány, havrana, tetřeva, ibise, orla nebo supa. Já jsem se z hlediska logistické náročnosti v tomto případě uchýlil ke komerčně vyráběným letkám. Ty jsem na ratiště lepil vteřinovým lepidlem a zajišťoval hedvábnou lepicí páskou.

Celkem bylo pro účel experimentu vyrobeno 40ks funkčních šipek a 25ks ratišť. Šipky byly rozděleny do dvou skupin, a proto nebylo nutné vyrábět 40ks ratišť, neboť šipky byly testovány postupně. Na ratiště tedy byly uchyceny postupně po skupinách. Tím se pravděpodobně částečně omezil vliv ratišť, jako faktor zavádějící sice chybu, nicméně systematickou. Ratišť bylo vyrobeno více, pro případ poškození a nutnosti výměny, což se i reálně stávalo.

## **4.2 Soubor**

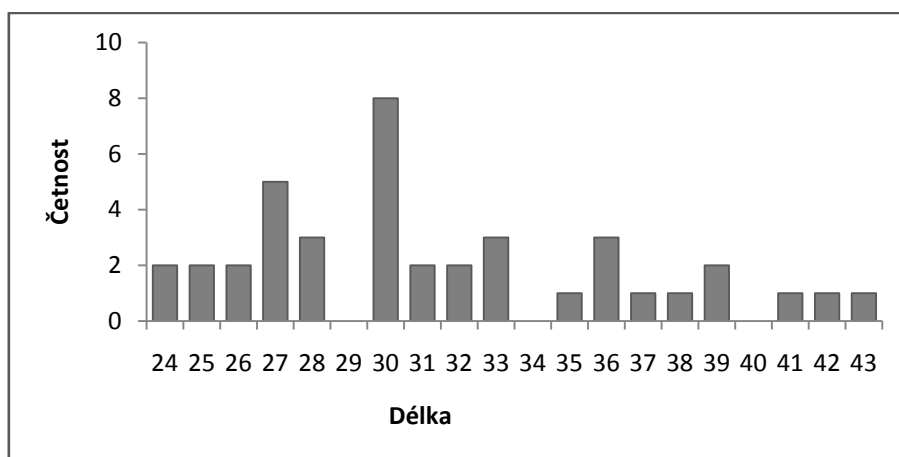
### **4.2.1 Variabilita šipek**

Pro účel experimentu bylo vyrobeno 40ks šipek. U každé byly zaznamenány metrické rozměry a morfologické charakteristiky, tedy proměnné: délka maximální, délka minimální, diagonální délka levé strany, diagonální délka pravé strany, šířka maximální, šířka baze, tloušťka v 1/3, tloušťka v 2/3, úhel hrotu, asymetričnost, tvar levé strany,



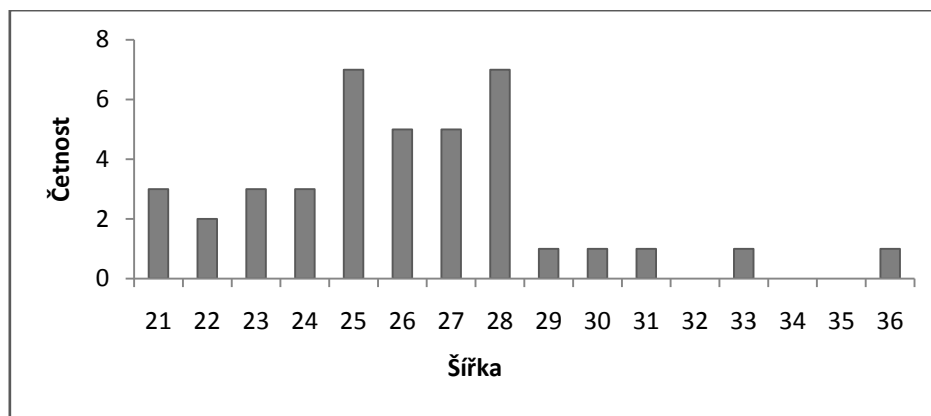
tvár pravé strany, tvar baze, délko/stranový index. Více proměnných jsem pro kontrolní účely experimentu nepovažoval za podstatné.

U některých proměnných bylo v souboru ( $n = 40$ ) porušeno normální rozdělení, to pravděpodobně způsobovaly odlehlé hodnoty. Proměnné, kde by toto mohlo nějak ovlivnit výsledky experimentu, jsem se rozhodl selektovat (viz níže). Tím se soubor zmenšil ( $n = 36$ ). Dále uvádím vlastnosti souboru.



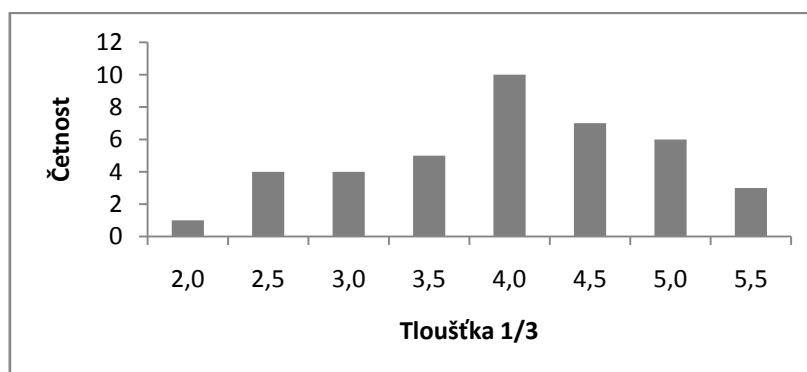
**Graf 1: Absolutní četnosti délky v mm.**

Průměrnou hodnotou délky maximální je 31,4mm. Mediání hodnota je 30mm. Z grafu (Graf 1) absolutní četnosti ( $n = 40$ ) je patrné ne zcela normální rozdělení, což potvrzuje i výsledek Shapiro-Wilkova testu ( $p = 0,04$ ). Po vyselektování (viz níže) největších šipek zůstal medián stejný, ovšem průměrná délka se změnila na 30,7mm. Minimální hodnota je 24mm, maximální 41mm, směrodatná odchylka  $SD = 4,4$ mm. Shapiro-Wilkův test již nabyl přiměřené hodnoty ( $p = 0,16$ ).



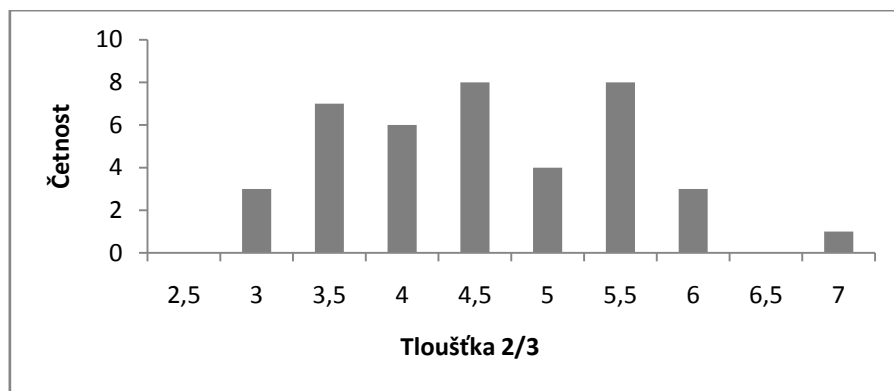
**Graf 2: Absolutní četnosti šířky v mm.**

Průměrnou hodnotou šířky ( $n = 40$ ) je cca 26mm, stejnou hodnotu nabývá i medián. Odlehlá hodnota (Graf 2) opět ovlivnila Shapiro-Wilkův test ( $p = 0,04$ ). Po jejich odstranění ( $n = 36$ ; S-W test  $p = 0,15$ ) medián zůstal nezměněn, průměrná šířka klesla na 25,6mm. Minimální hodnota je 21mm, maximální 31mm, se směrodatnou odchylkou  $SD = 2,4$ mm.



