

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Diplomová práce

2013

Kryštof Jurman

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Diplomová práce

**Hodnocení fragmentace a separace kostních
elementů s ohledem na tafonomické faktory a
exkavační postupy: analýza souboru izolovaných
lidských kostí z hřbitova U Zvonu**

Kryštof Jurman

Plzeň 2013

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra antropologických a historických věd

Studijní program Antropologie

Studijní obor Antropologie populací minulosti

Diplomová práce

**Hodnocení fragmentace a separace kostních
elementů s ohledem na tafonomické faktory a
exkavační postupy: analýza souboru izolovaných
lidských kostí z hřbitova U Zvonu**

Kryštof Jurman

Vedoucí práce:

Mgr. Lukáš Friedl, M.A.

Katedra antropologických a historických věd

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2013

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

Plzeň, duben 2013

Poděkování:

Rád bych poděkoval svému školiteli Mgr. Lukáši Friedlovi, M.A. za odborné vedení práce, rady, připomínky a trpělivost. Mgr. Jiřímu Ornovi ze Západočeského muzea v Plzni za poskytnutí osteologického materiálu, prostoru k jeho analyzování a konzultace. Dále bych rád poděkoval celé své rodině za jejich všeobecnou podporu při studiu.

Obsah

1. Abstrakt	7
2. Úvod	8
2.1. Terminologie	9
3. Lokalita U Zvonu	10
3.1. Historie lokality.....	10
3.2. Archeologický výzkum 2010 – 2011.....	11
3.3. Pohřbívání ve 14. – 18. století v kontextu zkoumané lokality.....	12
3.3.1. Etážová pohřebiště	12
3.3.2. Pohřební praktiky	13
4. Cíle práce	15
4.1. Hypotézy	15
5. Teoretické vymezení problematiky	16
5.1. Vznik izolátu.....	16
5.2. Fragmentace.....	17
5.3. Separace	18
5.4. Tafonomické procesy.....	19
5.5. Frekvence výskytu kostí.....	21
5.6. Mechanické vlastnosti kostí	23
5.7. Depoziční podmínky	25
6. Materiál	26
7. Metody	27
7.1. Identifikace.....	28
7.2. Stranové určení.....	29
7.3. Typ elementu	29
7.4. Diagnostické zóny.....	29
7.5. Kompletnost.....	31

7.6. Zvětrávání kostí	32
7.7. Stopy po nástrojích	33
7.8. Maximální velikost.....	34
8. Závěr.....	34
9. Úvod	35
9.1. Terminologie	36
10. Lokalita U Zvonu	37
10.1. Historie lokality.....	37
10.2. Archeologický výzkum 2010 – 2011.....	38
10.3. Pohřbívání ve 14. – 18. století v kontextu zkoumané lokality.....	39
10.3.2. Etážová pohřebiště.....	39
10.3.3. Pohřební praktiky.....	41
11. Cíle práce.....	42
11.1. Pohřbívání ve 14. – 18. století v kontextu zkoumané lokality.....	43
11.1.2. Etážová pohřebiště.....	43
11.1.3. Pohřební praktiky.....	44
12. Cíle práce.....	46
12.1. Hypotézy.....	46
13. Teoretické vymezení problematiky.....	47
13.1. Vznik izolátu.....	47
13.2. Fragmentace.....	48
13.3. Hypotézy.....	49
14. Teoretické vymezení problematiky.....	50
14.1. Vznik izolátu.....	50
14.2. Fragmentace.....	50
14.3. Separace	51
14.4. Tafonomické procesy.....	52

14.5. Frekvence výskytu kostí.....	54
14.6. Mechanické vlastnosti kostí	55
14.7. Depoziční podmínky	57
15. Materiál.....	58
16. Metody.....	59
16.1. Identifikace.....	60
16.2. Stranové určení.....	61
16.3. Typ elementu	61
16.4. Diagnostické zóny.....	61
16.5. Kompletnost.....	63
16.6. Zvětrávání kostí	63
16.7. Stopy po nástrojích	64
16.8. Maximální velikost.....	65
17. Závěr.....	65
18. Literatura.....	67
19. Prameny	70
20. Resumé	71
21. Přílohy	72
21.1. Obrázkové přílohy.....	72
21.2. Diagnostické zóny.....	79

1. Abstrakt

Hodnocení fragmentace a separace kostních elementů a analýzy souborů izolovaných kostí inklinuje spíše k zooarcheologii. Nicméně, se v poslední době objevuje toto téma i v antropologickém prostředí. Izolované kosterní elementy nebo fragmenty elementů jsou obvyklou součástí osteologických souborů archeologických lokalit. Bohužel, se jim nedostává takové pozornosti jako artikulovaným celkům. A to i přesto, že mají velmi specifickou výpovědní hodnotu. Vhodný materiál se naskytl během archeologického výzkumu v Plzni U Zvonu, kdy se nashromáždilo enormní množství izolovaných kostí. Sledovaný vzorek neobsahuje zuby, kosti vykazující juvenilní znaky a kosti postižené patologiemi. Díky studiu izolovaných kostí můžeme pozorovat procesy a události, které formovali celé pohřebiště. Mohou vznikat rozličnými způsoby pohřebních praktik, působení tafonomických činitelů, anebo způsobem exkavace. Působení těchto faktů vede k ekvifinálním vzorcům, které jsou do jisté míry rozlišitelné. Úkolem této práce je osvětlit fragmentaci a separaci kostních elementů a formování souborů izolovaných kostí za pomoci diagnostických zón a využití frekvenčních výskytů elementů nebo jejich fragmentů v souboru. Dalšími faktory, které hrají svou roli, jsou mechanické a formální vlastnosti lidských kostí a jejich depoziční podmínky. Pro tuto práci byly zvoleny tři hypotézy, jejichž vymezení se týká právě formálních a mechanických vlastností elementů, respektive hustoty kostní tkáně a morfologické podobnosti kostních elementů s ohledem na tafonomické faktory a exkavační postupy. Hypotézy jsou testovány jako nulové. Tato verze práce je zatím pouze přípravou fází pro finální zpracování tématu.

2. Úvod

Archeologické výzkumy produkují mnoho různých forem nálezů, které archeolog není zcela způsobilý, díky svému specifickému zaměření, korektně zpracovat. Pro komplexnost dat, které bychom měli z výzkumu vytěžit, poskytuje archeolog tento materiál k vyzvednutí a dokumentaci jinak specializovaným odborníkům (antropologům, zooarcheologům, geologům apod.). Interdisciplinární přístup při studiu pohřebišť vede k užitečnějším a přesnějším výsledkům (Sosna et al., 2010). Mezi materiál, který by měl podléhat interdisciplinárnímu zkoumání, patří i soubory lidských kostí (nemusí se však jednat vždy jen o archeologické výzkumy) – ať už pochází z pohřebišť či jiných areálů – skládající se z artikulovaných celků (například hrobů) a izolovaných kostí. Trendem ve výzkumu pohřebišť je věnovat nejvíce pozornosti jedincům nalezených v anatomické poloze. Avšak pro pochopení hřbitova jako celku je tento přístup nedostačující (Sládek et al., 2008). Izolované kosti, nebo zkráceně izoláty chápeme jako elementy nebo fragmenty elementu, které se nenacházejí v anatomické artikulaci s předpokládaným celkem, tedy žádnou jinou kostí (Galeta et al., 2008). Izolované kosti jsou velmi častým nálezem na archeologických výzkumech. Jsou však běžně opomíjeným materiálem. Nicméně se specifickou výpovědní hodnotou.

Studii, které se věnují izolovaným kosterním ostatkům, není mnoho. Více než antropologie se tomuto tématu věnuje zooarcheologie, ale ta se většinou omezuje na výpočty množství jedinců nebo druhů, popřípadě stopám po porcování (*butchery marks*) apod. (více např. Outram et al., 2005; Reitz a Wing, 2008; Lyman, 2008). V biologicko-antropologickém prostředí se tematika izolovaných kostí začala řešit poměrně recentně (Willey et al., 1997; Outram et al., 2005; Margolis, 2007; Galeta et al., 2008; Sládek et al., 2008; Píšová, 2011). Obdobně se podobnému tématu jako tato práce věnuje studie Margolise (2007), a proto se nabízí udělat částečné srovnání.

Některé kosterní elementy mají v souborech hojně zastoupení jiné naopak nižší nebo úplně chybí. Mechanismy destrukce (fragmentace) a transportu (separace), které formují soubory izolovaných kostí, jsou rozličné tafonomické procesy (Lyman, 1985). Ideální materiál pro hodnocení fragmentace a separace v kontextu tafonomických činitelů a exkavačních postupů se naskytl díky záchrannému archeologickému výzkumu hřbitova v Plzni U Zvonu. Během tohoto

výzkumu bylo odkryto (mimo jiné) enormní množství izolovaných lidských kostí, jejichž analýze se věnuje tato práce.

Vyvstává zde řada otázek ohledně procesů, které se podílely, nebo se mohly podílet, na formování tohoto souboru. Jaký tafonomický činitel byl hlavním aktérem? Můžeme stopy tohoto činitele vůbec sledovat? Jakými způsoby bude ovlivněna separace kostních izolátů od skeletu jako celku a jejich následná fragmentace? Mají určité kosterní elementy (či jejich fragmenty) větší pravděpodobnost stát se izolátem (např. s ohledem na jejich velikost, tvar, reliéf, hustotu tkáně, robusticitu atd.)? Má separovaný element větší pravděpodobnost se fragmentovat, nebo úplně zaniknout? Zodpovězení těchto otázek nám může umožnit lépe pochopit a sledovat proces vzniku izolovaných kostí a přispět k obecnému porozumění utváření takovýchto souborů. S tím se rovněž pojí geneze pohřebišť, jejich vztah k ostatním areálům aktivit a činností, které se zde v minulosti odehrávaly. Stejně tak i nakládání s životem a smrtí ve středověkém až novověkém městském prostředí.

2.1. Terminologie

I když se tato práce věnuje analýze lidských kostí, terminologie, která se zde používá je přebrána ze zooarcheologie, která se tématu fragmentace a separace věnuje nejvíce. Aby nedocházelo k záměně, či chybnému pochopení problematiky je nutné si předem explicitně definovat pojmy, se kterými se v této práci operuje. Záleží také na překladu z cizojazyčné literatury, proto se česká terminologie použitá v této práci může lišit od prací jiných. Pro přesnost uvádím do závorek originální terminologii.

Primárním pojmem je element (*element* či *skeletal element*), který představuje jednu kompletní kost nebo zub, tj. například kompletní pažní kost nebo žebro. Obvykle se používá ve spojení s anatomicky uloženými ostatky (Lyman, 1994a; 2008). Pokud máme k dispozici jen část elementu, která vznikla jeho rozpadem, pak tuto část nazýváme fragment elementu (*fragment of an element*) (Reitz and Wing, 2008). Důležitým termínem je jedinec (*specimen*). Jedná se o jednotku pozorování (nikoliv celý člověk nebo kostra) a může představovat celou izolovanou kost, zub nebo jejich fragmenty. Příkladem může být distální část stehenní kosti nebo rameno dolní čelisti se zubem. Všechny *specimens* jsou zároveň kosterními elementy, ale

všechny kosterní elementy nemusí být *specimens*. *Specimens* se totiž od kosterního elementu odvozují. V kontextu izolovaných kostí se jedná o vhodněji použitý termín, protože termín kosterní element inklinuje k celé anatomické jednotce (Lyman, 2008). V této práci bude použit namísto termínu *specimens* pojmenování „element a jeho fragmenty“ nebo „kostní jednotka“, protože tyto označení poměrně dobře vystihují originální znění. Jiná terminologie by mohla být zavádějící. Dále se v literatuře setkáváme s termínem fragment/zlomek (*fragment*) nebo kosterní fragment/kosterní zlomek (*bone fragment*), který označuje jeden a tentýž objekt (Lyman, 1994a), respektive *fragment of an element*.

3. Lokalita U Zvonu

Lokalita U Zvonu se nachází ve východní části historického předměstí na levém břehu řeky Radbuzy v Plzni. Díky své poloze se toto místo nevyhnulo řadě historických i přírodních událostí spojených s utvářením města Plzně.

3.1. Historie lokality

Většina událostí, které se odehrávají na pohřebních lokalitách, zasahují také do pohřebních kontextů a přispívají tak k tafonomickým procesům a rovněž k fragmentaci a separaci kostních elementů. V této kapitole proto zběžně představím některé události, které jsou spojené s historií hřbitova U Zvonu.

Nejstarší časový horizont lokality sahá již do 90. let 13. století a je spojený se založením města Plzně. Od 14. století zde také probíhala čilá stavební činnost. Ve dvacátých letech 14. století zde vznikl špitál (odtud Špitálské předměstí, *suburbium hospitalense*, *preurbium circa hospitale*) s kaplí sv. Máří Magdaleny, zahradou a hřbitovem (Orna, 2010). Pohřbívat se zde začalo již od vysvěcení (počátek 20. let. 14. stol.) kaple sv. Máří Magdaleny. Pohřbívání se však v tomto období omezovalo pouze na bližší areál okolo kaple (Orna, osobní konzultace). Roku 1433 v rámci husitských válek byla celá kaple a zřejmě i špitál srovnán se zemí. Nicméně po skončení tohoto období byly stavby obnoveny na původních půdorysech. Někdy v letech 1495 – 1503 došlo k přestavbě kaple sv. Máří Magdaleny na pozdně gotický kostel a další přestavba proběhla někdy ve druhé polovině 16. století (Orna, 2010).

Další pohromou byla třicetiletá válka, při které bylo roku 1618 celé Špitálské předměstí vypálené. Obnovy se dostalo až po skončení války a v této podobě situace ustala na dalších více než sto let (Orna, 2010). S obnovou špitálu a kaple souvisí i zvětšení prostoru pohřebiště. Některé pohřby byly zachyceny právě v prostoru starého špitálu (Orna, osobní konzultace).

Roku 1779 byla schválena výstavba barokní kostnice v jižní části hřbitova. Důležitým mezníkem byl rok 1783, kdy došlo ke zrušení kaple sv. Máří Magdaleny a roku 1784 byl z hygienických důvodů zrušen i přilehlý špitální hřbitov. Tento proces byl běžný na konci 18. století, kdy docházelo k přesunům hřbitovů z intravilánů nebo center měst na nové nebo jiné hřbitovy (Unger, 2006). Budovy byly odstraněny a byl zde postaven jednopatrový dům plzeňského zvonaře (odtud U Zvonu). Budovy byly nadále přestavovány a podsklepeny. V 70. letech 19. století zde vyrostl činžovní dům, který zabíral celou parcelu. Ve 20. letech 20. století byla zhotovena kanalizace.