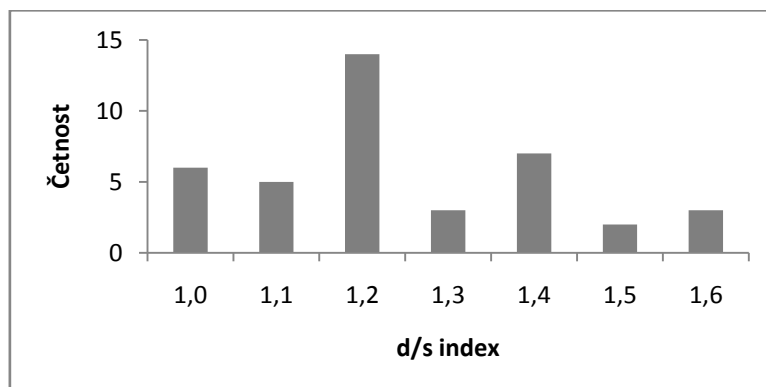
**Graf 3: Absolutní četnosti tloušťky v 1/3 v mm.**

Tloušťka v 1/3 těla šipky (bráno od špičky) prošla Shapiro-Wilkovým testem bez problémů ( $p=0,39$ ) (Graf 3). Zmenšení souboru se samozřejmě dotklo i jí, ovšem nijak výrazně ( $p=0,34$ ). Průměrná tloušťka v 1/3 ( $n=36$ ) je 3,7mm, stejně tak hodnota mediánní.



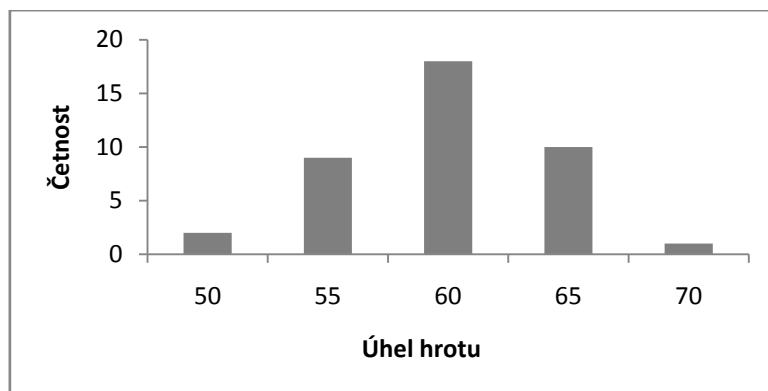
**Graf 4: Absolutní četnosti tloušťky v 2/3 v mm.**

Tloušťka v 2/3 těla šipky prošla Shapiro-Wilkovým testem taktéž bez problémů ( $p = 0,43$ ) (Graf 4). Zmenšení souboru u této proměnné nezměnilo ani průměr (4,3mm), ani medián (4.4mm). Pro většinu statistické práce se souborem byly tloušťky sloučeny v průměrnou, jenž nabývá hodnot od 2,8mm po 5,5mm s mediánem 4,1mm a směrodatnou odchylkou  $SD = 0,7\text{mm}$ .



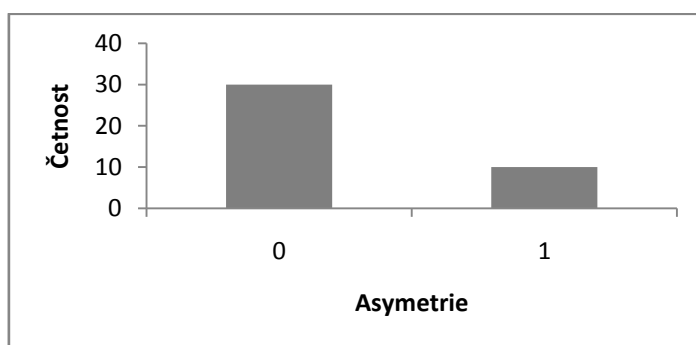
**Graf 5: Absolutní četnosti délko/stranového indexu.**

Rozložení délko/stranového indexu není ideální ani v původním ani ve zmenšeném souboru ( $p = 0,06$  v obou) (Graf 5). Této skutečnosti jsem si vědom, její náprava však již nebyla v mých silách. Hodnoty se pohybují v rozmezí 0,96 – 6,6 s mediánem 1,2 a směrodatnou odchylkou  $SD = 0,16$ .



**Graf 6: Absolutní četnosti úhlu hrotu v kategoriích po 5°.**

Úhel hrotu má ideální rozdělení (Graf 6). Toto rozdělení také říká něco o mě jako tvůrci souboru a mé percepci hrotů. Úhel špice šipky pro mne byl zjevně kognitivně důležitější než různost rozměrů a tvarů. Tento úhel 60° je pro mne pravděpodobně symbolem lukostřeleckého projektilu, který jsem se pokoušel do hrotů vtělit.



**Graf 7: Absolutní četnosti symetrických (0) a asymetrických (1) šipek.**

Převážně se mi podařilo vyštípat projektily symetrické (Graf 7). Ve čtyřech vyřazených byly dvě a dvě. Symetrie je ovšem velmi specifická. Zde je například posuzována jako shodná diagonální délka levé a pravé strany, tedy metricky a velmi jednoduše. Při subjektivním hodnocení, kde by byl zohledněn tento rozměr, tvar stran, tvar křidélek, tvar baze, a případně rozdílná tloušťka stran, atd. by výsledek nebyl tak milostivý.

Výše uvádím vyloučení čtyř šipek ze souboru. Tyto konkrétní šipky byly vybrány ze dvou důvodů. Buď působily jako osamocená výrazně odlehlá hodnota nebo více jejich vlastností bylo na hranicích variability.

Volba těchto čtyř tedy byla částečně subjektivní. Zohledňoval jsem především vnitřní konzistentnost souboru (faktor, který šipky vylučoval) ale i velikost souboru (faktor, který chtěl šipky ponechat). Tyto vyloučené šipky (tedy moc robustní, nebo gracilní) byly zařazeny k šipkám poškozeným během výroby jako kontrolní soubor.

Pro účel experimentu byl tedy z materiálu vyselektován soubor 36-ti triangulárních pazourkových šipek. Průměrná šipka je symetrická, rovnostranná, dlouhá 31mm, široká 26mm, od špice se její tloušťka zvětšuje (z 3,7mm v 1/3 na 4,3mm v 2/3), a samotná špice projektilu má vrcholový úhel 60°.

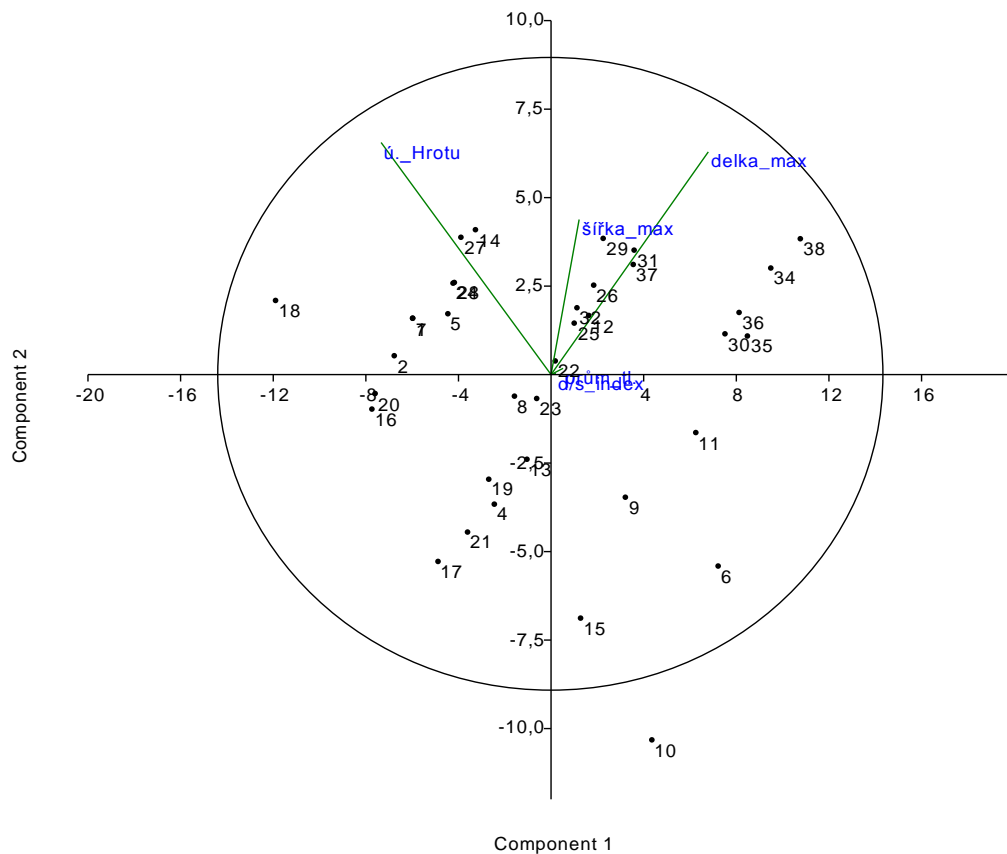
#### **4.2.2 Rozřazení šipek**

Šipky bylo potřeba před experimentem rozdělit do dvou skupin. Pro zajištění relevantnosti výsledků bylo nutné, aby si skupiny byly co nejpodobnější. Jak je zřejmé z kapitoly 2.4.1, zvažovaných faktorů je mnoho. Jak tedy zajistit, aby si skupiny byly co nejpodobnější v co nejvíce faktorech?

Prvním řešením bylo náhodné rozdělení programem Microsoft Excel 2007 funkcí RANDBETWEEN do dvou skupin. Toto dopadlo katastrofálně, neboť funkce nepřihlíží k podobnosti výsledných skupin, ale pouze náhodně rozhazuje jednotky do nadefinovaného počtu skupin.

V druhém pokusu jsem se pokusil šipky seřadit od nejgracilnější po nejrobustnější a následně rozdělit. Kontrola dvouvýběrovým t-testem s nepárovým uspořádáním opět odhalila neudržitelnost tohoto řešení. V pěti sledovaných faktorech byly p hodnoty testu následující: délka 0,33; šířka 0,44; objem (vypočítaný jako (délka x šířka)/2 x tloušťka) 0,11; d/s index 0,54 a úhel hrotu 0,77. Průměrné kompozitní skóre p hodnoty tedy činí 0,41, což značí ani ne poloviční překryv skupin.

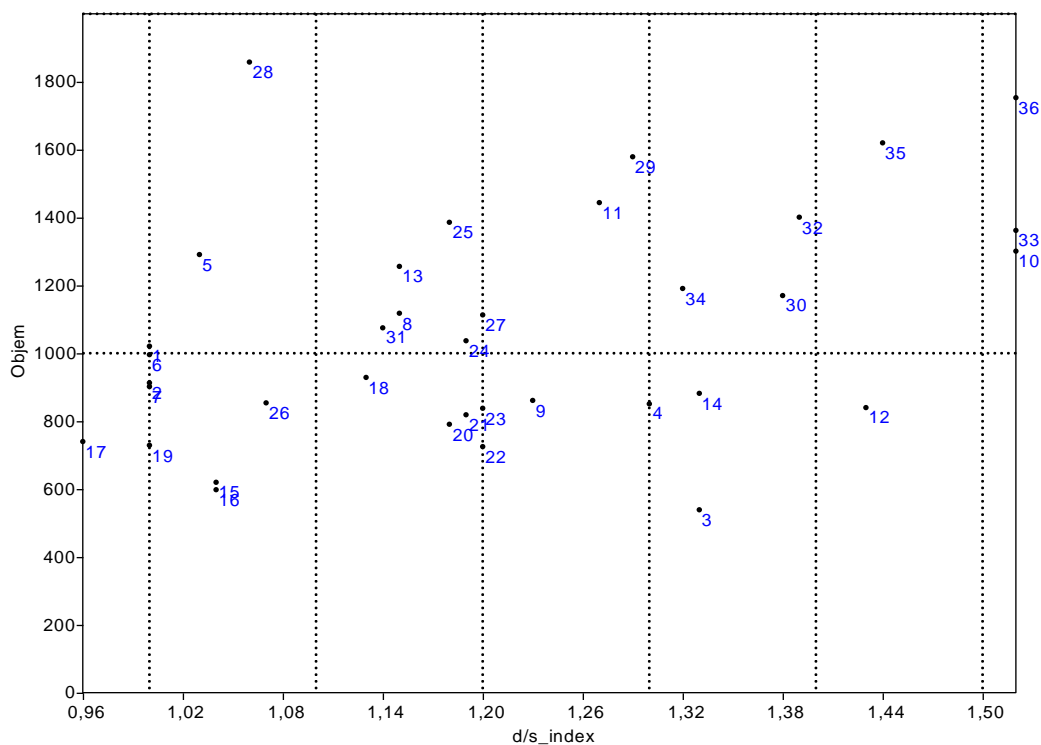
Dalším řešením byl pokus s analýzou hlavních komponent v programu Past. Do analýzy byla zahrnuta délka, šířka, průměrná tloušťka, úhel hrotu a d/s index. První osa na sebe navázala 65% a druhá 25% variability. Poté byly v grafickém 2D průmětu (Graf 8) subjektivně vždy dva nejbližší sousedi rozděleni do opačných skupin. Kontrola dvouvýběrovým t-testem s nepárovým uspořádáním ukázala tyto p hodnoty: délka 0,27; šířka 0,41; d/s index 0,26; objem 0,71; úhel hrotu 0,58. Kompozitní skóre p hodnot zde tedy činí 0,52, to jsem stále nepovažoval za uspokojující.



**Graf 8: Průmět pěti vybraných vlastností šipek v PCA.**

Jako nejlepší řešení se nakonec ukázal průmět objemu a tvaru do lineárního modelu (Graf 9) s následným subjektivním roztříděním nejbližších sousedů. Kontrola dvouvýběrovým t-testem s nepárovým

uspořádáním ukázala tyto p hodnoty: délka 0,48; šířka 0,35; objem 0,70; d/s index 0,86 a úhel hrotu 0,40. Kompozitní p hodnota tedy činí 0,63. Lepšího rozdělení se do dvou co nejpodobnějších skupin se mi bohužel dosáhnout nepodařilo.



**Graf 9: Graf pro objem a d/s index šipek.**

Vznikly tedy dvě skupiny po 18ti šipekách (Obrázky 9 a 10) a 9 šipek kontrolních, plus mnoho nedopracovaných. Skupiny nejsou zcela zaměnitelné (Tabulka 1 a 2), ale jejich překryv je přesvědčivě nadpoloviční. V rámci dalších analýz jsem se rozhodl rozdíly přehlížet.



**Obrázek 9: Soubor šipek pro simulaci boje.**

**Tabulka 1: Tabulka metrických vlastností šipek pro simulaci boje.**

Šipka	Délka	Šířka	Prům. tl.	Objem	d/s index	Úhel hrotu	Asymetrie
1	27	27	4,2	1021	1,00	65	0
4	28	21	2,8	539	1,33	60	0
6	30	29	4,5	1291	1,03	50	0
8	28	28	3,5	902	1,00	60	0
11	35	23	4,9	1301	1,52	55	0
12	33	26	5,1	1444	1,27	60	0
14	31	27	4,5	1256	1,15	65	1
17	24	23	3,3	598	1,04	60	0
19	27	24	4,3	929	1,13	60	0
20	25	25	3,5	729	1,00	65	0
23	30	25	2,9	725	1,20	60	0
24	30	25	3,4	838	1,20	65	0
25	32	27	3,6	1037	1,19	60	0
31	36	26	3,8	1170	1,38	60	1
32	32	28	3,6	1075	1,14	60	0
34	39	28	3,9	1401	1,39	55	1
36	37	28	3,5	1191	1,32	55	1
38	41	27	4,8	1753	1,52	55	0
Průměr	31,39	25,94	3,86	1066,61	1,21	59,44	0,22

**Tabulka 2: Tabulka metrických vlastností šipek pro rituálního válečnictví.**

Šipka	Délka	Šířka	Prům. tl.	Objem	d/s index	Úhel hrotu	Asymetrie
2	26	26	4,1	913	1,00	65	0
5	30	23	3,7	851	1,30	65	0
7	27	27	4,1	996	1,00	65	1
9	30	26	4,3	1118	1,15	55	0
10	27	22	4,4	861	1,23	50	0
13	30	21	4,0	840	1,43	60	0
15	28	21	4,5	882	1,33	55	1
16	25	24	3,1	620	1,04	65	0
18	24	25	3,7	740	0,96	70	0
21	26	22	4,2	791	1,18	60	0
22	31	26	3,1	819	1,19	60	0
26	33	28	4,5	1386	1,18	60	0
27	30	28	3,1	854	1,07	65	0
28	30	25	4,5	1113	1,20	65	1
29	33	31	5,5	1858	1,06	60	0
30	36	28	4,7	1579	1,29	55	0
35	38	25	4,3	1362	1,52	55	1
37	36	25	5,4	1620	1,44	60	0
Průměr	30,00	25,17	4,09	1067	1,20	60,56	0,22





Obrázek 10: Soubor šipek pro simulaci rituálního válečnictví.