Roku 1944 byl dům zasažen při bombardování a roku 1946 opraven. Po zjištění, že stavba využívá reliktvů starého kostela, byl proveden archeologický výzkum pod vedením doc. Václava Mencla. Tento výzkum se dotkl převážně původní stavby kostela, ale zasahoval i do pohřebních kontextů. Výsledky tohoto výzkumu také poukazují na zvýšení nivelety v místech hřbitova. Povodně v roce 2002 dům poničily natolik, že musel být stržen a poté byla parcela upravena do parkové podoby. V roce 1999 proběhl další archeologický výzkum z důvodu rozvodu plynu a opět, i když jen okrajově, zasáhl do pohřebních kontextů. Dotčený prostor byl také v minulosti několikrát vypálen a docházelo zde často k povodním (Orna, 2010).

3.2. Archeologický výzkum 2010 – 2011

Archeologický výzkum z roku 2010 – 2011 vedený Mgr. Jiřím Ornou se týkal zhruba 1/5 prostoru parcely U Zvonu. Nezasáhl ale do rozsahu celého hřbitova, jehož pozůstatky se nadále (snad nedotčené) ukrývají pod zemí. Exkavace probíhala v sondách s kontrolními bloky, většinou po mechanických vrstvách, pokud situace neumožňovala odkrývat po stratigrafických vrstvách. Průměrná maximální hloubka se pohybovala okolo 3m.

Výzkum zachytil předpokládané etážové městské pohřebiště s orientací hrobů převážně V-Z, byť s částečnou variabilitou v jejich orientaci (Obr. 2.). Dále výzkum

odhalil západní část gotického kostela sv. Máří Magdaleny. Na základě zkoumané chronologie devocionálií z odkrývaných hrobů se archeologický výzkum týkal poslední fáze pohřbívání – tedy konce 17. století až roku 1784, kdy byl hřbitov zrušen (Stehlíková, 2012). Geofyzikální průzkum geoelektrickým odporovým měřením potvrdil některé historické skutečnosti a ukázal značné úpravy terénu na lokalitě (Orna, 2010). Co se týče osteologické části výzkumu, bylo vyzvednuto celkem přes 230 jedinců v anatomické poloze a enormní množství izolovaných lidských kostí. Rovněž bylo evidováno překrývání a narušení některých hrobů (Obr. 1.), které potvrzuje procesy spojené s pohřebními praktiky na etážových hřbitovech.

3.3. Pohřbívání ve 14. – 18. století v kontextu zkoumané lokality

3.3.1. Etážová pohřebiště

Lokalita U Zvonu je typickým městským etážovým hřbitovem jaké známe z celé Evropy. Charakteristikou etážového pohřebiště je ukládání nebožtíků nad sebou ve vrstvách. Etážová pohřebiště, postupně doplňovaná stavbou kostela, začala převažovat nad plochými řadovými pohřebišti začátkem 12. století (Píšová, 2011). Funkce středověkého hřbitova nebyla jen ryze pohřební, ale docházelo zde i ke shromažďování obyvatel (Živný, 2005), konání různých společenských aktivit (Chroustovský a Průchová, 2011) nebo jako obecné volné prostranství (Ariés, 2000b). Užívání etážových pohřebišť je typické pro středověké až novověké období. Některé kostelní etážové hřbitovy založené ve 13. století plnily svou funkci až do novověku. V rozmezí 13. – 18. století byly kostelní hřbitovy převažujícím místem pro pohřbívání (Živný, 2005). V tomto období kontrolovala pohřební rítus na českém území katolická církev. Pohřby se odehrávaly bezvýhradně na kostelních hřbitovech. Orientace hrobů byla určena osou kostela ve směru V-Z, ale mohly se vyskytovat i výjimky, především v blízkosti kněžiště (vyšší sociální status apod.). Hroby se rychle stávaly anonymními, protože plocha hřbitova byla volně zarostlá trávou a hroby byly označeny jen velmi zřídka (Unger, 2002). Častými dalšími pohřby do vrstev nad sebou docházelo opakovaně k narušování a překrývání (superpozice) starších hrobů, nebo jejich částí, a pohřebních kontextů (Píšová, 2011). Na hřbitovech byl rovněž běžný výskyt lidských kosterních ostatků, které tam jen volně ležely nebo vyčnívaly ze země (Unger, 2006).

Z Evropského kontextu, například z Británie, jsou známe případy, kdy byl hřbitovní prostor využíván i jako pastva pro farní dobytek nebo si zde dokonce člen z farnosti postavil stodolu (Ariés, 2000b). Protože zvířata narušují hroby, byly z praktických (zamezení přístupu dobytka) i sakrálních (oddělení světa živých a mrtvých) důvodů ohrazeny hřbitovy zdí, a prostorově se tak hřbitov odlišoval od jiných areálů. Přístup na hřbitovy mohl být veden přes tzv. *curifraga*, železný rošt položený na zemi ve vstupu do areálu, přes který pak neprošel dobytek a měl i svoji spirituální funkci. Ovšem pro některé živočichy, jako kočky nebo ptáky, byl přístup stále volný (Unger, 2002; Živný, 2005).

Začátek první třetiny 18. století se stal počátkem konce pro městské etážové hřbitovy, ale i pro pohřby v prostorách kostelů. V této době se začala řešit otázka zápachu, šíření nemocí a hygienických problémů obecně, které se spojovaly s pohřbíváním ve městech. Z tohoto důvodu bylo nutné přesunout městské hřbitovy na okraje měst a na venkov (Ariés, 2000b). Stejný osud potkal i hřbitov U Zvonu. Rušení a přesouvání hřbitovů se neobešlo bez exhumací některých těl a ostatků, například z hromadných hrobů. V některých (humánnějších) případech se kosti umísťovaly do kostnic nebo karnerů (Unger, 2006). Nicméně, výběr kosterních elementů umístěných do kostnic probíhal pod specifickou selekcí. Některé elementy se v souborech kostnic vyskytují velmi zřídka nebo vůbec (Píšová, 2011). Často také při rušení hřbitovů docházelo k mísení a drcení ostatků, které pak byly srovnány na ploše (zrušeného) hřbitova železnými branami (jaké známe například ze zemědělství). Nové využití pozemku bylo tedy založeno na „*udusané směsici zeminy a kostí*“ (Ariés, 2000b, p. 38). Osud lidských ostatků a zacházení s nimi se stalo pro tehdejší obyvatele lhostejnou záležitostí (Ariés, 2000b).

3.3.2. Pohřební praktiky

Dalším z faktorů podílejících se na formování souborů izolovaných kostí jsou pohřební praktiky. V našem případě způsob, jakým byli jedinci ukládáni do země a jaké okolnosti tento postup provázely. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, docházelo na středověkých a novověkých hřbitovech k narušování starších hrobů a v nich uložených ostatků (např. Králíková, 2007). Nebylo také výjimkou, že se do jednoho hrobu uložilo i několik těl, případně šlo o opakované pohřby do jedné

hrobové jámy (Kostka a Šmolíková, 1998). Stávalo se také, že pokud bylo k pohřbu dopraveno více zemřelých, mohli být uloženi v jednom hrobu. Často se pak musela hrobová jáma zvětšovat (Králíková, 2007). Ariés (2000a) zmiňuje velké společné hroby, které byly určeny především pro chudě, kteří neměli na pohřební poplatky. „Kapacita“ těchto jam se pohybovala od šesti do 15 kadaverů. V dobách epidemií pojaly tyto jámy až 500 těl. Nové společné hroby se kopaly většinou v místech těch původních. Kostí z narušených hrobů pak byly ukládány do kostnic či karnerů (Ariés, 2000a; Kráčíková, 2007), do jam vykopaných na okraji hřbitova (Unger, 2002) nebo byly kosti uloženy zpět do nové hrobové jámy, obvykle ke stěně, do rohu, k nohám či hlavě, nebo na dno a poté překryty zeminou či zabaleny do látky (Kostka a Šmolíková, 1998).

Na zásyp hrobových jam se používala vykopaná hřbitovní hlína, tedy zemina s pozůstatky lidských ostatků, které se v ní běžně vyskytovaly. I když měli hrobníci s nalezenými ostatky zacházet podle hřbitovních regulí a věnovat péči všem odhaleným kostem, nebylo tomu tak. Proto se velké množství ostatků dostalo do zásypu jiných hrobů (Kostka a Šmolíková, 1998). Tyto praktiky byly na hřbitovech běžnou praxí a kosti byly tímto způsobem postupně vyzdvihovány a postupně opět ukládány. Izolované kosti tak mohly i několikrát změnit polohu svého uložení (Píšová, 2011). Důvodem je zřejmě způsob (nedbalost), jakým byly jámy kopány či neznalost lidského skeletu a tedy přehlížení některých kosterních elementů (pravděpodobně těch drobných a nevýrazných), které napomáhalo k jejich separaci a fragmentaci. Velké elementy se v důsledku častého překopávání hřbitova mohly fragmentovat na menší části a posléze dále podléhat vlivu tafonomických činitelů.

Jiné způsoby zacházení s těly zemřelých jsou doloženy u specifických skupin. Většinou šlo o skupiny jiného náboženského vyznání, sociálního postavení, delikventů, dětí apod. (Unger, 2002; Kráčíková, 2007). Při studiu pohřebního ritu a dalších okolností s ním spojených musíme tedy zvažovat kulturní kontext, časové období, etnicitu, náboženskou identitu pohřbeného, funerální praktiky a přírodní a sociální poměry (Chroustovský a Průchová, 2011).

Dalším ze způsobů nakládání s lidskými ostatky jsou sekundární pohřební praktiky (*secondary burials*, *secondary graves*, *pourrissoirs*), kdy se lidské ostatky (buď plně skeletonizované nebo se kosti oddělovaly od zbytků měkkých tkání) přesouvají z jednoho úložiště na druhé. U sekundárního pohřbu chybí anatomické souvislosti mezi jednotlivými elementy a některé elementy (zpravidla ty menší a

nenápadné) mohou i chybět (Duday, 2009). Docházelo však buď k přesunu všech ostatků, nebo jen jejich částí. Vybrané kosterní elementy se poté umístily do hrobky, osária, karneru nebo do společných jam (Ariés, 2000a; Duday, 2009). Často byly ale některé ostatky ignorovány a ponechány ve svém primárním úložišti. Co se dělo s nevyzvednutými elementy autor neuvádí (Duday, 2009). Zřejmě se tyto nevyzvednuté elementy dostaly do zásypu jiných hrobů a mohli tak i několikrát měnit svou pozici (Píšová, 2011).

4. Cíle práce

Tato práce si dává za cíl zhodnocení separace a fragmentace izolovaných lidských kosterních elementů s pomocí jejich frekvence v souboru s cílem objasnit, kteří z tafonomických činitelů (přírodní procesy a/nebo antropogenní činnost) mohou hrát hlavní roli při formování souborů izolovaných kostí. Mezi tafonomické činitele, kteří budou sledováni, patří stupeň eroze, stopy po nástrojích, stopy po kořenech a stopy po okusu zvířaty. Dále jakým způsobem dochází k separaci a fragmentaci kosterních elementů a jaké kosterní elementy jsou v tomto případě zvýhodněny nebo znevýhodněny. Úkolem bude zjistit, zda má vliv velikost kosti, morfologická členitost elementu, její vnitřní struktura nebo místo na skeletu, ze kterého kost pochází (např. periferní anatomické umístění kostí ruky a nohy).

4.1. Hypotézy

Pro tuto práci byly stanoveny tři základní hypotézy, podle kterých se odvíjí směr analýzy a prezentace výsledků. Hypotézy budou testovány jako nulové, tj. odchylky od nulových očekávání budou interpretovány jako důsledek vlivu specifických tafonomických činitelů.

H1: Drobnější části skeletu mají větší tendenci se separovat v kontextu všech tafonomických činitelů.

První hypotéza vychází z předpokladu, že drobné elementy (např. kosti ruky a nohy) se v zemi snadněji přemisťují (separují) a rychleji se vytrácí z původního kontextu, tj. z kontextu primárního uložení jedince, ať už na ně působí jakýkoliv tafonomický činitel. Roli zde také hraje jejich periferní anatomická pozice či způsob

uložení končetin v hrobě, například podél těla. Pokud dojde k vyzvednutí těchto izolovaných elementů, jejich frekvence výskytu v souboru bude vyšší než u elementů větších rozměrů (*femur, ulna, clavícula* apod.).

H2: Separace i fragmentace elementů s hutnější kompaktní kostí bude menší než u kostí se slabou kompaktní kostí.

Tato hypotéza pracuje s formálními vlastnostmi kostí. Strukturou kostní tkáně, tvarem kosti, maximální délkou a robusticitou / gracilitou elementu, které se stávají faktorem pro fragmentaci a separaci.

H3: Fragmentace elementů stejného typu (dlouhé, ploché, krátké...) bude obdobná.

Posledním předpokladem je, že morfologie elementu hraje důležitou roli ve fragmentaci izolované kosti. Pokud je tvar celistvý, morfologicky jednoduchý, pak bude mnohem méně podléhat fragmentaci, protože plocha, na kterou působí tafonomičtí činitelé, nadzemní tlak a exkavační faktory je rovnoměrněji zatížena. Naopak elementy morfologicky rozličné budou podléhat fragmentaci více, protože části vyčnívající mají větší tendenci se ulomit, erodovat apod.

5. Teoretické vymezení problematiky

V následujících několika kapitolách přiblížím problematiku týkající se fragmentace a separace kosterních elementů a jejich fragmentů. Toto vymezení se vztahuje především na faktory, které se podílí na utváření a formování souborů izolovaných kostí.

5.1. Vznik izolátu

Izoláty mohou vznikat různými způsoby. V počátku procesu jsou již zmíněné tafonomické procesy. Izolované kosti vznikají rozptýlením elementů nebo jejich fragmentů (separací), které bylo způsobeno narušením původních hrobů. V narušených částech hřbitovů znamenají izolované kosti cenné (a většinou převažující) informace vypovídající o minulých zásazích (Galeta et al., 2008). Předpokládejme, že lidské kosti se do pohřebního kontextu nedostanou jako izoláty, ale v anatomicky uspořádané podobě – ať už se jedná o klasický hrob s jedním jedincem či masový hrob, anebo intencionální inhumaci / kremaci či neintencionální

způsob „pohřbu“ (např. pohození jedinci). Již skeletonizací dochází k disartikulaci kostry (Lyman, 1994b). Objevení izolované kosti tedy znamená nález v sekundárním uložení. Jeden element nebo jeho fragmenty však mohli projít několikanásobnou depozicí (Píšová, 2011). Původ izolátu se tedy nezakládá na neměnnosti kontextu, ale dochází zde k dynamickému procesu transformace.

5.2. Fragmentace

Fragmentace je rozpad elementu. Jedná se o částečně kvantitativní a částečně kvalitativní proces. Z kvantitativního hlediska se jedná o problém nemožnosti určit, na kolik částí (fragmentů) se daný element rozpadnul. Kvalitativní problém nastává při identifikaci elementu, respektive fragmentu elementu. Často totiž není možné určit celek na základě fragmentu (např. u zlomků diafýz dlouhých kostí; *radius* vs. *fibula*; nebo identifikace fragmentů obratlů a kosti křížové apod.). Fragmentace je závislá na neznámých faktorech (Neustupný, 2007). V této práci předpokládám, že některé elementy či typově podobné elementy, budou podléhat fragmentaci obdobným způsobem. Tato premisa vychází ze stavebně-morfologického modelu kosti (Čihák, 2001). Výsledek sil působících stejným způsobem na dva stejné elementy, např. na pažní kosti, povede ke srovnatelnému výsledku. Ovšem pokud jsou elementy vystavené působením sil za jiných podmínek, může vést fragmentace úplně jiným směrem. Co ale když se v souboru budou vyskytovat kosti nebo skupiny kostí odlišného anatomického původu (porovnáváme např. *tibia*, *femur* a *humerus*), které vykazují srovnatelnou fragmentaci? Lze z toho usuzovat, že původ jejich fragmentace proběhl obdobným způsobem a vlivem stejného tafonomického činitele?

Fragmentaci může způsobovat *trampling*, váha nadloží, opakované vysoušení a vlhčení, přítomnost solí, teplotní změny, mrchožrouti apod. Možností je velmi mnoho. Musíme však rozlišovat mezi fragmentací vzniklou antemortem / perimortem (respektive se jedná o trauma) a fragmentací postmortem (Buikstra a Ubelaker, 1994). Do určité míry jsme schopni tyto alterace rozlišit, a to díky specifickým projevům na lomu kosterního elementu, které jsou způsobeny odlišnou odezvou kosti (Ubelaker a Adams, 1995). Například spirální fraktury nebo stopy po vtlačených zlomeninách, kde kosti zůstávají stále v asociaci, jsou typické pro antemortem a

perimortem období. Zlomová plocha živé kosti (*green bone*), nebo ve fázi perimortem, má zaoblené hrany. Kdežto zlomová plocha na fragmentovaném elementu, který je zbaven organických látek (*dry bone*, archeologizovaná kost), bude mít rovné, ostré a pravoúhlé ohraničení lomu (Buikstra a Ubelaker, 1994). Fragmentaci vyvolanou postmortem lze rovněž identifikovat rozdílným zabarvením lomu (světlejší) a povrchu kosti (tmavší). Pokud ale k fragmentaci došlo před delší dobou a element setrval dlouho v zemi, světlejší zabarvení lomu se vytrácí. Identifikace se stává obtížnější (Ubelaker a Adams, 1995).

5.3. Separace

Separaci v kontextu této práce můžeme vymezit jako odloučení od původního celku – skeletu nebo kostního elementu (Galeta et al., 2008). Záleží také na jakou vzdálenost, se element nebo jeho fragment vzdaluje. Mohou to být centimetry (např. vlivem kořenového systému [Sládek et al., 2008]), ale i větší vzdálenosti (např. při rušení hřbitovů a umisťováním kostí do kostnic či karnerů (Ariés, 2000a) nebo v rámci pohřebního areálu vlivem pohřebních praktik (Kostka a Šmolíková, 1998).

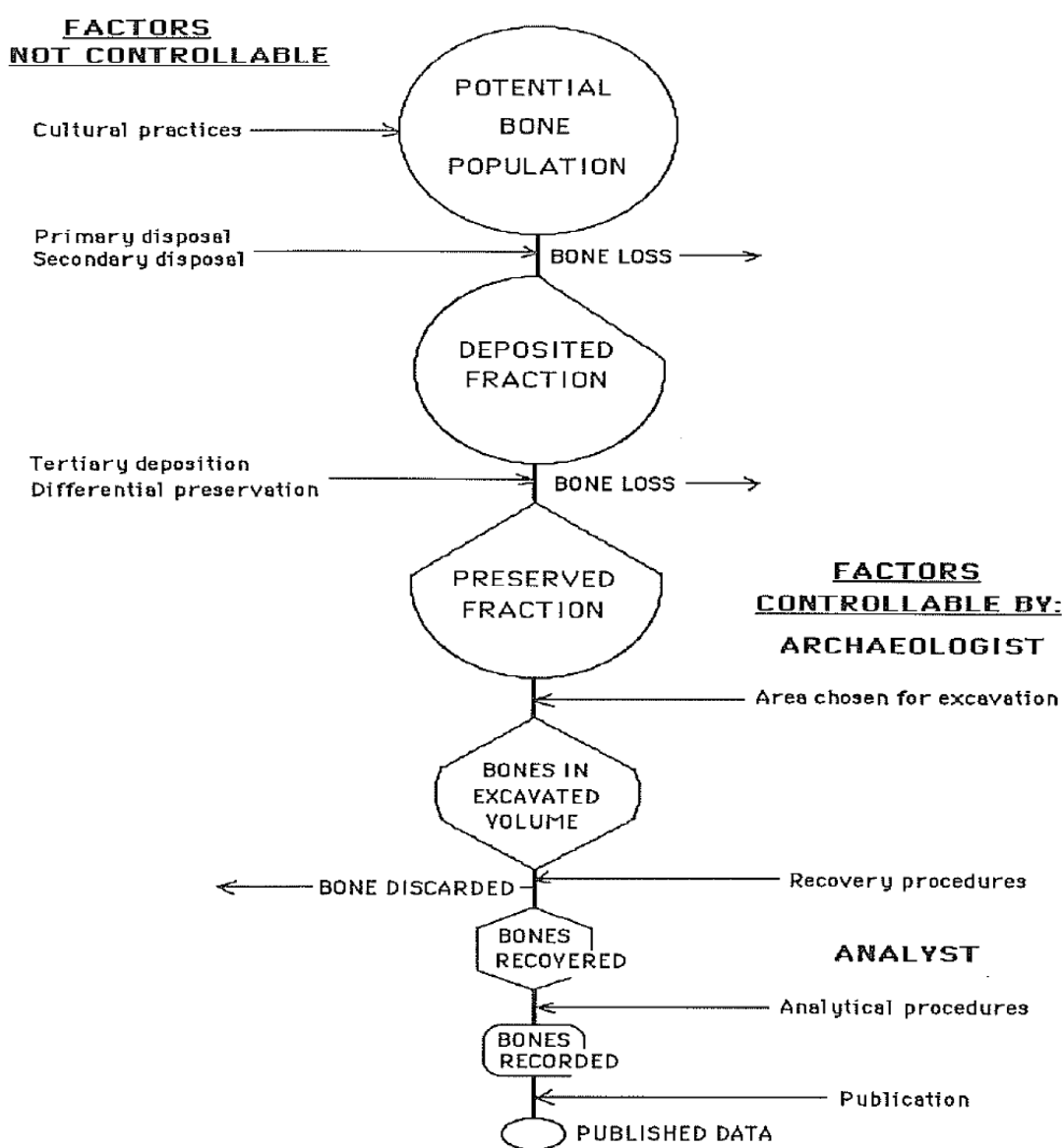
Separace může být dvojitá: za přítomnosti nebo bez přítomnosti fragmentace. V prvním případě se jedná o transpozici celého kostního elementu bez jeho porušení. Druhý případ separace je obdobný jako první s rozdílem, že dochází k rozpadu elementu. Tento druhý případ bychom mohli dále rozdělit na dva typy. Buď dochází k destrukci elementu v primárním kontextu a separovaná část – fragment elementu – se dostává z jeho prvotního kontextu do nového. Nebo se nejprve od skeletu separuje celý element, který následně v novém kontextu podléhá destrukci a další separaci fragmentů.

Příčiny prostorových transformací (separací) mohou být různé. Záleží na predepozičních a postdepozičních podmínkách (Neustupný, 2007) formálních a mechanických vlastnostech kostních elementů a jejich fragmentů, působení tafonomických činitelů, pohřebních praktikách apod.

5.4. Tafonomické procesy

Tafonomické procesy jsou „fyzikální a chemický procesy (vyvolané člověkem, zvířaty, nebo přírodními činiteli), které modifikují organismus po jeho smrti a skrze tyto procesy se začleňuje do geologického prostředí (Stodder, 2008, p. 71).

Existuje rozdíl mezi živou a mrtvou kulturou (světem). Živá kultura se procesem transformace stává kulturou mrtvou a ztrácí tak svou nenahraditelnou dynamiku a své lidské aktéry (*human agency*), kteří dynamiku vytváří. Proces transformace (archeologizující transformace) je doprovázen dalšími procesy, jakými



Obr. 3. Tafonomická transformace a ztráta dat. Převzato z Lyman, 1994b, p. 28.

jsou například tafonomické procesy. Vlivem těchto procesů se informace o minulém světě vytrácejí a do našeho světa (naší živé kultury) vstupují jen jejich dochované fragmenty (Obr. 3.) (Neustupný, 2007), které jsou nepochybně zkresleným odrazem minulé doby. Tafonomičtí činitelé svým působením nevytvářejí náhodné soubory, ale specificky utvořené vzorce (Lyman, 1994b).

Studiem tafonomie zjišťujeme, co se s ostatky odehrávalo v době po smrti jedince, a jakým způsobem jsou ovlivněny naše interpretace (Nawrocki, 1991). Jedná se o procesy, které postihují frekvenční výskyt kosterních elementů a ovlivňují jejich prostorovou distribuci (Lyman, 1994b). Nicméně, tafonomie nám dává možnost studovat četné procesy a události, které společně určují stav dochování osteologického materiálu z archeologických lokalit (Stodder, 2008).

Tafonomické transformace mohou být způsobeny přírodními procesy nebo antropogenní činností. Působení obou těchto tafonomických činitelů ovšem může vést k ekvifinálním výsledkům (Outram et al., 2005, Sládek et al., 2008). Potíže s interpretací způsobené ekvifinalitou jsou však do jisté míry odstranitelné, protože projev může být specifický a tudíž rozpoznatelný (Outram et al., 2005). Sládek et al. (2008, str. 319) uvádí, že se nelze spolehlivě vyjádřit, které z faktorů jsou za změny zodpovědné a nelze jednoznačně stanovit „*kauzální a jedinečný vztah mezi činitelem a jeho prostorovým nebo anatomickým důsledkem*“. Ekvifinální důsledky může mít například činnost, označovaná jako *trampling* (zašlapávání). Může být způsobena jak přírodními (zvířata) tak i antropogenními procesy. *Trampling* také zvyšuje stupeň fragmentace, eroze, abrazivnosti a vede ke změnám na povrchu kosterních elementů (Stodder, 2008; Píšová, 2011).

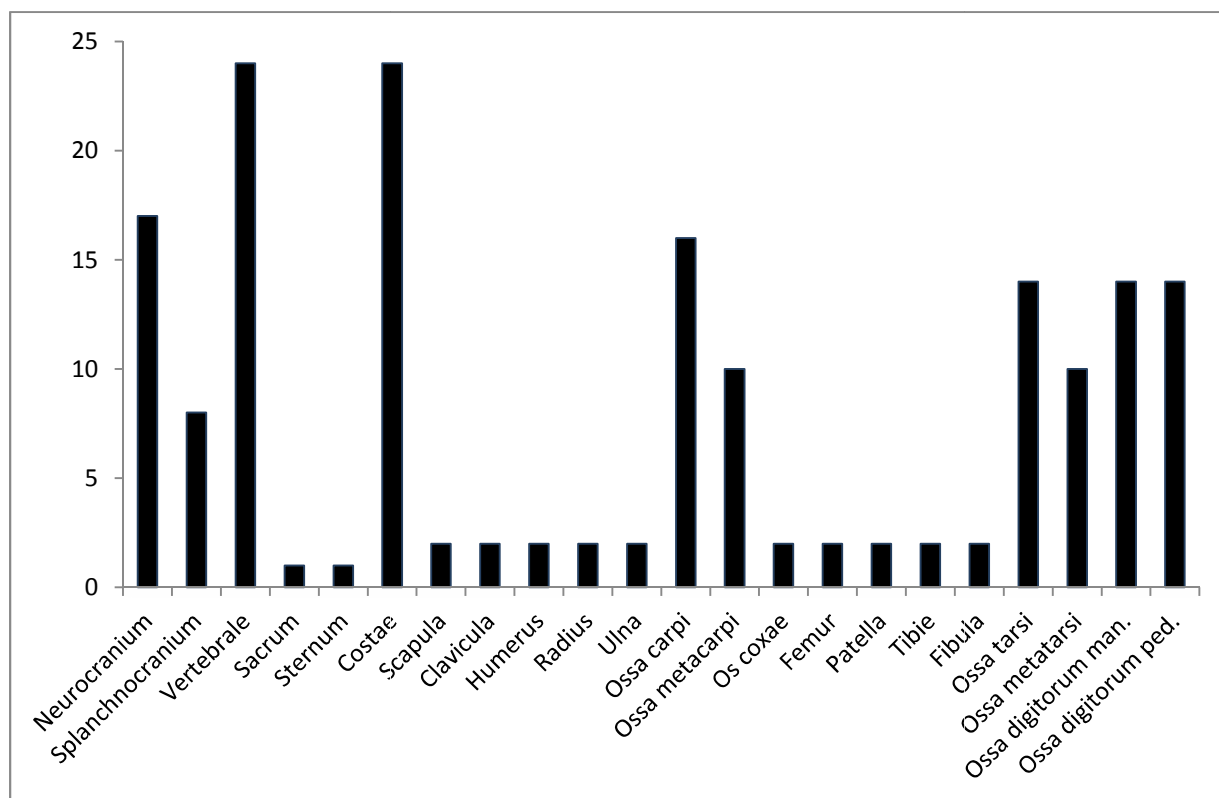
Hlavní přírodní proces, který narušuje pohřební kontexty, je pedoturbace. Ta se dělí na další specifické procesy, které přísluší jednotlivým dějům. Jedná se například o faunaturbaci (krtci, červi, predátoři apod.), floraturbaci (např. kořenová eroze stromů), kryoturbaci, graviturbaci, aquaturbaci, střídání suchých a vlhkých období apod. (Wood a Johnson, 1987).

Chroustovský a Průchová (2011) precizně rozlišují antropologické zásahy na intencionální a neintencionální. Intencionální antropogenní zásah zahrnuje například rušení pohřebišť z hygienických důvodů, narušení hrobů kvůli magickým vlastnostem některých pohřbených artefaktů nebo kostí, sekundární pohřební praktiky, vykázání z pohřebiště, zásahy proti revenantům, vykrádání apod. K neintencionálním zásahům se pak řadí intenzivní pohřební činnost, aktivity spojené se stavební činností nebo

rekonstrukcemi a společenské akce konané na pohřebištích – například tanec apod. (více Chroustovský a Průchová, 2011). Všechny tyto zmíněné činnosti se mohou podílet (a také se podílejí) na vzniku izolátu, jeho separaci a fragmentaci. Hlavní tafonomičtí činitelé budou ale regionálního či lokálně specifického ražení (Margolis, 2007).