## 5. Metodologie

### 5.1 Hypotézy

Primární výzkumnou otázkou této práce je, zda-li se v případě pravěké lukostřelby nachází nějaký vztah mezi lidskou činností a specifickými stopami, jenž po sobě tato aktivita na předmětech zanechá. Konkrétně se jedná o to, zda-li budou různé druhy lukostřelby na pazourkových hrotech zanechávat od sebe rozlišitelné stopy užívání. Toto jsem se rozhodl ověřit pomocí experimentu.

Předpokladem je, že bojová situace, tedy střelba na relativní blízkost s jistotou zasažení cíle, bude ve větší míře vykazovat stopy indikativní pro funkci projektilu (viz výše). Předpoklad vychází z větší dopadové energie projektilu. Ten zasáhne buď měkké tkáně, což v krátkodobém měřítku nezanechá téměř žádné stopy, nebo kost. Kost je relativně měkčí než pazourek, ale často robustnější, což vede k rozvoji fraktury. Pokud se část pazourku odlomí, okolní měkké tkáně úštěpům nedovolí se vzdálit, a tak další pohyb šipky vede k lineárnímu poškrábání těla projektilu těmito úštěpy. Tyto stopy by se tedy měly vyskytovat pouze pod oblastí lomu. V rámci traseologie nejsme schopni rozlišit boj od lovu, neboť v obou situacích dochází ke kontaktu stejných materiálů, za stejné situace. V rámci experimentu se jedná o výhodu, neboť cílem může být libovolný živočich tělesnou stavbou podobný člověku. Experimentální

výhodou je také pravděpodobná neexistence speciálních ochranných prostředků u KZP. Tyto úvahy vedou k formování první hypotézy:

- Střelba do těla savce se bude projevovat *step* a *hinge* frakturami s lineárními rýhami pod oblastí lomu.

Druhým předpokladem je, že válečnictví rituální a tedy střelba na maximální vzdálenost do země bez aspirace na zasáhnutí nějakého organického cíle, bude ve svém výsledku produkovat stopy méně indikativní pro funkci projektilu (viz výše). Úvaha vychází důvodu menší dopadové energie projektilu a odlišné struktury cíle. Pokud šíp spotřebuje všechnu svou energii na vystoupení vzhůru, jeho dopadová energie se rovná součtu váhy a gravitačního zrychlení mínus aerodynamický odpor. Jelikož ovšem střílíme do dálky a ne výšky, tato energie by měla být řádově menší, než v případě střelby na cíl z blízka. Struktura, respektive tvrdost cíle (v tomto případě země), je zde rozhodující. Náráz do kamene bude pro hrot jistě fatální. Konkrétní způsob realizace sil bude závislý na velikosti energie soustavy, úhlu dopadu (Lovita et al. 2014) a v neposlední řadě tvrdosti cíle. Mým předpokladem je, že šíp bude mít stabilní dráhu a relativně malou energii, kterou dokáže pohltit svrchní vrstva zeminy s kořenovými systémy. Obsah tvrdých částí (písku, či štěrku) v zemině by měl způsobit rozvoj lineárních lesků a rýh po celém těle šipky. Pokud se na povrchu vyskytne kámen, pravděpodobně tvrdší než pazourek, mělo by být výsledkem drcení pazourku, či laterální fraktura. Tyto úvahy vedou k formování hypotézy:

- Střelba do dálky se bude projevovat *laterálními* frakturami a drcením s lineárními rýhami po celém těle šipky.

Podotázkou výzkumu je, zda-li můžeme, bez přihlédnutí k frakturám a lineárním rýhám, rozlišit šipky užívané od neužívaných. To by mělo být možné pomocí *haftingu* – stop po uchycení (viz výše). V nedokonalém spoji projektilu s ratištěm mohou, a vzniknou praskliny,

keré umožní menší či větší vzájemný pohyb. Tento pohyb může způsobovat drobné odštěpky na hraně baze šipky či křidélkách. Extrémním příkladem je tak náraz, který způsobí úplné uvolnění šipky, ale ratiště má ještě dostatečnou kinetickou energii k pohybu vpřed, a tak občas dojde k jeho rozštípnutí o projektil, který již nemá kam dál pokračovat. V tomto případě můžeme čekat oleštění baze či drobné rýhy (pokud v lepidle byly tvrdé části). Tedy nechtěné příměsi, či zmiňované odštěpky. Tato úvaha vede k formování třetí hypotézy:

- Šipky s vyšším počtem výstřelů budou vykazovat větší rozvoj lesků na bazi.

## 5.2 Střelby

Pro účel testování výše uvedených hypotéz bylo zhotoveno 36 šípů. Pro střelbu byl vybrán dřevěný třicetiliberní dlouhý luk. Tento je slabší než luky eneolitické. Pro simulaci rituální střelby tuto skutečnost nepovažuji za nikterak významnou, neboť v dráze letu dopadovou energii podmiňuje především váha šípů a maximální výška, ze které šíp klesá. Menší síla luku se zde jeví jako výhoda, neboť zmenšuje dostřel a tedy čas nutný k překonání této vzdálenosti po každé sadě. Pro simulaci boje/lovu byla nízká síla luku kompenzována zmenšením vzdálenosti na 7 respektive 5 metrů od cíle.

Každý výstřel byl zaznamenán do tabulky jako: bez následků; upadlý hrot; vyhnutá šipka (z osy šípů, nicméně držící); rozštípnuté ratiště; poškozený hrot nevýznamně (se záznamem poškozené části: například u křidélka nebo hrany); poškozený hrot významně (tedy fraktura hrotu, jež by před další střelbou vyžadovala opravu retušováním a tedy vyřazení); ztracena. Do jedné kolonky samozřejmě byly zaznamenány i kombinace možností.

Jako kritérium pro vyřazení šípu z dalšího užívání, bylo stanoveno vážnější poškození hrotu vyžadující jeho opravu retušováním. Konkrétně pak jeho špičky. Drobné a sotva viditelné poškození (například křídélka) nebylo bráno jako důvod k vyřazení projektilu z experimentu. Tímto systémem jsem tedy primárně sledoval makrofraktury hrotu. Mikrostopy užívání nebylo možno v terénu posoudit, a tedy nebyly brány jako hodnotící kritérium.

Střelby v rámci simulace rituálního válečnictví probíhaly v 8 dnech mezi 17. 12. 2014 a 6. 1. 2015 na třech lokalitách: louka u Těškova u Rokycan (Obrázek 11), záplavová louka na severním okraji města Plzně a louky u obce Dolní Chrášťany u Netolic. Lokality byly vybírány tak, aby nemohlo dojít k ohrožení dalších osob a majetku. Zároveň bylo potřeba, aby na lokalitách nebyl příliš velký porost, neb by to nepřiměřeně ztěžovalo hledání šípů a šípek. Také jsem se snažil vybírat lokality, které v minulosti nebyly zastavěné nebo nesloužily jako veřejné skládky, což by mělo za následek případnou záměnu stop užívání díky kontaktu s jinými materiály.



**Obrázek 11: Louka pro simulaci rituální střelby.**

Šípy byly stříleny po dvou sadách, tedy 9 a 9. Střílena byla vždy celá sada na maximální vzdálenost, tedy cca 80 metrů. Tím se ušetřil čas oproti střelbě po jednotlivých šípech. Jelikož na tuto vzdálenost měly šípy relativně velký rozptyl, nehrozilo jejich vzájemné poškození. Pokud se

hrot uvolnil od ratiště, nebylo s ním již v daném dni stříleno, ale byl opraven před dalšími střelbami.

Po ukončení střelby byly šipky sejmuty a očištěny (viz výše). Ratiště byla zkrácena a byly vytvořeny nové zářezy pro druhou skupinu šipek, která byla následně nalepena lepidlem na bázi březového dehtu. Nutno poznamenat že ne všechna ratiště byla totožná, neboť některá byla z prvního kola střelby zničena. Většinou se jednalo o podélné rozštípnutí šipkou při dopadu. Tato ratiště sloužila jako rezervní.

Střelby v rámci simulace boje/lovu proběhly 2.2.2015 na soukromém pozemku v Plzni-Koterově. Jako cíl byla zakoupena půlka prasete (*Sus strofa f. domestica*) o váze cca 40kg (Obrázek 12). Probíhaly postupně po jednom šípku, tedy konkrétní šíp byl dokola používán, dokud nebyl vyhodnocen jako poškozený. Poté přišel na řadu šíp další. Toto bylo nutné, abych zabránil kolizi šípů, ztrátě projektilu, nebo záměně stop.



Obrázek 12: Cíl pro simulaci boje.