5.5. Frekvence výskytu kostí

Fragmentace a separace kostních elementů má specifický dopad na soubory izolovaných kostí, hlavně na jejich frekvenci výskytu v souboru (Lyman, 1985). Každý jedinec se skládá z konečného počtu kosterních elementů (Graf 1.). Pokud vycházíme z tohoto triviálního předpokladu, můžeme tak jednoduše součtem všech



Graf 1. Frekvence výskytu kosterních elementů v lidském skeletu.

analyzovaných druhů elementů či jejich fragmentů zjistit, které elementy jsou v souboru četnější, tudíž měli lepší podmínky stát se jeho komponentou, a které se naopak nějakým mechanismem do souboru nedostaly. Ovšem pokud „specifický

selektivní mechanismus „odstraní“ nějaký element, fragment elementu nebo část skeletu, pak různé frekvence výskytu nemohou samy osvětlit, které z mechanismů byly zodpovědným tafonomickým procesem postihujícím inkriminovaný soubor (Lyman, 1985, p. 226). Hodnocením frekvenčního výskytu elementů a jejich fragmentů nám tedy pomáhá lépe pochopit mechanismy, které se podílely na utváření souboru, ale je nutné toto pozorování doplnit o další možné faktory. Těmito faktory mohou být například tafonomičtí činitelé nebo depoziční podmínky. Pokud se například dochová více stehenních kostí (velká robustní kost) k poměru dochování lopatek (tenká, lehce fragmentovatelná), je pak evidentní, že mechanismy, které selektovaly, nějakým způsobem zvýhodňovaly stehenní kost. A naopak, pokud jsou v souboru stehenní kosti podhodnoceny, důvodem mohou být kupříkladu sekundární pohřební praktiky (selekce nápadných kostí, např. Aries, 2000a; Duday, 2009), nebo jinak ovlivňující faktory. Vložíme-li do grafu údaje o jednotlivých četnostech všech kostních jednotek (pomocí MNE, *minimal number of elements*) ze zkoumaného souboru, získáme lehce interpretovatelný model. Výsledné četnosti některých elementů budou (mohou být) odlišné od normální frekvence kosterních elementů skeletu.

Reitz a Wing (2008) uvádí několik publikovaných způsobů výpočtu MNE, které se svou definicí liší. Konstatují, že pokud používáme výpočet MNE, měl by se započítat každý kompletní element i všechny fragmenty elementů dohromady. Chceme-li získat frekvenční zastoupení jednotlivých kosterních elementů v souboru, jedním z vhodných postupů může být použití rovnice (R.1.), kterou předkládá Lyman (1994b, p. 255). Jmenovatel v rovnici udává předpokládanou četnost kosterního

$$\frac{(MNE_i) \cdot 100}{\text{maximum MNE in the assemblage}}$$

R.1. *Rovnice pro výpočet procentuelního zastoupení dochovaných kostních jednotek. Převzato z Lyman (1994b, p. 255).*

elementu (MNE_i) s předpokládaným 100% dochování všech elementů. Čítec je maximální četnost kostní jednotky v souboru, která by se vyskytovala při 100% zachování. Lyman (1994b, pp. 255–256) to uvádí na příkladu ze zooarcheologie: V souboru jsme zaznamenali 170 kostních jednotek žeber kozy. Koza má celkem 13

párů žeber, tedy 26 kusů. MNI souboru je 64. To znamená, že celkový počet žeber při 100% zachovalosti by byl 1664 (respektive 26x64). Dosazením do rovnice získáme 10,2% zastoupení žeber v souboru.

5.6. Mechanické vlastnosti kostí

Živá kostní tkáň je tvořena organickou a anorganickou složkou. Kombinace těchto složek dává kostem vlastnosti, díky kterým odolávají i velkému statickému a dynamickému zatížení. Funkce kostí v organismu jsou různé: zásobárna a obměna látek pro organismus, krvetvorba, depozice látek, pohybová a ochranná funkce apod. (Čihák, 2001). Právě poslední dvě zmíněné funkce jsou důvodem, proč jsou kosti tvrdé a pevné, ale i pružné. Kostní tkáň je v organismu dynamickou složkou, která reaguje na vnější podněty (stres, růst jedince, klimatické poměry apod.). Na makroskopické úrovni je kost tvořena kostní trámčinou (*substantia spongiosa*, *substantia trabecularis*) a hutnou kompaktní kostí (*substantia compacta*) (Čihák, 2001; Weiss, 2009; Cowin, 1989). Na mikroskopické úrovni je kostní tkáň homogenního charakteru (Kummer, 1970).

Experimentálně byly zátěžovým testům podrobeny kosti vyjmuté z organismu a naměřené hodnoty jsou tedy orientační. Největší odolnosti dosahují kosti v tahu. Při osovém zatížení je to například u holenní kosti 1350 kg, u stehenní kosti 760 kg a u kosti pažní až 600 kg. Pevnost v ohybu (při kolmém zatížení kosti na její střed) je zhruba o polovinu menší než předchozí uvedené hodnoty. Při zkrutu (torzi) pak vykazují kosti nejmenší pevnost (*fibula* 6 kg, *clavicula* 8 kg, *humerus* 10 kg apod., více Čihák, 2001). Tvar nebo typ (dlouhé, ploché, krátké, nepravidelné) některých elementů je také funkční záležitostí, která má dopad na mechanické vlastnosti kostí (Kummer, 1970). Například dlouhé kosti mají svůj protáhlý a rovný tvar z důvodu přenášení silového tlaku z jednoho místa na druhé. Zakřivenost elementu by pak v některých případech byla spíše překážkou (Currey, 1982). Vliv na pevnost kosti má rovněž věk a pohlaví jedince. Čihák (2001) uvádí, že ve stáří snesou kosti nápor o 10 – 20% menší. Kostí juvenilních jedinců mají odlišné minerální složení oproti kostem dospělých jedinců a tudíž i jiné mechanické vlastnosti. Tento rozdíl má nezanedbatelný vliv pro zachovalost materiálu a působení tafonomických činitelů (Walker et al., 1988). Pohlaví pak může být ovlivňujícím faktorem hlavně u žen skrze

dekalifikaci kostní tkáně (výživa plodu, laktace) a pravděpodobným vznikem osteoporózy vlivem mateřství (Kovacs a Kronenberg, 1997).

Archeologizované kosti a obecně kosti mimo živé organismy mají jiné mechanické vlastnosti než kosti v živém organismu (Čihák, 2001; Karr a Outram, 2012). V archeologickém záznamu jsou kosti zbaveny organických látek (záleží však na stáří materiálu a jeho depozičních podmínkách) a ztratily tedy pružnost, kterou disponovaly za života organismu. Nicméně anorganická složka ponechává kostem jejich pevnost, i když se tak kosti stávají křehčími. Postupně se ovšem vytrácí i minerální prvky z kostní tkáně. Díky tomu povrch kostí pórovatí a kost se stává náchylnější k působení okolních vlivů (Stodder, 2008). Mechanické vlastnosti kostí jsou tedy jedním z klíčových faktorů ovlivňující fragmentaci a separaci. Smrtí organismu (ukončení vyživovacích, regeneračních a remodelačních procesů), stárnutím a uložením v zemi dochází k degradaci kostní tkáně a tím pádem i ke změnám mechanických vlastností kostí (opomene-li patologické změny tkání; např. osteoporózu). Architektonika (vnitřní struktura kosti tvořená anorganickou složkou) spongiózní a kompaktní kosti se však v důsledku smrti organismu nemění a zůstává tak zakonzervována ve stavu z doby úmrtí.

V archeologickém záznamu je kompakta mnohem častější než trámčina, která je pórovitá a lehká (Weiss, 2009). Margolis (2007) například uvádí, že kosti se silnější kompaktní kostí mají v souboru vyšší zastoupení než kosti s tenkou kompaktní. Vysušení kostí pak vede k degradaci jejich mechanických vlastností v celé kostní struktuře (Amtmann, 1968). Roli zde také hraje hustota kostní tkáně (*bone mineral density*), velikost, tvar a povrchová plocha (*surface area*) elementu (Stodder, 2008). Díky hustotě kostní tkáně můžeme předpovídat, které elementy mají větší šanci se dochovat a pochopit tak nepřítomnost některých elementů (Willey et al., 1997). Willey et al. (1997) dále uvádí, že existuje přímá úměra mezi hustotou kostní tkáně a šancí pro dochování kosti. Vysoká hustota kostní tkáně je pozorována u diafýz dlouhých kostí, které také mívají vyšší frekvenci výskytu v souboru. Hutná kostní tkáň navíc vykazuje hustější strukturu krystalického hydroxyapatitu ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$), díky kterému kost lépe odolává zvětrávání (White a Hannus, 1983). Stejně tak Waldron (1987) uvádí, že lepší stupeň dochování vykazují těžší kosterní elementy a kosti s vyšší hustotou kostní tkáně (*olecranon*, *acetabulum*, *incisura ischiadica major*, *processus mastoideus ossis temporalis* atd.). Naopak je tomu u anteriorně situovaných elementů (*sternum*, *processus coracoideus scapulae*, *acromion*, *os*

pubis atd.), které mají menší zachovalost. Nejméně se pak zachovávají elementy periferních oblastí skeletu (*phalanges manus et pedis, os coccygis* atd.) Stejně je tomu i v případě zvířecích kostí.

5.7. Depoziční podmínky

Podmínky uložení kosterního materiálu jsou jedním z důležitých aspektů pro jeho zachování. Především se však jedná o pH půdy a její chemické složení (Gordon a Buikstra, 1981; White a Hannus, 1983). Depoziční podmínky velice úzce souvisí s působením některých tafonomických činitelů (Baxter, 2004). V tomto kontextu mají dále vliv na dochování kostí jednotlivé typy půd, jejich teplota (Baxter, 2004), půdní pH (Gordon a Buikstra, 1981), časté vysoušení a promáčení zeminy (Walker et al., 1988; Stodder, 2008), promrzání, působení spodní vody nebo například přítomnost ropných látek (Wood a Johnson, 1987; Stodder, 2008) apod. Ropné látky uvádím také z důvodu, protože se ve spodních vrstvách na lokalitě U Zvonu objevily ropné skvrny, které byly pozůstatkem blízké benzínové pumpy. Tyto chemické látky tak mohli mít vliv na zachovalost kosterního materiálu.

Půdní pH je také ovlivněno lokálními přírodními podmínkami, protože například časté vyplavování minerálů z půdy zvyšuje její kyselost. Platí, že čím vyšší kyselost půdního pH (například v hlinitých půdách [Baxter, 2004]), tím více se urychluje narušení kostní tkáně a snižuje se tak pravděpodobnost pro dochování osteologického materiálu (Gordon a Buikstra, 1981; White a Hannus, 1983). Ionty v kyselém prostředí vypuzují vápník z hydroxyapatitu kosti a ta se tak zbavuje svých minerálních látek, ztrácí svou pevnost a hutnost. Stává se tak náchylnější pro zvětrávání (White a Hannus, 1983). Bohužel půdní pH není z lokality U Zvonu známo. Zvýšená salinita v půdě rovněž napomáhá k horším podmínkám pro dochování (Baxter, 2004).

Baxter (2004) popisuje podmínky pro dochování osteologického materiálu v různých půdních podmínkách, se kterými se setkáváme v archeologickém prostředí. Písčité půdní podmínky mají obecně špatný vliv na nízké dochování kosterních pozůstatků (Walker et al., 1988), ale například specifická kombinace variability pH písčitého prostředí, vysoké teploty a suchého větrného prostředí (např. Jižní Amerika a Egypt), může vést k zachování nejen kostí, ale i vlasů a kůže

(Baxter, 2004). Štěrkové prostředí kombinuje několik faktorů – propustnost vody, nasákavost, kyselost a anaerobitu. Pokud je kyselost vyšší, jsou podmínky pro dochování kosterního materiálu sníženy (Gordon a Buikstra, 1983). Vyšší nasákavost štěrku může sice vést k absorbování vody do kostí, ale také vede k lepším podmínkám pro dochování kostí (Baxter, 2004). Kosti však opakovaným působením vody ztrácí obsah minerální látek (Stodder, 2008). U zemin s vyšším obsahem vápníku (např. křídly nebo vápence) se předpokládá zvýšená abraze a křehčení kosterních elementů. Avšak v případech, kdy jsou vhodně kombinované další podmínky v půdě, tomu tak nemusí být (Baxter, 2004). Specifické podmínkami jsou pak v jeskyních. Ústí jeskyně je zpravidla ovlivněno přírodními podmínkami zvenčí. Postupem dovnitř jeskyně se zvyšuje vlhkost. Záleží také na hornině či sedimentu, ve kterém je jeskyně vytvořena (Baxter, 2004).

6. Materiál

Materiál pochází ze zaniklého středověkého etážového hřbitova v Plzni U Zvonu. Konkrétně se jedná o část souboru izolovaných lidských kostí, které byly exkavovány při záchranném archeologickém výzkumu v roce 2010 - 2011. Sbírká izolátů je uložena v depozitáři Západočeského muzea v Plzni, kde byly kosti rovněž analyzovány. Celkem se jedná o 14 pytlů kosterních izolátů, nicméně pro potřeby této práce byl s ohledem na časovou náročnost vzorek omezen na 1/7 z celého souboru. Domnívám se, že toto zastoupení bude k získání potřebných informací dostačující.

Předem je důležité zmínit, že vzorek byl zvolen náhodným výběrem izolovaných kostí, aby nedošlo k zvýhodnění či naopak opomenutí některých elementů, které by mohlo vést k zavádějícím výsledkům. Analyzovaný vzorek by měl teoreticky obsahovat kosti ze všech časových horizontů, stratigrafických vrstev a podmínek uložení, které se na lokalitě vyskytovaly. Jedná se pouze o kostní jednotky, které se vyskytovaly převážně v zásypech hrobů nebo v rámci exkavované plochy. Avšak ne jako součást anatomicky ucelených skeletů.

Bohužel je materiál zbaven časového a prostorového kontextu. Tuto nevýhodu však můžeme využít ve prospěch pro budoucí studie podobných souborů. Postup,

kteřý zde předkládám, bude možný využít univerzálně, a to na soubory různé zachovalosti, různých podmínek uložení, různého stáří apod.

Na lokalitě nebyla odhalena žádná depozice kostí, ve smyslu skládky kostí nebo podobné kumulace, které by se přisuzoval původ v pohřebních praktikách z období užívání hřbitova. Objevena byla pouze jedna kumulace lidských kostí (u západní stěny kostela), která však byla vytvořena uměle během předchozího archeologického výzkumu v roce 1946 (Orna, osobní konzultace). V souboru se tento materiál nenachází.