### 5.3 Zpracování materiálu a dat

Před samotným laboratorním zpracováním bylo potřeba šipky očistit od hlíny, zbytků tkání a dehtového lepidla. Semenov (1964)

artefakty čistil pouze v horké vodě s malou dávkou mýdla. Keeley (1980) a Fisher et al. (1984) ve své práci doporučují čištění v teplé HCl (10% roztok) pro odstranění vápenatých a minerálních pozůstatků, dále 20-30 minutovou koupel v NaOH (20-30% roztok) pro odstranění organických zbytků a ultrazvukové čištění pro odstranění písku, zeminy a jiných nečistot.

Po ukončení střeleb, byly tedy všechny projektily sejmuty z ratišť za pomoci tepla a jemně otřeny od nánosu dehtového lepidla. Jelikož na šípkách nebyly viditelné stopy vápenatých usazenin, přešel jsem k máčení v roztoku NaOH pro odmaštění. Z hrotů bylo nutné sejmut všechny zbytky lepidla. Jelikož jsem neměl k dispozici ultrazvukovou čističku, vyzkoušel jsem řadu rozpouštědel. Jako nejúčinnější se ukázal aceton. Šípky byly tedy několikrát koupány v acetonu a čištěny jemným zubním kartáčkem. Před samotným pozorováním byly ještě čištěny technickým lihem. Pak s nimi bylo manipulováno pouze v rukavicích, aby případné otisky prstů a nečistoty nerušily sběr dat.

Pozorování probíhala přes stereoskopické mikroskopy Nikon SMZ 745 a Nikon SMZ 1500. V prvním kole byl prozkoumán celý povrch šípky s pomocí Nikonu SMZ 745 a pořízen orientační náčrt šípky s vyznačením hlavních bodů zájmu. V druhém kole byla vyhodnocena poškození šípky a do náčrtu vyznačeny další stopy užívání. V třetím kole byla šípka detailně prozkoumána pomocí Nikonu SMZ 1500. Poté byl pořízen nový náčrt a nové zhodnocení fraktur.

Získané informace byly přeneseny do programu Microsoft Excel 2007, kde proběhlo zpracování většiny popisných statistických dat. Pro testové statistiky byl použit program PAST. Ve většině případů bohužel statistické testování nebylo možné kvůli malým četnostem v jednotlivých kategoriích.

## 6. Výsledky

### 6.1 Trvanlivost šipek

Poškození všech 36 hrotů trvalo 9 dní a byly přitom 639x vypáleny, z toho uvolněné šipky 44x znovu připevněny zpět k ratišti. Šipky užívané k rituální střelbě vydržely cca 3,3x více výstřelů a vyžadovaly mnohem méně oprav (průměrně každý 23,3 výstřel oproti 6,5 u střelby do prasete).

**Tabulka 3: Absolutní četnosti zásahů pro simulaci boje.**

Šipka	Letů	Přelepena	Rozštípla ratiště	Prase	Zem	Dřevo
1	11	1	0	9	2	0
4	4	1	1	2	1	1
6	11	0	0	9	2	0
8	1	0	0	1	0	0
11	11	1	0	8	4	0
12	38	2	0	30	8	0
14	4	0	0	3	1	0
17	8	0	0	5	3	0
19	13	5	0	10	3	0
20	1	0	0	0	1	0
23	5	0	0	2	3	0
24	2	0	0	0	2	0
25	3	1	1	3	0	0
31	1	0	0	1	0	0
32	9	1	1	6	2	1
34	22	11	0	17	5	0
36	3	0	0	1	2	0
38	2	0	0	2	0	0
Celkem	149	23	3	109	39	2

Při simulaci boje bylo 18 šipek vystřeleno 149x a 23x bylo potřeba uvolněnou šipku znovu připevnit (Tabulka 3). Životnost šipek se pohybovala mezi 1 a 38 výstřely, přičemž průměr byl 8,3, mediání hodnota 4,5 výstřelu a směrodatná odchylka  $SD = 9,25$ . Rozvoj poškození projektilů byl velmi závislý na místě dopadu střely, tedy struktury cíle. Kupříkladu zásah hlavy, byl pro šipky relativně fatální, neboť kolem nejsou žádné měkké tkáně, které by snížily kinetickou

energii soustavy před střetem s robustní kostí. Oproti tomu zásah boku většinou nebyl provázen frakturou, neboť je zde velká vrstva masa a tuku, která šíp zbrzdí. Cíl byl celkem 109x zasažen. Ostatními výstřely byla zasáhuta zem nebo dřevěný rám, na němž byl cíl zavěšen. Toto samozřejmě pravděpodobně způsobilo smíšení signálů na inkriminovaných šípkách.

**Tabulka 4: Absolutní četnosti zásahů pro simulaci rituální střelby.**

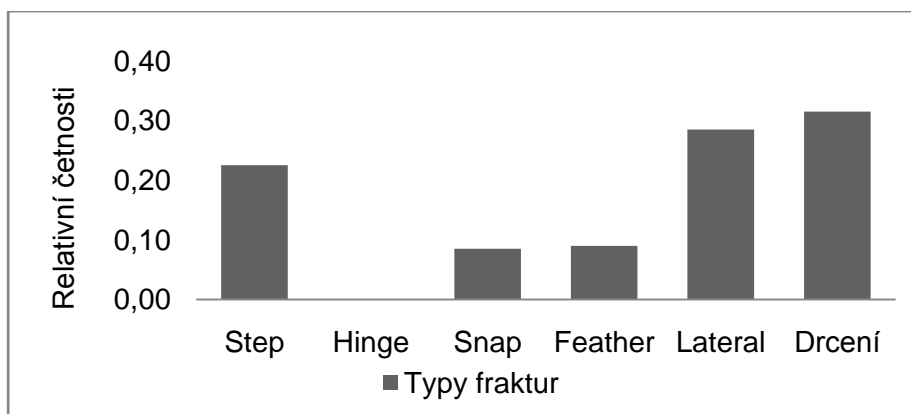
Číslo šípky	Letů	Přelepena	Rozštípla ratiště	Prase	Zem	Dřevo
2	8	4	0	-	8	0
5	34	0	0	-	34	0
7	18	0	0	-	18	0
9	69	0	0	-	69	0
10	11	0	0	-	11	0
13	18	0	0	-	18	0
15	10	2	0	-	10	0
16	18	0	0	-	18	0
18	41	0	0	-	41	0
21	23	3	0	-	23	0
22	26	2	0	-	26	0
26	38	1	1	-	38	0
27	41	1	0	-	41	0
28	54	2	0	-	54	0
29	38	0	0	-	38	0
30	7	2	0	-	7	0
35	1	1	1	-	1	0
37	35	3	0	-	35	0
Celkem	490	21	2	-	490	0

V rámci rituálního válečnictví bylo všech 18 šípů vystřeleno 490x a 21x bylo potřeba uvolněnou šípku připevnit zpět k ratišti (Tabulka 4). Životnost projektilů se pohybovala mezi 1 a 69 výstřely, průměrně 27,2, mediání hodnota je 24,5 výstřelu a směrodatná odchylka  $SD = 17,9$ . Při střelbách došlo ke ztrátě jednoho projektilu (šípka č. 26), jež se mi ani po usilovném hledání nepodařilo nalézt.



## 6.2 Fraktury a stopy užívání

Na 35 šípkách se celkem vyskytuje 5 typů fraktur: *step*, *snap*, *feather*, laterální a drcení (Graf 10). Převažuje drcení, laterální a *step* fraktury. *Hinge* fraktura nebyla identifikována ani jedna. Ze cca 78% (Tabulka 5) se tedy jedná o fraktury, na jejichž základě bychom nemohli projektily jednoznačně identifikovat jako užívané ke střelbě.



Graf 10: Relativní četnosti fraktur .

Tabulka 5: Absolutní a relativní četnosti fraktur pro skupiny.

Fraktura	Boj		Rit. střelba		Celkem
	absolut.	rel.	absolut.	rel.	
<i>Step</i>	7	0,39	1	0,06	0,23
<i>Hinge</i>	0	0,00	0	0,00	0,00
<i>Snap</i>	2	0,11	1	0,06	0,09
<i>Feather</i>	0	0,00	3	0,18	0,09
Laterální	6	0,33	4	0,24	0,29
Drcení	3	0,17	8	0,46	0,32
Celkem	18	1,00	17	1,00	1,00

Lineární rýhy (Tabulka 6) pod oblastí hrotu se vyskytují celkem ve 25 případech (71%). Šípek, jenž mají většinu svého povrchu pokrytou lineárními stopami užívání, je celkem 28 (80%). V souboru se tedy jedná o velmi rozšířený znak, což můžeme přičíst relativně vysokému počtu výstřelů.