7. Metody

Manipulace s kosterními elementy a jejich fragmenty před jejich analyzováním pro účely této práce byla minimální. Po vyjmutí ze země byly izolované kosti, spolu s dalšími nálezy typu keramika, zvířecí kosti, sklo, drobné železné artefakty apod., společně uloženy (podle nálezového kontextu) do papírového sáčku. V laboratořích Západočeského muzea se pak kosti mechanicky (kartáčkem) očistily a uložily zpět do papírových sáčků. Následně byly analyzovány pro výpočet minimálního počtu jedinců a uloženy do plastických pytlů. Zmiňuji se zde záměrně o manipulaci s osteologickým materiálem, protože způsob zpracování a způsob uložení může soubor kvantitativně tak i kvalitativně ovlivnit. V případě křehkého a drolivého materiálu jako jsou právě kosti z archeologických výzkumů, by mohlo jít o závažné negativní narušení výsledků.

Vzorek analyzovaný v této práci obsahuje pouze lidské kosti. Neobsahuje zuby, kosterní pozůstatky vykazující známky juvenility, kosti postižené patologiemi a kosti alterované ohněm. Zuby nebyly zahrnuty z důvodu jejich odlišného ontogenetického vývoje, jiných mechanických a funkčních vlastností a také proto, že podléhají jinou měrou tafonomickým činitelům, separaci, fragmentaci a transformacím vůbec (Lyman, 1994b). Dentice, která byla součástí horní a dolní čelisti, byla sice součástí zkoumaného vzorku, ale pro analýzu nebyla brána ve zřetel. Kostí juvenilních jedinců byly vyloučeny proto, že metoda diagnostických zón je z části založena na rozdělení elementu podle jeho anatomických celků. Juvenilní kosti, které již dosáhly srůstu v místě růstových chrupavek, avšak ne úplně, budou jinak podléhat separaci a fragmentaci, protože v těchto místech má kost jiné (je

oslabena) mechanické vlastnosti než kost dospělého jedince. Kosti nedospělého jedince, které nedosáhly srůstu v místě růstových chrupavek, ale jsou stále složeny z několika se vyvíjejících růstových center (např. obratle, stehenní kost apod.), budou opět podléhat fragmentaci, separaci a tafonomickým činitelům jiným způsobem. Za druhé, strukturální složení kostní tkáně je odlišné od kostní tkáně dospělých jedinců a tudíž vykazují kosti jiné mechanické vlastnosti (Cowin, 1989). Dále jsou kosti nedospělých jedinců jiného minerálního složení (nejsou kalcifikovány na takové úrovni jako kosti dospělých jedinců [Walker et al., 1988]), tudíž budou jinak reagovat pod tlakem sedimentu nebo vlivem pH půdního prostředí (Guy et al., 1997). Již kvůli odlišnému minerálnímu složení je nutné hodnotit juvenilní kosti a kosti dospělých jedinců zvlášť (Gordon a Buikstra, 1981). Roli zde hraje věk a pohlaví jedince a byla-li kost někdy postižena patologií (Cowin, 1989). Patologické projevy se tedy rovněž podepisují na mechanických vlastnostech elementů či zlomků elementů. Mohou mít například vliv na dislokaci kostry (Sládek et al., 2006) nebo separaci elementů a jejich fragmentů v postdepozičním uložení (např. u nesrostlých fraktur).

7.1. Identifikace

Identifikace elementu nebo fragmentu elementu probíhala na základě odborné literatury a osteologických standardů (Čihák, 2001; Buikstra a Ubelaker, 1994; White a Folkens, 2005). K dispozici byly rovněž kompletní kosterní elementy jako srovnávací materiál. U některých kostních jednotek však nebylo možné provést identifikaci z důvodu jejich nedostatečného a zlomkovitého zachování nebo pro vysoký stupeň abraze kosti, který vedl ke smazání identifikačních znaků. Rovněž dochovaná velikost fragmentu ovlivňuje jeho identifikaci (Stodder, 2008). Pokud nebyla možnost identifikace na úrovni zařazení k určitému elementu, byla sledovaná kostní jednotka zařazena do kategorie neidentifikovatelných kostí. Tyto neidentifikovatelné fragmenty elementů byly dále analyzovány alespoň na úrovni typu kosti – dlouhá, krátká, plochá apod., a byl u nich sledován stupeň zvětrávání.

7.2. Stranové určení

Stranové určení je vedle samotné identifikace druhou základní informací sledovanou u kosterního elementu či fragmentu elementu. Primárním důvodem stanovení stranového určení je zjistit, jestli se elementy z pravé a levé strany zachovávají stejně, nebo zdali existuje nějaká neočekávaná výjimka či trend.

7.3. Typ elementu

Při vytváření tohoto kritéria byli nejvíce brány v úvahu morfologické a proporční aspekty elementu, u kterých je předpoklad pro obdobnou fragmentaci, separaci a další transformační procesy.

Bylo vytvořeno sedm kategorií typů elementů:

- 1) dlouhé velké (*femur, tibia, humerus*)
- 2) dlouhé střední (*fibula, radius, ulna*)
- 3) dlouhé malé (*metacarpí, metatarsi, clavícula*)
- 4) ploché (*sternum, costae, scapula*)
- 5) mnohotvaré (*os sacrum, os coxae, vertebrae, mandíbula, calcaneus, talus*)
- 6) dvouzónové (*carpi, tarsi, phalangae, pattela*)
- 7) lebka (*neurocranium, splanchnocranium*)

7.4. Diagnostické zóny

Metoda diagnostických zón použitá v této práci vychází z publikace Knüsel a Outram (2004), která se primárně týkala výpočtů MNI (*minimum number of individuals*), MNE (*minimum number of elements*) a NISP (*number of identifiable specimens*). Původ této metody je v zooarcheologii (Dobney a Rielly, 1988). Metoda vychází z rozdělení kosterních elementů na jednotlivé diagnostické zóny, které odpovídají anatomickým a převážně i morfologickým celkům na sledovaném elementu, což dobře reflektuje s předpoklady pro fragmentaci a separaci elementů a jejich fragmentů. Pro účely této práce byla nicméně metoda Knüsel a Outram (2004) upravena.

První úprava metody spočívá ve sjednocení počtu diagnostických zón u elementů, které spolu sdílejí typ elementu. Sjednotit počet zón na všech typech elementů však není možné, protože tvar každého elementu (například u typu mnohotvarých kostí) je velice specifický. Pokoušet se tedy ucelit počet zón u všech typů elementů by bylo velice obtížné, ne-li nemožné. Domnívám se, že je i nelogické srovnávat tvar a počet zón například u pánevní kosti, obratlů anebo kostí patní. Ovšem s kategorií pro tvar elementu bylo nutné operovat. Stejný počet zón se pro typy elementů ustavil pouze pro velké dlouhé (11 zón), střední dlouhé (šest zón), malé dlouhé (tři zóny) a dvouzónové (dvě zóny) elementy. Bylo tedy nutné upravit počet zón na některých elementech (viz dále). Druhá modifikace se týkala právě počtu zón, aby bylo možné lépe vystihnout a podchytit způsob fragmentace elementů. Změna byla provedena u obratlů, křížové kosti, kosti vřetenní, kosti loketní, kosti holenní, dolní čelisti, u všech kostí zápěstních a některých kostí zánártních.

Pro přehlednost aplikace metody diagnostických zón, jsou všechny jednotlivé elementy s charakteristikou jejich diagnostických zón, popsány v přílohách (9.2. Diagnostické zóny). V následujícím odstavci stručně popíši modifikaci metody Knüsel a Outram (2004).

Obratlům byla přidána jedna zóna (Obr. 4.), a to tak, že původně jedna zóna, která odpovídala celému tělu obratle, se rozdělila na dvě části (ventrální a dorsální). Zvláštní péči v rozdělení diagnostických zón pak vyžadoval *atlas* (Obr. 5.) a *axis* (Obr. 6). *Atlas* i *axis* jsou velmi specifickými obratli, protože tělo prvního obratle se *de facto* nachází na druhém obratli (Čihák, 2001). U kosti vřetenní (Obr. 7.) a loketní (Obr. 8.) se změna týkala redukce množství zón na šest, aby se docílilo stejného počtu u obou elementů a také jednotného počtu s lýtkovou kostí (Obr. 9.). Holenní kosti přibyla jedna zóna, která se vztahuje na *malleolus medialis* (Obr. 10.), aby se počtem zón vyrovnala kosti pažní (Obr. 11.) a kosti stehenní (Obr. 12.). Sedmá zóna dolní čelisti (Obr. 13.) se přemístila z ventrální části (*protuberantia mentalis*) na *processus condylaris*. Druhá zóna dolní čelisti se tak zvětšila (o ubranou sedmou zónu) na ventrální část zabírající *protuberantia mentalis* a *tuberculum mentale* a alveol řezáků a špičáků. Knüsel a Outram (2004) používají pro dolní čelist zóny 1–7 pro obě strany (pravá a levá). Pro účel této práce to však není aplikovatelné, protože v situaci, kdy je dochovaná například celá *mandibula* bychom ji nemohli skórovat jako jednu celou kost. Jedno hodnocení se tedy provedlo pro pravou stranu a druhé pro levou stranu. Jako řešení se ukázalo hodnotit pravou část zónami 1–7 a levou

část zónami 8–14. Číslování odpovídá 1=8, 2=9, 3=10, atd.; platí vždy pro stejnou zónu jen s jinou stranovou orientací. Kosti hlezenní byla přidána jedna diagnostická zóna, která odpovídá *processus lateralis* (Obr. 14.).

7.5. Kompletnost

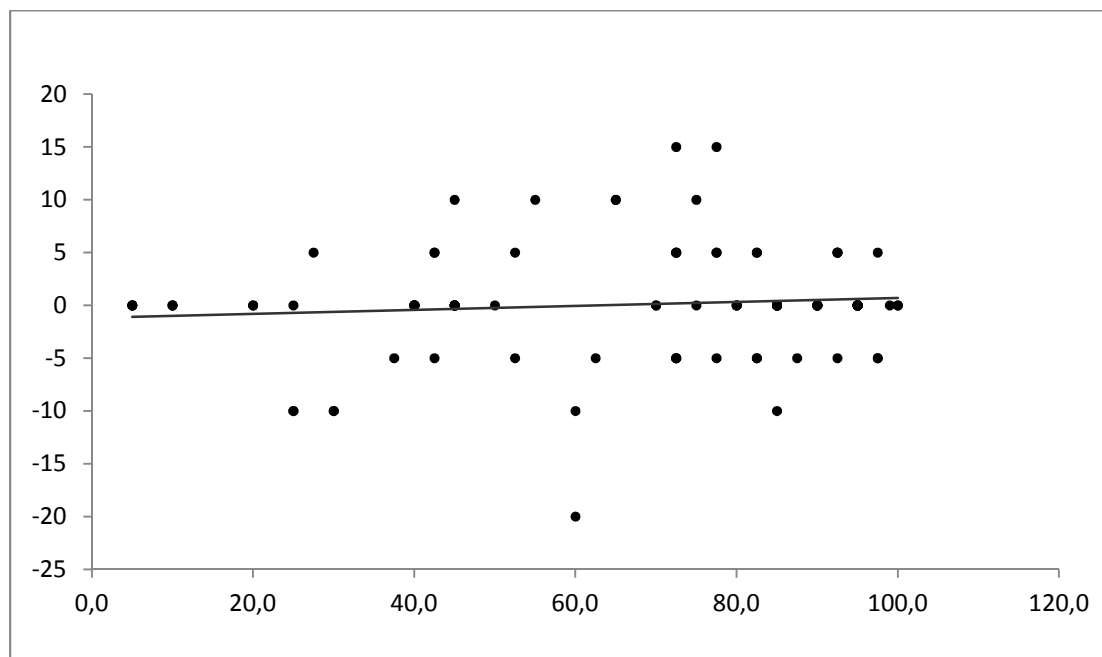
Kompletnost je kategorie pozorování, kdy je každá pozorovaná kosterní jednotka hodnocena procentuálním zastoupením z původního (normálního) stavu elementu. Problém nastává již záhy v momentě pozorování badatele, které v tomto případě má velký sklon k subjektivnosti. Zkušebně bylo dvakrát pozorováno jedním badatelem v rozmezí jednoho týdne náhodně zvolený vzorek 100 kostních jednotek. Kompletnost jednotlivých elementů nebo jejich fragmentů byla hodnocena na škále po 5% intervalech. Výsledné hodnoty tohoto pozorování byly vyhodnoceny pomocí softwaru k výpočtu chyby měření (software pro výpočet chyby měření; Galeta, 2011) a vyneseny do tabulky (Tab.1.) a Bland-Altmanova grafu (Graf 2.). Interval spolehlivosti byl nastaven na 95% spolehlivost. MD (*mean difference*) je hodnota udávající průměrný rozdíl mezi prvním a druhým pozorováním. SE of MD (*standard error of mean difference*) tato funkce vrací směrodatnou chybu MD prvního a druhého pozorování u stejného objektu. SD (*standard difference*) je míra náhodné chyby při hodnocení. LA1,2 (*limits of agreement*) udávají interval, ve kterém bychom měli očekávat 95% rozdíly mezi prvním a druhým pozorováním. MAD (*mean absolute difference*) odhaduje celkový rozdíl mezi prvním a druhým pozorováním. SE of MAD (*standard error of mean absolute difference*) vrací směrodatnou chybu MAD prvního a druhého pozorování u stejného objektu (Sládek et al., 2010; Galeta, 2011).

Tab. 1.

n	100
MD	0,05
SE of MD	0,52
LA 1	-10,14
LA 2	10,24
MAD	3,05
SE of MAD	0,42

Tab. 1. Chybovost hodnocení intraobservační chyby po 5% intervalech s 95% intervalem spolehlivosti.

Aby se předešlo tak vysokému intraobservačnímu omylu (SE of MD=0,52), které nastalo při hodnocení s 5% intervalem hodnocení, bylo nutné metodiku přehodnotit. Způsob hodnocení byl zjednodušen a inspirován prací M. Margolise (2007). Finální hodnocení kompletnosti elementů a jejich fragmentů použité v této práci, bylo nově zaznamenáváno ve třech kategoriích: C (*complete*) 100–75%; P (*partial*) 75–25%; F (*fragmental*) 25% a méně.



Graf 2. Residua měření intraobservační chyby.

7.6. Zvětrávání kostí

Zvětrávání (*weathering*) je proces, který působí na kosti na povrchu nebo v půdě a při kterém dochází k degradaci struktury kosti způsobené oddělením organické a anorganické složky za působení chemických a fyzikálních činitelů (Behrensmayer, 1978). Jedná se o důležitý biostratinomický a tafonomický indikátor (Lyman, 1994b). Efekt zvětrávání a jeho načasování může být ovlivněno klimatickými a přírodními poměry (Stodder, 2008). Zvětralý povrch kostí byl hodnocen v šesti kategoriích (stupeň 0 – 5) dle Behrensmayer (1978) podle pokročilosti zvětrávání. Hodnocení bylo prováděno makroskopicky.