**Tabulka 6: Absolutní a relativní četnosti lineárních rýh a lesků pro skupiny.**

		Lineární rýhy				
		Pod hrotem		Všude		
		absolut.	relat.	absolut.	relat.	
	celkem	18	13	0,72	12	0,67
Boj	pouze <i>step</i>	7	5	0,71	4	0,57
	pouze prase	5	1	0,20	1	0,20
	Rituální válečnictví	17	12	0,71	16	0,94
	Celkem	35	25	0,71	28	0,80

### 6.2.1 Hypotéza 1

- Střelba do těla savce se bude projevovat *step* a *hinge* frakturami s lineárními rýhami pod oblastí lomu.

V rámci experimentu došlo ke smíšení stop boje a rituální střelby (Tabulka 7), to tedy ztěžuje vyhodnocení první hypotézy. Vliv zkreslení je zde jistě značný. Ukazuje to především nízký výskyt (20%) lineárních lesků (Tabulka 6), které jsou v porovnání se zbytkem souboru (72%) minimální. Z 5 šipek došlo u 2 k indikativní fraktuře, kdy ani u jedné z nich není ovšem doplněna o lineární lesk. Domnívám se, že z hlediska malé velikosti tohoto souboru nemohu zodpovědně vyhodnotit první hypotézu. Informační hodnota těchto četností je bohužel pro jakékoliv zobecnění minimální.

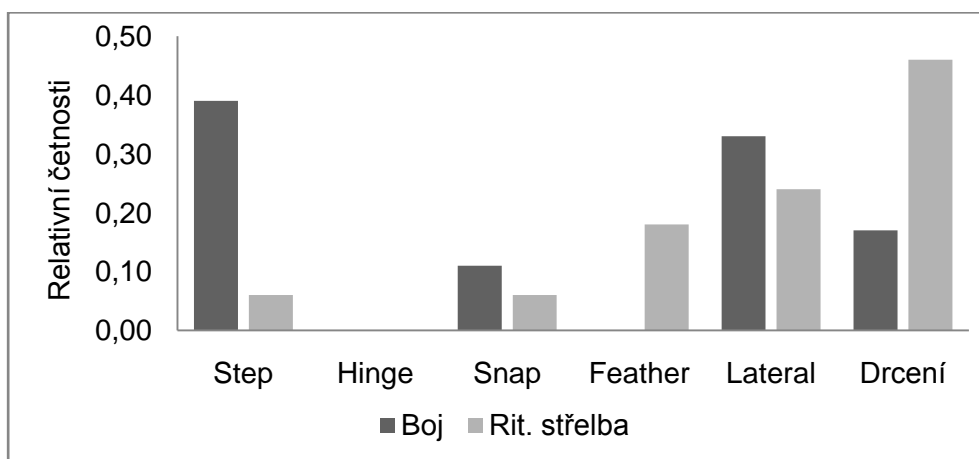
Z hlediska výše uvedeného jsem se pro analýzu rozhodl pracovat s celým souborem jako celkem (18 šipek), a to nezávisle na druhu kontaktních materiálů – jako střelbě z blízka s aspirací na zásah tkání.

Pokud bychom posuzovali první hypotézu s tímto „přivřením očí“, nebyl by výsledek nijak přesvědčivější (Tabulka 5 a 6). *Hinge* fraktura se neobjevila žádná. *Step* fraktura byla identifikována u 7 z 18 šipek, tedy u 39%, 5 z těchto sedmi šipek (tedy 71%) je doprovázeno lineárním leskem pod oblastí hrotu. Celkem 4 z 5 šipek jsou dále provázeny lineárními lesky po celé ploše šipky. Z tabulky (Tabulka 7) a grafu (Graf 11) je tedy

zřejmé, že tento druh střelby se sice projevuje *hinge* frakturami s lineárními rýhami pod oblastí lomu, ovšem nijak přesvědčivě.

**Tabulka 7: Tabulka absolutních četností stop opotřebení pro simulaci boje.**

Šipka	Fraktura	Lin. pod hrotem	Lin. všude	Kridelko	Baze
1	lateral	1	1	0	1
4	lateral	0	0	0	0
6	drcení	1	1	0	0
8	<i>snap</i>	0	0	0	0
11	<i>snap</i>	1	1	0	1
12	<i>step</i>	1	1	0	1
14	lateral	1	1	0	1
17	<i>step</i>	1	0	0	0
19	lateral	1	1	0	1
20	<i>step</i>	1	1	0	0
23	drcení	0	1	0	0
24	drcení	1	1	0	1
25	<i>step</i>	0	0	0	0
31	lateral	1	0	0	0
32	<i>step</i>	1	1	0	1
34	<i>step</i>	1	1	0	0
36	lateral	1	1	0	0
38	<i>step</i>	0	0	0	0
Celkem		13	12	0	7



**Graf 11: Relativní četnosti fraktur pro skupiny.**

## 6.2.2 Hypotéza 2

- Střelba do dálky se bude projevovat *laterálními* frakturami a drcením s lineárními rýhami na celém těle šipky.

Tato hypotéza se zdá jako pravdivá. Střelba do dálky se skutečně vyznačuje *laterálními* frakturami (24%) a drcením (46%, tedy 70% dohromady), s lineárními rýhami na celém těle šipky (94%) (Tabulka 5 a 6). Naopak *step* fraktura byla indikována pouze jedna. Z tabulky (Tabulka 8) vyplívá, že lineární rýhy pod oblastí hrotu jsou skutečně pouze doplňkovou stopou v případě zlomu.

**Tabulka 8: Tabulka absolutních četností stop opotřebení pro simulaci rituálního boje.**

Šipka	Fraktura	Lin. pod hrotem	Lin. všude	Kridelko	Baze
2	drcení	1	1	0	0
5	drcení	1	1	0	0
7	drcení	0	0	0	0
9	<i>step</i>	0	1	0	0
10	lateral	1	1	0	0
13	drcení	0	1	0	0
15	drcení	1	1	0	0
16	lateral	1	1	0	0
18	drcení	1	1	1	0
21	lateral	0	1	0	1
22	<i>feather</i>	0	1	0	0
26	-	-	-	-	-
27	<i>feather</i>	1	1	1	0
28	drcení	1	1	1	1
29	drcení	1	1	0	0
30	<i>snap</i>	1	1	0	0
35	lateral	1	1	0	0
37	<i>feather</i>	1	1	0	1
Celkem		12	16	3	3

### 6.2.3 Hypotéza 3

- Šípky s vyšším počtem výstřelů budou vykazovat větší rozvoj lesků na bazi.

Logistická regrese nepotvrdila vztah definovaný v hypotéze ( $r^2=0,01$ ,  $p=0,53$ ). Z dat se naopak zdá, že vliv na rozvoj lesků baze nemá počet výstřelů, ale dopadová energie. Četnosti totiž činí pouhé 3 lesky pro střelbu rituální (průměrná životnost 27,3 výstřelů), ale 10 lesků baze pro simulaci boje (průměrná životnost 8,3 výstřelů). Tato skutečnost by byla zcela logická, neboť větší dopadová energie má jistě mnohem větší vliv na spojení šípka-ratiště.

## 7. Diskuze

### 7.1 Životnost šipek: boj

Největším překvapením v rámci tohoto experimentu je velmi vysoká životnost šipek. Odell (1984) udává průměrnou životnost retušovaných šipek 3,65 výstřelu a Fauvelle et al. (2012) udává 3,3 výstřelu. V mém předchozím výzkumu byla průměrná životnost projektilu 5,5 výstřelu (Bureš 2012). V tomto výzkumu je průměrná životnost šipek při střelbě na organický cíl 8,3 výstřelu. Příliš mnoho na to, abychom to vysvětlili náhodou, morfometrickými charakteristikami šipek či rozdílným materiálem.

Pravděpodobnějším vysvětlením je chyba ve výzkumném designu. Nejjednodušším vysvětlením je špatná kombinace cíle a luku. Neboli zvolený luk byl příliš slabý na to, aby efektivně poškodil cíl – tedy téměř dospělé prase chráněné kůží a mocnou vrstvou tuku. Zásah „na komoru“ neměl dostatečnou sílu, aby po proniknutí měkkými tkáněmi poškodil kost nebo sebe. To ovšem neznamená, že šíp neměl dostatečnou kinetickou energii na proniknutí do hrudní dutiny. Po zpětném prohlédnutí terénních záznamů se tato úvaha jeví nejpravděpodobnější. K naprosté většině

fraktur došlo při zásahu hlavy, nebo přední nohy, kde prase není chráněno tak mocnou vrstvou tuku.

Pokud bych si toto uvědomil již během experimentu, mohl jsem upravit vzdálenost cíle. Toto by pravděpodobně vedlo i k lepšímu soustřelu šípů. Bylo by tedy k dispozici i více šipek se stopami pouze z organického materiálu a první hypotéza by mohla být úspěšně potvrzena nebo zamítnuta. Můj malý soubor šipek napovídá, že předpoklad formování lineárních lesků pod frakturou hrotu není pravdivý. Odpovídající opotřebení šipek KZP pozoroval Sosna (2012).

K zachování stabilní vzdálenosti mne vedli dvě skutečnosti. Za prvé, konstantní vzdálenost by měla produkovat konstantní výsledky, a tedy změna vzdálenosti by mohla do stop užívání vnést nerovnováhu výsledků. Momentálně data možná nejsou zcela reálná, ale chyba je systémová a výsledek tedy konstantní. Druhým důvodem je dráha letu střely. Při výstřelu se šíp v první fázi prohne v rámci své tvarové elasticity, jelikož na něj působí nahromaděná síla luku, jež se najednou uvolní. Tento průhyb ratiště šípu vychýlí. Na zpomalených záběrech můžeme pozorovat, jak šíp „plave“ než se jeho dráha stabilizuje. Pokud bych vzdálenost zmenšil pod tuto mez, při dopadu by na hrot působila síla setrvačná a síla boční z pohybu ratiště. To by pravděpodobně vedlo k častějším frakturám.

## **7.2 Životnost šipek: rituální střelba**

Životnost šipek při střelbě na maximální vzdálenost je dána dopadovou energií a strukturou cíle. Tedy prostředí přímo podmiňuje životnost projektilů, neboť energie dopadu je relativně konstantní. Při střelbě na oraném poli zbaveném kamenů může být životnost šipek ještě mnohem větší než 27,2 výstřelu. Při střelbě v lese pravděpodobně dojde dříve ke ztrátě projektilu. Při střelbě ve vysoké trávě pravděpodobně dojde dříve ke ztrátě celého šípu. Při střelbě na kamenité půdě bude

pravděpodobně dřív projektil poškozen, či ztracen a ratiště rozštípnuto. Jelikož jsem střílel za velmi teplé zimy na dlouhodobě neorané louce a záplavovém území, dostat se skrz kořenové systémy a naplaveninu ke kamenům vespod, trvalo průměrně 27,2 výstřelu. S některými šípy (69 výstřelů) se to zdálo jako hledání jehly v kupce sena. Rozvoj mikroskop je zde pravděpodobně velmi rychlý. Lineární lesky byly pozorovány na všech šipkách s nejmenšími počty výstřelů. Zrnitost půdy zde pravděpodobně bude hrát roli stejně jako tvar zrníček a obsah organického materiálu. Tyto faktory by tedy bylo potřeba více prozkoumat.

### **7.3 Hafting**

Malý výskyt stop po uchycení v tomto experimentu je zarážející. Data naznačují, že jeho výskyt nemá nic společného s počtem výstřelů, ale s dopadovou silou. Pravděpodobně je zde i souvislost s počtem uvolnění projektilu od ratiště. V úvahu samozřejmě připadá i neschopnost výzkumníka, tedy mne, tyto stopy detekovat. Drobné lesky, viditelné pouze pod určitým úhlem, na nepravidelném povrchu se přeci jen hledají o něco hůře než lineární strie a makrofraktury. V úvahu opět přichází i špatný výzkumný design. Pokud bych zářezy pro šipky zhotovoval nožem, vnitřní povrch ratišť by byl mnohem otřepanější a dost možná by v něm zbyly i nějaké úštěpky pracovního nástroje. Ty by následně působily jako abrazivní činitelé na povrch šipky.

### **7.4 Shrnutí**

Výsledky jasně ukazují, že existují asociace mezi lidským chováním, v tomto případě užívání předmětů, a stopami, které tyto činnosti produkují. Výsledky také bohužel jasně ukazují, že tyto stopy nejsou výlučné. Při střelbě na maximální vzdálenost, v této práci považované za lučištnické rituální válečnictví, ve větší míře vznikají fraktury laterální a dochází k drcení hrotů. Ovšem ne výlučně. Velmi

rychle také dochází k formování lineárních lesků na povrchu šipek. To se ovšem může dít i při jiných druzích střelby. Stejně jako při nich budou vznikat, byť v menší míře, laterální fraktury a drcení projektilů. Znovu se potvrzuje, že formování stop užívání na lukostřeleckých projektilích je velmi komplexní a složitá záležitost. Různé materiály a směsi materiálů, o různých tvrdostech, se dostávají do kontaktu pod různými vektory a různými dopadovými energiemi. Zrekonstruovat z nemnoha stop takto komplexní událost až k specifickému lidskému lukostřeleckému chování je možná jednoduše nemožné.

V rámci výzkumného designu pravděpodobně došlo k jistým chybám, které zhatily výsledky této práce. Za nejvážnější považuji smíšení signálů organického materiálu a zeminy při simulaci reálného boje. Pravděpodobně by bylo vhodnější dlouhodobě zkoumat stopy užívání po každém jednotlivém výstřelu a pozorovat tak formování stop užívání v reálných krocích a ne až výsledky mnoha dílčích komplexních a různorodých událostí.

## **8. Závěr**

Archeologické rekonstrukce minulého lidského života jsou pro pochopení toho, kdo jsme a odkud jsme přišli velmi významné. Zároveň ale platí, že jsou i teoreticky velmi náročné, jinak řečeno nacházíme většinou poškozené „zbytky“. Usuzovat z nemnoha materiálu na velmi bohatý a barevný život minulých lidských populací je úkol na desetiletí.

Tato práce si kladla za cíl přispět k pochopení naší minulosti prozkoumáním vztahu činnosti – lukostřelecké praxe u KZP a formování opotřebením vztahu činnosti – lukostřelecké praxe u KZP a formování opotřebením u stop na pazourkových hrotech. Primární otázkou bylo, zda-li při dvou různých způsobech střelby, uvažovaných jako reálný boj a rituální válečnictví, dochází i ke dvěma různým projevům na lukostřeleckých projektilích. Tedy jediných stopách, které nám z minulosti zbyly a mohly by nám toto zajímavém období naší historie, ve kterém se



pravděpodobně mění sociální a ideové konotace válečnictví, částečně osvětlit. Podotázkou výzkumu bylo, zda-li vůbec dokážeme odlišit šipky užívané od neužívaných pomocí jiných stop než jsou specifická poškození.

Byly vypracovány tři hypotézy:

- Střelba do těla savce (tedy reálný boj) se bude projevovat *step a hinge* frakturami s lineárními rýhami pod oblastí lomu.
- Střelba do dálky (tedy rituální válečnictví) se bude projevovat *laterálními* frakturami a drcením s lineárními rýhami na celém těle šipky.
- Šipky s vyšším počtem výstřelů budou vykazovat větší rozvoj lesků na bazi.

Pravděpodobně vinou výzkumného designu došlo ke kontaminaci dat, která znemožnila rozřešit první hypotézu. Druhá hypotéza se ukázala jako platná, nicméně zmiňované stopy nejsou výlučné pouze pro tento druh lukostřeleckého chování. Třetí hypotéza se ukázala jako neplatná. Na rozvoj lesku bází nemá pravděpodobně vliv počet výstřelů, ale množství energie, které se v tomto spoji realizuje.

## 9. Literatura

Apel, J., 2012. *Tracing pressure-flaked Arrowheads in Europe*. In: Prescott, CH., Glorstad, H. (eds.), *Becoming European: The transformation of third millenium Northern and Western Europe*. Oxbow Books, 156-164.

Azevedo, S., Charlin, J., Gonzáles-José, R. *Identifying design and reduction effects on lithic projectile point shapes*. *Journal of Archaeological Science* 41, 297-307.

Bureš, V., 2012. *Pravěká lukostřelba: Experimentální studie*. Bakalářská diplomová práce, Západočeská Univerzita v Plzni. Mgr. Daniel Sosna Ph.D. Plzeň.

Cattelain, P., 1997. *Hunting during the Upper Paleolithic: bow, spearthrower, or both*. In: Knecht, H. (ed.), *Projectile Technology*. Plenum Press, New York. 213-240.