Stupeň 0: na povrchu kosti nejsou známky popraskání nebo odlupování.
 Stupeň 1: na povrchu kosti se začínají objevovat praskliny, obvykle jsou tyto

praskliny rovnoběžné s fibrózní strukturou kosti. Kloubní plochy mohou jevit známky mozaikovitého popraskání. Stupeň 2: z povrchu se začínají odlupovat svrchní vrstvy kompakty a odhalují tak spodnější struktury kosti. Stupeň 3: části svrchní vrstvy kompaktní kosti odpadly úplně a povrch je hrubý a homogenně zvětralý. Objevují se větší praskliny. Stupeň 4: povrch kosti je zdrsňený a jsou zde evidentní hluboké praskliny s roztřepeným nebo zaobleným okrajem. Z kosti mohou odpadat některé její části. Stupeň 5: kost se rozpadá již při exkavaci, je křehká a snadno se fragmentuje. Může být obtížné kost identifikovat.

7.7. Stopy po nástrojích

Na kostech byly sledovány zejména stopy po exkavačních nástrojích, protože badatelé a studenti svou manipulací (především postupem exkavace v terénu) mohou poškozovat osteologické pozůstatky (Stodder, 2008) a napomáhat tak k jejich fragmentaci a separaci. Jedná se hlavně o stopy od motyčky / lopatky, špachtlí a krumpáče. Znamky jiných nástrojů, jako například dokladů kanibalismu se ani neočekávali. Mohli by se však vyskytovat řezné stopy na kostech v místech kloubních spojů. Ne jako stopy po konfliktu nebo násilí, ale při některých pohřebních praktikách (sekundární pohřby) může docházet především k řezným dislokacím kloubů, které ještě mohou držet v ucelené podobě, nebo k odstranění jiných nežádáných měkkých tkání (Duday, 2009).

V tomto případě byly cílem hodnocení stopy po exkavačních nástrojích, které zanechávají na suché, archeologizované kosti (*dry bone*) specifické stopy. Například okraje kosti v místě poškození motyčkou / lopatkou jsou světlejší (bíložluté) od vlastního povrchu kosti (viz také Ubelaker a Adams, 1995). Řez je zpravidla rovný a z okraje se mohou odlupovat drobné částičky až šupinky. Špachtle mohou zanechat lineární žlábkové stopy s tupým okrajem. Většinou je na jednom konci žlábek hlubší. Nejmarkantnější jsou stopy od krumpáče, které zanechávají čtvercové otvory. Kost je v těchto místech rozdrčená a může docházet k její fragmentaci i při analyzování.

7.8. Maximální velikost

Elementy a fragmenty elementů byly měřeny ve své dochované maximální délce na osteologické desce s přesností na jedno desetinné místo. Cílem tohoto měření je zjistit, jestli absolutní velikost kostní jednotky hraje nějakou roli v souboru izolovaných kostí. Má-li rozměrově větší element či jeho fragment větší šanci se do souboru dostat, nebo bude v terénu podléhat většímu působení tafonomických činitelů, rozpadne se na menší části a poté nebude z nějakého důvodu (úplný zánik, záměna za nedůležitý prvek při exkavaci, apod.) součástí souboru? Nebo naopak má-li rozměrově menší element nebo jeho zlomek větší šanci se v souboru objevit, protože není tolik vystaven působení tafonomických činitelů a nedojte tak k jeho zániku apod.?

8. Závěr

Tato diplomová práce se věnovala hodnocení fragmentace a separace kostních elementů. Hodnocení bylo provedeno na souboru izolovaných lidských kostí z pohřebiště U Zvonu v Plzni. Jako všechny nálezy z archeologických lokalit, byl i tento soubor ovlivněn řadou procesů. Nejprve působením tafonomických činitelů a depozičních podmínek, pohřebních praktik a v poslední řadě samotnou exkavací. Toto působení zanechalo na souboru své stopy, které jsou důkazem způsobu formování tohoto souboru a také dokladem událostí a procesů, které působili v rámci pohřebního areálu. Formování souboru probíhalo především jako selekční tlak, který zvýhodňoval, nebo naopak znevýhodňoval některé elementy. To se posléze odrazilo v jejich frekvenčním výskytu v souboru.

Jako způsob hodnocení byla zvolena metoda diagnostických zón (Knüsel a Outram, 2004). Její rozvržení velmi dobře koreluje s možnostmi fragmentace a následné separace kostních elementů a jejich fragmentů. Tato metodika byla doplněna o sledování stupně zvětrávání, stop po nástrojích, stop po kořenech a stop po okusu zvířaty, včetně samotné identifikace kostní jednotky a jejího stranového určení. Dále se zaznamenávala kompletnost, typ elementu a maximální délka kostní jednotky. Bohužel nebyla první aplikace této metodiky natolik kvalitní, aby mohla být použita pro účel diplomové práce. Metodologie byla nově kvalitativně upravena a některé její části zjednodušeny. Vzorek hodnocených kostí byl zdvojnásoben.

Nicméně, nebyl zatím prostor pro novou analýzu, a proto prosím považujte tuto práci pouze za přípravou pro finální zpracování tématu.

Následuje druhá stejná část. Seznam literatury a příloh je na svém místě.

9. Úvod

Archeologické výzkumy produkují mnoho různých forem nálezů, které archeolog není zcela způsobilý, díky svému specifickému zaměření, korektně zpracovat. Pro komplexnost dat, které bychom měli z výzkumu vytěžit, poskytuje archeolog tento materiál k vyzvednutí a dokumentaci jinak specializovaným odborníkům (antropologům, zooarcheologům, geologům apod.). Interdisciplinární přístup při studiu pohřebišť vede k užitečnějším a přesnějším výsledkům (Sosna et al., 2010). Mezi materiál, který by měl podléhat interdisciplinárnímu zkoumání, patří i soubory lidských kostí (nemusí se však jednat vždy jen o archeologické výzkumy) – ať už pochází z pohřebišť či jiných areálů – skládající se z artikulovaných celků (například hrobů) a izolovaných kostí. Trendem ve výzkumu pohřebišť je věnovat nejvíce pozornosti jedincům nalezených v anatomické poloze. Avšak pro pochopení hřbitova jako celku je tento přístup nedostačující (Sládek et al., 2008). Izolované kosti, nebo zkráceně izoláty chápeme jako elementy nebo fragmenty elementu, které se nenacházejí v anatomické artikulaci s předpokládaným celkem, tedy žádnou jinou kostí (Galeta et al., 2008). Izolované kosti jsou velmi častým nálezem na archeologických výzkumech. Jsou však běžně opomíjeným materiálem. Nicméně se specifickou výpovědní hodnotou.

Studii, které se věnují izolovaným kosterním ostatkům, není mnoho. Více než antropologie se tomuto tématu věnuje zooarcheologie, ale ta se většinou omezuje na výpočty množství jedinců nebo druhů, popřípadě stopám po porcování (*butchery marks*) apod. (více např. Outram et al., 2005; Reitz a Wing, 2008; Lyman, 2008). V biologicko-antropologickém prostředí se tematika izolovaných kostí začala řešit poměrně recentně (Willey et al., 1997; Outram et al., 2005; Margolis, 2007; Galeta et al., 2008; Sládek et al., 2008; Píšová, 2011). Obdobně se podobnému tématu jako tato práce věnuje studie Margolise (2007), a proto se nabízí udělat částečné srovnání.

Některé kosterní elementy mají v souborech hojně zastoupení jiné naopak nižší nebo úplně chybí. Mechanismy destrukce (fragmentace) a transportu (separace), které formují soubory izolovaných kostí, jsou rozličné tafonomické procesy (Lyman, 1985). Ideální materiál pro hodnocení fragmentace a separace v kontextu tafonomických činitelů a exkavačních postupů se naskytl díky záchrannému archeologickému výzkumu hřbitova v Plzni U Zvonu. Během tohoto výzkumu bylo odkryto (mimo jiné) enormní množství izolovaných lidských kostí, jejichž analýze se věnuje tato práce.

Vyvstává zde řada otázek ohledně procesů, které se podílely, nebo se mohly podílet, na formování tohoto souboru. Jaký tafonomický činitel byl hlavním aktérem? Můžeme stopy tohoto činitele vůbec sledovat? Jakými způsoby bude ovlivněna separace kostních izolátů od skeletu jako celku a jejich následná fragmentace? Mají určité kosterní elementy (či jejich fragmenty) větší pravděpodobnost stát se izolátem (např. s ohledem na jejich velikost, tvar, reliéf, hustotu tkáně, robusticitu atd.)? Má separovaný element větší pravděpodobnost se fragmentovat, nebo úplně zaniknout? Zodpovězení těchto otázek nám může umožnit lépe pochopit a sledovat proces vzniku izolovaných kostí a přispět k obecnému porozumění utváření takovýchto souborů. S tím se rovněž pojí geneze pohřebišť, jejich vztah k ostatním areálům aktivit a činností, které se zde v minulosti odehrávaly. Stejně tak i nakládání s životem a smrtí ve středověkém až novověkém městském prostředí.

9.1. Terminologie

I když se tato práce věnuje analýze lidských kostí, terminologie, která se zde používá je přebrána ze zooarcheologie, která se tématu fragmentace a separace věnuje nejvíce. Aby nedocházelo k záměně, či chybnému pochopení problematiky je nutné si předem explicitně definovat pojmy, se kterými se v této práci operuje. Záleží také na překladu z cizojazyčné literatury, proto se česká terminologie použitá v této práci může lišit od prací jiných. Pro přesnost uvádím do závorek originální terminologii.

Primárním pojmem je element (*element* či *skeletal element*), který představuje jednu kompletní kost nebo zub, tj. například kompletní pažní kost nebo žebro. Obvykle se používá ve spojení s anatomicky uloženými ostatky (Lyman, 1994a;

2008). Pokud máme k dispozici jen část elementu, která vznikla jeho rozpadem, pak tuto část nazýváme fragment elementu (*fragment of an element*) (Reitz and Wing, 2008). Důležitým termínem je jedinec (*specimen*). Jedná se o jednotku pozorování (nikoliv celý člověk nebo kostra) a může představovat celou izolovanou kost, zub nebo jejich fragmenty. Příkladem může být distální část stehenní kosti nebo rameno dolní čelisti se zubem. Všechny *specimens* jsou zároveň kosterními elementy, ale všechny kosterní elementy nemusí být *specimens*. *Specimens* se totiž od kosterního elementu odvozují. V kontextu izolovaných kostí se jedná o vhodněji použitý termín, protože termín kosterní element inklinuje k celé anatomické jednotce (Lyman, 2008). V této práci bude použit namísto termínu *specimens* pojmenování „element a jeho fragmenty“ nebo „kostní jednotka“, protože tyto označení poměrně dobře vystihují originální znění. Jiná terminologie by mohla být zavádějící. Dále se v literatuře setkáváme s termínem fragment/zlomek (*fragment*) nebo kosterní fragment/kosterní zlomek (*bone fragment*), který označuje jeden a tentýž objekt (Lyman, 1994a), respektive *fragment of an element*.

10. Lokalita U Zvonu

Lokalita U Zvonu se nachází ve východní části historického předměstí na levém břehu řeky Radbuzy v Plzni. Díky své poloze se toto místo nevyhnulo řadě historických i přírodních událostí spojených s utvářením města Plzně.

10.1. Historie lokality

Většina událostí, které se odehrávají na pohřebních lokalitách, zasahují také do pohřebních kontextů a přispívají tak k tafonomickým procesům a rovněž k fragmentaci a separaci kostních elementů. V této kapitole proto zběžně představím některé události, které jsou spojené s historií hřbitova U Zvonu.

Nejstarší časový horizont lokality sahá již do 90. let 13. století a je spojený se založením města Plzně. Od 14. století zde také probíhala čilá stavební činnost. Ve dvacátých letech 14. století zde vznikl špitál (odtud Špitálské předměstí, *suburbium hospitalense*, *preurbium circa hospitale*) s kaplí sv. Máří Magdaleny, zahradou a hřbitovem (Orna, 2010). Pohřbívat se zde začalo již od vysvěcení (počátek 20. let.

14. stol.) kaple sv. Máří Magdaleny. Pohřbívání se však v tomto období omezovalo pouze na bližší areál okolo kaple (Orna, osobní konzultace). Roku 1433 v rámci husitských válek byla celá kaple a zřejmě i špitál srovnán se zemí. Nicméně po skončení tohoto období byly stavby obnoveny na původních půdorysech. Někdy v letech 1495 – 1503 došlo k přestavbě kaple sv. Máří Magdaleny na pozdně gotický kostel a další přestavba proběhla někdy ve druhé polovině 16. století (Orna, 2010).

Další pohromou byla třicetiletá válka, při které bylo roku 1618 celé Špitálské předměstí vypálené. Obnovy se dostalo až po skončení války a v této podobě situace ustala na dalších více než sto let (Orna, 2010). S obnovou špitálu a kaple souvisí i zvětšení prostoru pohřebiště. Některé pohřby byly zachyceny právě v prostoru starého špitálu (Orna, osobní konzultace).

Roku 1779 byla schválena výstavba barokní kostnice v jižní části hřbitova. Důležitým mezníkem byl rok 1783, kdy došlo ke zrušení kaple sv. Máří Magdaleny a roku 1784 byl z hygienických důvodů zrušen i přilehlý špitální hřbitov. Tento proces byl běžný na konci 18. století, kdy docházelo k přesunům hřbitovů z intravilánů nebo center měst na nové nebo jiné hřbitovy (Unger, 2006). Budovy byly odstraněny a byl zde postaven jednopatrový dům plzeňského zvonáře (odtud U Zvonu). Budovy byly nadále přestavovány a podsklepeny. V 70. letech 19. století zde vyrostl činžovní dům, který zabíral celou parcelu. Ve 20. letech 20. století byla zhotovena kanalizace.

Roku 1944 byl dům zasažen při bombardování a roku 1946 opraven. Po zjištění, že stavba využívá relikty starého kostela, byl proveden archeologický výzkum pod vedením doc. Václava Mencla. Tento výzkum se dotkl převážně původní stavby kostela, ale zasahoval i do pohřebních kontextů. Výsledky tohoto výzkumu také poukazují na zvýšení nivelety v místech hřbitova. Povodně v roce 2002 dům poničily natolik, že musel být stržen a poté byla parcela upravena do parkové podoby. V roce 1999 proběhl další archeologický výzkum z důvodu rozvodu plynu a opět, i když jen okrajově, zasáhl do pohřebních kontextů. Dotčený prostor byl také v minulosti několikrát vypálen a docházelo zde často k povodním (Orna, 2010).