Dockall, J.E. *Wear Traces and Projectile Impact: A Review of Experimental and Archeological Evidence*. *Journal of Field Archeology*. Boston University, 1997, 24:3, 321-331.

Erdal, Y.S, Erdal O.D., 2012. *Organized violence in Anatolia: A retrospective research on the injuries from the Neolithic to Early Bronze Age*. *International Journal of Paleopathology* 2, 78-92.

Fauvelle, M., Smith, E.M., Brown, S.H., Des Lauries, M.R., 2012. *Asphaltum rafting and projectile point durability: an experimental comparison of free hafting methods*. *Journal of Archaeological Science* 39, 2802-2809.

Fisher, A., Hansen, P.V., Rasmussen, P. 1984. *Macro and Micro Wear Traces on Lithic Projectile Points*. Journal of Danish Archeology, **3**, s. 19-46.

Fokkens, H., Achterkamp, Y., Kuijpers, M. 2008. *Bracers or Braclets? About the Functionality and Meaning of Bell Beaker Wrist-guards*. Proceedings of the Prehistoric Society, 74, 109-140.

Geribas N., Mosquera, M., Verges, J.M., 2010. *what novice Knappers have to learn to become expert stone toolmakers*. Journal of archaeological Science 37, 2857-2870.

Heide, M.N., 2010. *Working-Memory Capacity and the Evolution of Modern Cognitive Potential: Implications from Animal and Early Human Tool Use*. Current Anthropology. 51,S1, S149-166.

Iovita, R., Schonekess, H., Gaudzinski-Windheuser, S., Jager, F., 2014. *Projectile impact fractures and launching mechanism: results of a controlled ballistic experiment using replica Levallois points*. Journal of Archaeological Science 48, 73-83.

Keeley, L.H. 1980. *Experimental determination of stone tool uses: a microwear analysis*. Chicago: University of Chicago Press.

Korenevsky, S.N., 2014. *Prehistoric wars and the origin of military power (based on archaeological and historical-ethnological data)*. Archaeology Ethnology & Anthropology of Eurasia 42/1, 66-80.

Lazuén, T., 2014. *Please do not shoot the pianist. Criteria for recognizing ancient lithic weapon use*. Journal of Archaeological Science 46: 1-5.

Leroi-Gourhan, A., 1964. *Le Geste et la Parole*. Paris.

Lee, H.W., 2010. *Projectile points and their implications*. Archaeology Ethnology & Anthropology of Eurasia 38/3, 41-49.

Lombard, M., Heide, M.N., 2012. *Thinking a Bow-Arrow Set: Cognitive Implication of middle Stone age Bow and Stone-tipped Arrow Technology*. Cambridge Archeological Journal. 22:2, 237-264.

Lombard, M., Pargeter, J. 2008. *Hunting with Howieson Poort segments: pilot experimental study and the functional interpretation of archeological tools*. Journal of Archeological science. 35, 2523-31.

Magnani, M., Rezek, Z., Lin, S.C., Chan, A., Dibble, H.L., 2014. *Flake variation in relation to the application of force*. Journal of Archaeological Science 46, 37-49.

Milner, G.R., 2005. *Nineteenth-Century arrow wounds and perception of prehistoric warfare*. American Antiquity. 70, 144-156.

Morales, J.I., Verges, J.M., 2014. *Technological behaviors in Paleolithic foragers. Testing the role of resharpening in the assemblage organization*. Journal of Archaeological Science 49, 302-316.

Nonaka, T., Bril, B., Rein, R., 2010. *How do stone Knappem predict and kontrol the outcome of flaking? Implications for understanding early stone tool technology*. Journal of Human Evolution 59, 155-167.

Neustupný, E., 1996. *On prehistoric warfare: A Wiew From Russian Ethnography*. Journal of European Archeology. Glasgow: Cruithe Press, 4, 369-373.

Odell, G.H., Cowan, F., 1984. *Experiments with Spears and Arrows on Animal Targets*. Journal of Field Archaeology 13:2, 195-212.

Olivík, J., 2001. *Příspěvek k poznání silicitových šipek kultury zvoncovitých pohárů na Moravě*. Bakalářská diplomová práce, Masarykova Univerzita. PhDr. Eliška Kazdová, Csc. Brno.

Olivík, J., 2009. *Silicitové šipky a nátepní destičky – jejich typologie a postavení v pohřebním ritu kultury zvoncovitých pohárů na Moravě*. Magisterská diplomová práce, Masarykova Univerzita. PhDr. Eliška Kazdová, Csc. Brno.

Otterbein, K.F., 2004. *How War Began*. Texas A&M University Press.

Pargeter, J., 2011. *Assessing the macrofracture method for identifying Stone Age hunting weaponry*. Journal of Archaeological Science 38, 2882-2888.

Rehmann, F., Robinson, V.J., Shennan, S., 1992. *A neutron activation study of Bell Beakers and associated pottery from Czechoslovakia and Hungary*. Památky Archeologické LXXXIII, 197-211.

Rots, V., 2010. *Prehension and Hafting Traces on Flint Tools*. Leuven university press.

Rots, V., Plisson, H., 2014. *Projectiles and abuse of the use-wear method in a search for impact*. Journal of Archeological 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.

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.

Shea, J.J., 2006. *The origins of lithic projectile point technology: evidence from Africa, the Levant, and Europe*. *Journal of Archaeological Science* 33, 823-846.

Shennan, S. 1974. *Bell Beakers and their Context in Central Europe*. In: *Glockenbechersymposion, Oberried: Haarlem – bossum*, s. 231-241.

Smith, M.J., Brickley, M.B., Leach, S.L., 2007. *Experimental evidence for lithic projectile injuries: improving identification of an under-recognised phenomenon*. *Journal of Archaeological Science* 34, 540-553.

Sosna, D., 2009. *Social Differentiation in the Late Cooper Age and the Early Bronze Age in South Moravia (Czech Republic)*. Oxford: Archaeopress.

Sosna, D., 2012. *Stone Arrowheads from Hoštice I: Use-Wear Analysis*. In: Matějčková, A., Dvořák, P. eds. *Pohřebišťe z období zvoncovitých pohárů na trase dálnice D1 Vyškov – Mořice (Pravěk Supplementum 24)* Brno. s. 323-338.

Spindler, K. 1998. *Muž z ledovce*. Praha: Mladá fronta.

Turek, J., 2006. *Období zvoncovitých pohárů v Evropě*. *Archeologie ve středních Čechách*. Praha: Ústav archeologické památkové péče středních Čech, 10, s. 275-368.

Van Gijn, A.L. 2010. *Flint in focus. Lithic Biographies in the Neolithic and Bronze Age*. Leiden: Sidestone Press.

Vander Linden, M. 2006. *For Whoom the Bell Tools: Social Hierarchy vs. Social Integration in the Bell Beaker Culture of Southern France (Third Millenium BC)*. Cambridge Archeological Journal. Cambridge: Mc Donald Institute for Archeological Research, 16:3, s. 317-332.

Vencl, S., 1984. *Otázky poznání vojenství v archeologii*. Praha: Polygrafia.

Všianký, D., Kolář, J., Petřík, J., 2014. *Continuity and changes of manufacturing traditions of Bell Beaker and Bronze Age encrusted pottery in the Moravia river catchment (Czech Republic)*. Journal of Archaeological Science 49, 414-422.

Wiesner, P., 2002. *The Vines of Complexity: Egalitarian Structures and the Institutionalization of Inequality among the Enga*. Current Antropology, 43:2, 233-269.

Williams, J.P., Andrefsky Jr., W., 2011. *Debitage variability among multiple flint Knappem*. Journal of Archaeological Science 38, 865-872.

Wilkins, J., Schoville, B.J., Brown, K.S., Chazan, M., 2015. *Kathu Pan 1 points and the assemblage-scale, probabilistic approach: a response to Rots and Plisson, „Projectiles and the abuse of the use-wear method in a search for impact“*. Journal of Archaeological Science 54, 294-299.

Whittaker, J.C., 1994. *Flintknapping: Making and Understanding Stone Tools*. University of Texas Press.

## **10. Resumé**

### Bell Beaker Culture Archery Praxes: An Experimental Study

This experimental study tried to make an use-wear model of two different kinds of possible Bell Beaker archery praxis: real warfare and ritual warfare. Real warfare was simulated by shooting in to the dead animal. Ritual warfare was simulated by designing line battle with shots for a maximal distance. However, 2 of 3 use-wear hypothesis were not correct. In fact, traces on the stone tools were recognized as cotinual and not discrete.