10.2. Archeologický výzkum 2010 – 2011

Archeologický výzkum z roku 2010 – 2011 vedený Mgr. Jiřím Ornou se týkal zhruba 1/5 prostoru parcely U Zvonu. Nezasáhl ale do rozsahu celého hřbitova, jehož

pozůstatky se nadále (snad nedotčené) ukrývají pod zemí. Exkavace probíhala v sondách s kontrolními bloky, většinou po mechanických vrstvách, pokud situace neumožňovala odkrývat po stratigrafických vrstvách. Průměrná maximální hloubka se pohybovala okolo 3m.

Výzkum zachytil předpokládané etážové městské pohřebiště s orientací hrobů převážně V-Z, byť s částečnou variabilitou v jejich orientaci (Obr. 2.). Dále výzkum odhalil západní část gotického kostela sv. Máří Magdaleny. Na základě zkoumané chronologie devocionálií z odkrývaných hrobů se archeologický výzkum týkal poslední fáze pohřbívání – tedy konce 17. století až roku 1784, kdy byl hřbitov zrušen (Stehlíková, 2012). Geofyzikální průzkum geoelektrickým odporovým měřením potvrdil některé historické skutečnosti a ukázal značné úpravy terénu na lokalitě (Orna, 2010). Co se týče osteologické části výzkumu, bylo vyzvednuto celkem přes 230 jedinců v anatomické poloze a enormní množství izolovaných lidských kostí. Rovněž bylo evidováno překrývání a narušení některých hrobů (Obr. 1.), které potvrzuje procesy spojené s pohřebními praktiky na etážových hřbitovech.

10.3. Pohřbívání ve 14. – 18. století v kontextu zkoumané lokality

10.3.2. Etážová pohřebiště

Lokalita U Zvonu je typickým městským etážovým hřbitovem jaké známe z celé Evropy. Charakteristikou etážového pohřebiště je ukládání nebožtíků nad sebou ve vrstvách. Etážová pohřebiště, postupně doplňovaná stavbou kostela, začala převažovat nad plochými řadovými pohřebišti začátkem 12. století (Píšová, 2011). Funkce středověkého hřbitova nebyla jen ryze pohřební, ale docházelo zde i ke shromažďování obyvatel (Živný, 2005), konání různých společenských aktivit (Chroustovský a Průchová, 2011) nebo jako obecné volné prostranství (Ariés, 2000b). Užívání etážových pohřebišť je typické pro středověké až novověké období. Některé kostelní etážové hřbitovy založené ve 13. století plnily svou funkci až do novověku. V rozmezí 13. – 18. století byly kostelní hřbitovy převažujícím místem pro pohřbívání (Živný, 2005). V tomto období kontrolovala pohřební rítus na českém území katolická církev. Pohřby se odehrávaly bezvýhradně na kostelních hřbitovech. Orientace hrobů byla určena osou kostela ve směru V-Z, ale mohly se vyskytovat i výjimky, především v blízkosti kněžiště (vyšší sociální status apod.). Hroby se rychle

stávaly anonymními, protože plocha hřbitova byla volně zarostlá trávou a hroby byly označeny jen velmi zřídka (Unger, 2002). Častými dalšími pohřby do vrstev nad sebou docházelo opakovaně k narušování a překrývání (superpozice) starších hrobů, nebo jejich částí, a pohřebních kontextů (Píšová, 2011). Na hřbitovech byl rovněž běžný výskyt lidských kosterních ostatků, které tam jen volně ležely nebo vyčnívaly ze země (Unger, 2006).

Z Evropského kontextu, například z Británie, jsou známé případy, kdy byl hřbitovní prostor využíván i jako pastva pro farní dobytek nebo si zde dokonce člen z farnosti postavil stodolu (Ariés, 2000b). Protože zvířata narušují hroby, byly z praktických (zamezení přístupu dobytka) i sakrálních (oddělení světa živých a mrtvých) důvodů ohrazeny hřbitovy zdí, a prostorově se tak hřbitov odlišoval od jiných areálů. Přístup na hřbitovy mohl být veden přes tzv. *curifraga*, železný rošt položený na zemi ve vstupu do areálu, přes který pak neprošel dobytek a měl i svoji spirituální funkci. Ovšem pro některé živočichy, jako kočky nebo ptáky, byl přístup stále volný (Unger, 2002; Živný, 2005).

Začátek první třetiny 18. století se stal počátkem konce pro městské etážové hřbitovy, ale i pro pohřby v prostorách kostelů. V této době se začala řešit otázka zápachu, šíření nemocí a hygienických problémů obecně, které se spojovaly s pohřbíváním ve městech. Z tohoto důvodu bylo nutné přesunout městské hřbitovy na okraje měst a na venkov (Ariés, 2000b). Stejný osud potkal i hřbitov U Zvonu. Rušení a přesouvání hřbitovů se neobešlo bez exhumací některých těl a ostatků, například z hromadných hrobů. V některých (humánnějších) případech se kosti umisťovaly do kostnic nebo kárnerů (Unger, 2006). Nicméně, výběr kosterních elementů umístěných do kostnic probíhal pod specifickou selekcí. Některé elementy se v souborech kostnic vyskytují velmi zřídka nebo vůbec (Píšová, 2011). Často také při rušení hřbitovů docházelo k mísení a drcení ostatků, které pak byly srovnány na ploše (zrušeného) hřbitova železnými branami (jaké známe například ze zemědělství). Nové využití pozemku bylo tedy založeno na „*udusané směsici zeminy a kostí*“ (Ariés, 2000b, p. 38). Osud lidských ostatků a zacházení s nimi se stalo pro tehdejší obyvatele lhostejnou záležitostí (Ariés, 2000b).

10.3.3. Pohřební praktiky

Dalším z faktorů podílejících se na formování souborů izolovaných kostí jsou pohřební praktiky. V našem případě způsob, jakým byli jedinci ukládáni do země a jaké okolnosti tento postup provázely. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, docházelo na středověkých a novověkých hřbitovech k narušování starších hrobů a v nich uložených ostatků (např. Králíková, 2007). Nebylo také výjimkou, že se do jednoho hrobu uložilo i několik těl, případně šlo o opakované pohřby do jedné hrobové jámy (Kostka a Šmolíková, 1998). Stávalo se také, že pokud bylo k pohřbu dopraveno více zemřelých, mohli být uloženi v jednom hrobu. Často se pak musela hrobová jáma zvětšovat (Králíková, 2007). Ariés (2000a) zmiňuje velké společné hroby, které byly určeny především pro chudě, kteří neměli na pohřební poplatky. „Kapacita“ těchto jam se pohybovala od šesti do 15 kadaverů. V dobách epidemií pojaly tyto jámy až 500 těl. Nové společné hroby se kopaly většinou v místech těch původních. Kostí z narušených hrobů pak byly ukládány do kostnic či karnérů (Ariés, 2000a; Králíková, 2007), do jam vykopaných na okraji hřbitova (Unger, 2002) nebo byly kosti uloženy zpět do nové hrobové jámy, obvykle ke stěně, do rohu, k nohám či hlavě, nebo na dno a poté překryty zeminou či zabaleny do látky (Kostka a Šmolíková, 1998).

Na zásyp hrobových jam se používala vykopaná hřbitovní hlína, tedy zemina s pozůstatky lidských ostatků, které se v ní běžně vyskytovaly. I když měli hrobníci s nalezenými ostatky zacházet podle hřbitovních regulí a věnovat péči všem odhaleným kostem, nebylo tomu tak. Proto se velké množství ostatků dostalo do zásypu jiných hrobů (Kostka a Šmolíková, 1998). Tyto praktiky byly na hřbitovech běžnou praxí a kosti byly tímto způsobem postupně vyzdvihovány a postupně opět ukládány. Izolované kosti tak mohly i několikrát změnit polohu svého uložení (Píšová, 2011). Důvodem je zřejmě způsob (nedbalost), jakým byly jámy kopány či neznalost lidského skeletu a tedy přehlížení některých kosterních elementů (pravděpodobně těch drobných a nevýrazných), které napomáhalo k jejich separaci a fragmentaci. Velké elementy se v důsledku častého překopávání hřbitova mohly fragmentovat na menší části a posléze dále podléhat vlivu tafonomických činitelů.

Jiné způsoby zacházení s těly zemřelých jsou doloženy u specifických skupin. Většinou šlo o skupiny jiného náboženského vyznání, sociálního postavení, delikventů, dětí apod. (Unger, 2002; Králíková, 2007). Při studiu pohřebního ritu a

dalších okolností s ním spojených musíme tedy zvažovat kulturní kontext, časové období, etnicitu, náboženskou identitu pohřbeného, funerální praktiky a přírodní a sociální poměry (Chroustovský a Průchová, 2011).

Dalším ze způsobů nakládání s lidskými ostatky jsou sekundární pohřební praktiky (*secondary burials*, *secondary graves*, *pourrissoirs*), kdy se lidské ostatky (buď plně skeletonizované nebo se kosti oddělovaly od zbytků měkkých tkání) přesouvají z jednoho úložiště na druhé. U sekundárního pohřbu chybí anatomické souvislosti mezi jednotlivými elementy a některé elementy (zpravidla ty menší a nenápadné) mohou i chybět (Duday, 2009). Docházelo však buď k přesunu všech ostatků, nebo jen jejich částí. Vybrané kosterní elementy se poté umístily do hrobky, osária, karneru nebo do společných jam (Ariés, 2000a; Duday, 2009). Často byly ale některé ostatky ignorovány a ponechány ve svém primárním úložišti. Co se dělo s nevyzvednutými elementy autor neuvádí (Duday, 2009). Zřejmě se tyto nevyzvednuté elementy dostaly do zásypu jiných hrobů a mohli tak i několikrát měnit svou pozici (Píšová, 2011).

11. Cíle práce

Tato práce si dává za cíl zhodnocení separace a fragmentace izolovaných lidských kosterních elementů s pomocí jejich frekvence v souboru s cílem objasnit, kteří z tafonomických činitelů (přírodní procesy a/nebo antropogenní činnost) mohou hrát hlavní roli při formování souborů izolovaných kostí. Mezi tafonomické činitele, kteří budou sledováni, patří stupeň eroze, stopy po nástrojích, stopy po kořenech a stopy po okusu zvířaty. Dále jakým způsobem dochází k separaci a fragmentaci kosterních elementů a jaké kosterní elementy jsou v tomto případě zvýhodněny nebo znevýhodněny. Úkolem bude zjistit, zda má vliv velikost kosti, morfologická členitost elementu, její vnitřní struktura nebo místo na skeletu, ze kterého kost pochází (např. periferní anatomické umístění kostí ruky a nohy).

11.1. Pohřbívání ve 14. – 18. století v kontextu zkoumané lokality

11.1.2. Etážová pohřebiště

Lokalita U Zvonu je typickým městským etážovým hřbitovem jaké známe z celé Evropy. Charakteristikou etážového pohřebiště je ukládání nebožtíků nad sebou ve vrstvách. Etážová pohřebiště, postupně doplňovaná stavbou kostela, začala převažovat nad plochými řadovými pohřebišti začátkem 12. století (Píšová, 2011). Funkce středověkého hřbitova nebyla jen ryze pohřební, ale docházelo zde i ke shromažďování obyvatel (Živný, 2005), konání různých společenských aktivit (Chroustovský a Průchová, 2011) nebo jako obecné volné prostranství (Ariés, 2000b). Užívání etážových pohřebišť je typické pro středověké až novověké období. Některé kostelní etážové hřbitovy založené ve 13. století plnily svou funkci až do novověku. V rozmezí 13. – 18. století byly kostelní hřbitovy převažujícím místem pro pohřbívání (Živný, 2005). V tomto období kontrolovala pohřební ritus na českém území katolická církev. Pohřby se odehrávaly bezvýhradně na kostelních hřbitovech. Orientace hrobů byla určena osou kostela ve směru V-Z, ale mohly se vyskytovat i výjimky, především v blízkosti kněžiště (vyšší sociální status apod.). Hroby se rychle stávaly anonymními, protože plocha hřbitova byla volně zarostlá trávou a hroby byly označeny jen velmi zřídka (Unger, 2002). Častými dalšími pohřby do vrstev nad sebou docházelo opakovaně k narušování a překrývání (superpozice) starších hrobů, nebo jejich částí, a pohřebních kontextů (Píšová, 2011). Na hřbitovech byl rovněž běžný výskyt lidských kosterních ostatků, které tam jen volně ležely nebo vyčnívaly ze země (Unger, 2006).

Z Evropského kontextu, například z Británie, jsou známé případy, kdy byl hřbitovní prostor využíván i jako pastva pro farní dobytek nebo si zde dokonce člen z farnosti postavil stodolu (Ariés, 2000b). Protože zvířata narušují hroby, byly z praktických (zamezení přístupu dobytka) i sakrálních (oddělení světa živých a mrtvých) důvodů ohrazeny hřbitovy zdí, a prostorově se tak hřbitov odlišoval od jiných areálů. Přístup na hřbitovy mohl být veden přes tzv. *curifraga*, železný rošt položený na zemi ve vstupu do areálu, přes který pak neprošel dobytek a měl i svoji spirituální funkci. Ovšem pro některé živočichy, jako kočky nebo ptáky, byl přístup stále volný (Unger, 2002; Živný, 2005).

Začátek první třetiny 18. století se stal počátkem konce pro městské etážové hřbitovy, ale i pro pohřby v prostorách kostelů. V této době se začala řešit otázka zápachu, šíření nemocí a hygienických problémů obecně, které se spojovaly s pohřbíváním ve městech. Z tohoto důvodu bylo nutné přesunout městské hřbitovy na okraje měst a na venkov (Ariés, 2000b). Stejný osud potkal i hřbitov U Zvonu. Rušení a přesouvání hřbitovů se neobešlo bez exhumací některých těl a ostatků, například z hromadných hrobů. V některých (humánnějších) případech se kosti umísťovaly do kostnic nebo karnerů (Unger, 2006). Nicméně, výběr kosterních elementů umístěných do kostnic probíhal pod specifickou selekcí. Některé elementy se v souborech kostnic vyskytují velmi zřídka nebo vůbec (Píšová, 2011). Často také při rušení hřbitovů docházelo k mísení a drcení ostatků, které pak byly srovnány na ploše (zrušeného) hřbitova železnými branami (jako známe například ze zemědělství). Nové využití pozemku bylo tedy založeno na „*udusané směsici zeminy a kostí*“ (Ariés, 2000b, p. 38). Osud lidských ostatků a zacházení s nimi se stalo pro tehdejší obyvatele lhostejnou záležitostí (Ariés, 2000b).

11.1.3. Pohřební praktiky

Dalším z faktorů podílejících se na formování souborů izolovaných kostí jsou pohřební praktiky. V našem případě způsob, jakým byli jedinci ukládáni do země a jaké okolnosti tento postup provázely. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, docházelo na středověkých a novověkých hřbitovech k narušování starších hrobů a v nich uložených ostatků (např. Králíková, 2007). Nebylo také výjimkou, že se do jednoho hrobu uložilo i několik těl, případně šlo o opakované pohřby do jedné hrobové jámy (Kostka a Šmolíková, 1998). Stávalo se také, že pokud bylo k pohřbu dopraveno více zemřelých, mohli být uloženi v jednom hrobu. Často se pak musela hrobová jáma zvětšovat (Králíková, 2007). Ariés (2000a) zmiňuje velké společné hroby, které byly určeny především pro chudě, kteří neměli na pohřební poplatky. „Kapacita“ těchto jam se pohybovala od šesti do 15 kadaverů. V dobách epidemií pojaly tyto jámy až 500 těl. Nové společné hroby se kopaly většinou v místech těch původních. Kosti z narušených hrobů pak byly ukládány do kostnic či karnerů (Ariés, 2000a; Králíková, 2007), do jam vykopaných na okraji hřbitova (Unger, 2002) nebo byly kosti uloženy zpět do nové hrobové jámy, obvykle ke stěně, do rohu, k nohám či

hlavě, nebo na dno a poté překryty zeminou či zabaleny do látky (Kostka a Šmolíková, 1998).

Na zásyp hřobových jam se používala vykopaná hřbitovní hlína, tedy zemina s pozůstatky lidských ostatků, které se v ní běžně vyskytovaly. I když měli hrobníci s nalezenými ostatky zacházet podle hřbitovních regulí a věnovat péči všem odhaleným kostem, nebylo tomu tak. Proto se velké množství ostatků dostalo do zásypu jiných hrobů (Kostka a Šmolíková, 1998). Tyto praktiky byly na hřbitovech běžnou praxí a kosti byly tímto způsobem postupně vyzdvihovány a postupně opět ukládány. Izolované kosti tak mohly i několikrát změnit polohu svého uložení (Píšová, 2011). Důvodem je zřejmě způsob (nedbalost), jakým byly jámy kopány či neznalost lidského skeletu a tedy přehlížení některých kosterních elementů (pravděpodobně těch drobných a nevýrazných), které napomáhalo k jejich separaci a fragmentaci. Velké elementy se v důsledku častého překopávání hřbitova mohly fragmentovat na menší části a posléze dále podléhat vlivu tafonomických činitelů.

Jiné způsoby zacházení s těly zemřelých jsou doloženy u specifických skupin. Většinou šlo o skupiny jiného náboženského vyznání, sociálního postavení, delikventů, dětí apod. (Unger, 2002; Králíková, 2007). Při studiu pohřebního ritu a dalších okolností s ním spojených musíme tedy zvažovat kulturní kontext, časové období, etnicitu, náboženskou identitu pohřbeného, funerální praktiky a přírodní a sociální poměry (Chroustovský a Průchová, 2011).

Dalším ze způsobů nakládání s lidskými ostatky jsou sekundární pohřební praktiky (*secondary burials*, *secondary graves*, *pourrissoirs*), kdy se lidské ostatky (buď plně skeletonizované nebo se kosti oddělovaly od zbytků měkkých tkání) přesouvají z jednoho úložiště na druhé. U sekundárního pohřbu chybí anatomické souvislosti mezi jednotlivými elementy a některé elementy (zpravidla ty menší a nenápadné) mohou i chybět (Duday, 2009). Docházelo však buď k přesunu všech ostatků, nebo jen jejich částí. Vybrané kosterní elementy se poté umístily do hrobky, osária, karneru nebo do společných jam (Ariés, 2000a; Duday, 2009). Často byly ale některé ostatky ignorovány a ponechány ve svém primárním úložišti. Co se dělo s nevyzvednutými elementy autor neuvádí (Duday, 2009). Zřejmě se tyto nevyzvednuté elementy dostaly do zásypu jiných hrobů a mohli tak i několikrát měnit svou pozici (Píšová, 2011).

12. Cíle práce

Tato práce si dává za cíl zhodnocení separace a fragmentace izolovaných lidských kosterních elementů s pomocí jejich frekvence v souboru s cílem objasnit, kteří z tafonomických činitelů (přírodní procesy a/nebo antropogenní činnost) mohou hrát hlavní roli při formování souborů izolovaných kostí. Mezi tafonomické činitele, kteří budou sledováni, patří stupeň eroze, stopy po nástrojích, stopy po kořenech a stopy po okusu zvířaty. Dále jakým způsobem dochází k separaci a fragmentaci kosterních elementů a jaké kosterní elementy jsou v tomto případě zvýhodněny nebo znevýhodněny. Úkolem bude zjistit, zda má vliv velikost kosti, morfologická členitost elementu, její vnitřní struktura nebo místo na skeletu, ze kterého kost pochází (např. periferní anatomické umístění kostí ruky a nohy).

12.1. Hypotézy

Pro tuto práci byly stanoveny tři základní hypotézy, podle kterých se odvíjí směr analýzy a prezentace výsledků. Hypotézy budou testovány jako nulové, tj. odchylky od nulových očekávání budou interpretovány jako důsledek vlivu specifických tafonomických činitelů.

H1: Drobnější části skeletu mají větší tendenci se separovat v kontextu všech tafonomických činitelů.

První hypotéza vychází z předpokladu, že drobné elementy (např. kosti ruky a nohy) se v zemi snadněji přemisťují (separují) a rychleji se vytrácí z původního kontextu, tj. z kontextu primárního uložení jedince, ať už na ně působí jakýkoliv tafonomický činitel. Roli zde také hraje jejich periferní anatomická pozice či způsob uložení končetin v hrobě, například podél těla. Pokud dojde k vyzvednutí těchto izolovaných elementů, jejich frekvence výskytu v souboru bude vyšší než u elementů větších rozměrů (*femur, ulna, clavícula* apod.).

H2: Separace i fragmentace elementů s hutnější kompaktní kostí bude menší než u kostí se slabou kompaktní kostí.

Tato hypotéza pracuje s formálními vlastnostmi kostí. Strukturou kostní tkáně, tvarem kosti, maximální délkou a robusticitou / gracilitou elementu, které se stávají faktorem pro fragmentaci a separaci.

H3: Fragmentace elementů stejného typu (dlouhé, ploché, krátké...) bude obdobná.

Posledním předpokladem je, že morfologie elementu hraje důležitou roli ve fragmentaci izolované kosti. Pokud je tvar celistvý, morfologicky jednoduchý, pak bude mnohem méně podléhat fragmentaci, protože plocha, na kterou působí tafonomičtí činitelé, nadzemní tlak a exkavační faktory je rovnoměrněji zatížena. Naopak elementy morfologicky rozličné budou podléhat fragmentaci více, protože části vyčnívající mají větší tendenci se ulomit, erodovat apod.

13. Teoretické vymezení problematiky

V následujících několika kapitolách přiblížím problematiku týkající se fragmentace a separace kosterních elementů a jejich fragmentů. Toto vymezení se vztahuje především na faktory, které se podílí na utváření a formování souborů izolovaných kostí.

13.1. Vznik izolátu

Izoláty mohou vznikat různými způsoby. V počátku procesu jsou již zmíněné tafonomické procesy. Izolované kosti vznikají rozptýlením elementů nebo jejich fragmentů (separací), které bylo způsobeno narušením původních hrobů. V narušených částech hřbitovů znamenají izolované kosti cenné (a většinou převažující) informace vypovídající o minulých zásazích (Galeta et al., 2008). Předpokládejme, že lidské kosti se do pohřebního kontextu nedostanou jako izoláty, ale v anatomicky uspořádané podobě – ať už se jedná o klasický hrob s jedním jedincem či masový hrob, anebo intencionální inhumaci / kremaci či neintencionální způsob „pohřbu“ (např. pohození jedinci). Již skeletonizací dochází k disartikulaci kostry (Lyman, 1994b). Objevení izolované kosti tedy znamená nález v sekundárním uložení. Jeden element nebo jeho fragmenty však mohli projít několikanásobnou depozicí (Píšová, 2011). Původ izolátu se tedy nezakládá na neměnnosti kontextu, ale dochází zde k dynamickému procesu transformace.

13.2. Fragmentace

Fragmentace je rozpad elementu. Jedná se o částečně kvantitativní a částečně kvalitativní proces. Z kvantitativního hlediska se jedná o problém nemožnosti určit, na kolik částí (fragmentů) se daný element rozpadnul. Kvalitativní problém nastává při identifikaci elementu, respektive fragmentu elementu. Často totiž není možné určit celek na základě fragmentu (např. u zlomků diafýz dlouhých kostí; *radius* vs. *fibula*; nebo identifikace fragmentů obratlů a kosti křížové apod.). Fragmentace je závislá na neznámých faktorech (Neustupný, 2007). V této práci předpokládám, že některé elementy či typově podobné elementy, budou podléhat fragmentaci obdobným způsobem. Tato premisa vychází ze stavebně-morfologického modelu kosti (Čihák, 2001). Výsledek sil působících stejným způsobem na dva stejné elementy, např. na pažní kosti, povede ke srovnatelnému výsledku. Ovšem pokud jsou elementy vystavené působením sil za jiných podmínek, může vést fragmentace úplně jiným směrem. Co ale když se v souboru budou vyskytovat kosti nebo skupiny kostí odlišného anatomického původu (porovnáváme např. *tibiae*, *femur* a *humerus*), které vykazují srovnatelnou fragmentaci? Lze z toho usuzovat, že původ jejich fragmentace proběhl obdobným způsobem a vlivem stejného tafonomického činitele?

Fragmentaci může způsobovat *trampling*, váha nadloží, opakované vysoušení a vlhčení, přítomnost solí, teplotní změny, mrchožrouti apod. Možností je velmi mnoho. Musíme však rozlišovat mezi fragmentací vzniklou antemortem / perimortem (respektive se jedná o trauma) a fragmentací postmortem (Buikstra a Ubelaker, 1994). Do určité míry jsme schopni tyto alterace rozlišit, a to díky specifickým projevům na lomu kosterního elementu, které jsou způsobeny odlišnou odezvou kosti (Ubelaker a Adams, 1995). Například spirální fraktury nebo stopy po vtlačených zlomeninách, kde kosti zůstávají stále v asociaci, jsou typické pro antemortem a perimortem období. Zlomová plocha živé kosti (*green bone*), nebo ve fázi perimortem, má zaoblené hrany. Kdežto zlomová plocha na fragmentovaném elementu, který je zbaven organických látek (*dry bone*, archeologizovaná kost), bude mít rovné, ostré a pravoúhlé ohraničení lomu (Buikstra a Ubelaker, 1994). Fragmentaci vyvolanou postmortem lze rovněž identifikovat rozdílným zabarvením lomu (světlejší) a povrchu kosti (tmavší). Pokud ale k fragmentaci došlo před delší

dobou a element setrvával dlouho v zemi, světlejší zbarvení lomu se vytrácí. Identifikace se stává obtížnější (Ubelaker a Adams, 1995).

13.3. Hypotézy

Pro tuto práci byly stanoveny tři základní hypotézy, podle kterých se odvíjí směr analýzy a prezentace výsledků. Hypotézy budou testovány jako nulové, tj. odchylky od nulových očekávání budou interpretovány jako důsledek vlivu specifických tafonomických činitelů.

H1: Drobnější části skeletu mají větší tendenci se separovat v kontextu všech tafonomických činitelů.

První hypotéza vychází z předpokladu, že drobné elementy (např. kosti ruky a nohy) se v zemi snadněji přemísťují (separují) a rychleji se vytrácí z původního kontextu, tj. z kontextu primárního uložení jedince, ať už na ně působí jakýkoliv tafonomický činitel. Roli zde také hraje jejich periferní anatomická pozice či způsob uložení končetin v hrobě, například podél těla. Pokud dojde k vyzvednutí těchto izolovaných elementů, jejich frekvence výskytu v souboru bude vyšší než u elementů větších rozměrů (*femur, ulna, clavícula* apod.).

H2: Separace i fragmentace elementů s hutnější kompaktní kostí bude menší než u kostí se slabou kompaktní kostí.

Tato hypotéza pracuje s formálními vlastnostmi kostí. Strukturou kostní tkáně, tvarem kosti, maximální délkou a robusticitou / gracilitou elementu, které se stávají faktorem pro fragmentaci a separaci.

H3: Fragmentace elementů stejného typu (dlouhé, ploché, krátké...) bude obdobná.

Posledním předpokladem je, že morfologie elementu hraje důležitou roli ve fragmentaci izolované kosti. Pokud je tvar celistvý, morfologicky jednoduchý, pak bude mnohem méně podléhat fragmentaci, protože plocha, na kterou působí tafonomičtí činitelé, nadzemní tlak a exkavační faktory je rovnoměrněji zatížena. Naopak elementy morfologicky rozličné budou podléhat fragmentaci více, protože části vyčnívající mají větší tendenci se ulomit, erodovat apod.

14. Teoretické vymezení problematiky

V následujících několika kapitolách přiblížím problematiku týkající se fragmentace a separace kosterních elementů a jejich fragmentů. Toto vymezení se vztahuje především na faktory, které se podílí na utváření a formování souborů izolovaných kostí.

14.1. Vznik izolátu

Izoláty mohou vznikat různými způsoby. V počátku procesu jsou již zmíněné tafonomické procesy. Izolované kosti vznikají rozptýlením elementů nebo jejich fragmentů (separací), které bylo způsobeno narušením původních hrobů. V narušených částech hřbitovů znamenají izolované kosti cenné (a většinou převažující) informace vypovídající o minulých zásazích (Galeta et al., 2008). Předpokládejme, že lidské kosti se do pohřebního kontextu nedostanou jako izoláty, ale v anatomicky uspořádané podobě – ať už se jedná o klasický hrob s jedním jedincem či masový hrob, anebo intencionální inhumaci / kremaci či neintencionální způsob „pohřbu“ (např. pohození jedinci). Již skeletonizací dochází k disartikulaci kostry (Lyman, 1994b). Objevení izolované kosti tedy znamená nález v sekundárním uložení. Jeden element nebo jeho fragmenty však mohli projít několikanásobnou depozicí (Píšová, 2011). Původ izolátu se tedy nezakládá na neměnnosti kontextu, ale dochází zde k dynamickému procesu transformace.

14.2. Fragmentace

Fragmentace je rozpad elementu. Jedná se o částečně kvantitativní a částečně kvalitativní proces. Z kvantitativního hlediska se jedná o problém nemožnosti určit, na kolik částí (fragmentů) se daný element rozpadnul. Kvalitativní problém nastává při identifikaci elementu, respektive fragmentu elementu. Často totiž není možné určit celek na základě fragmentu (např. u zlomků diafýz dlouhých kostí; *radius* vs. *fibula*; nebo identifikace fragmentů obratlů a kosti křížové apod.). Fragmentace je závislá na neznámých faktorech (Neustupný, 2007). V této práci předpokládám, že některé elementy či typově podobné elementy, budou podléhat

fragmentaci obdobným způsobem. Tato premisa vychází ze stavebně-morfologického modelu kosti (Čihák, 2001). Výsledek sil působících stejným způsobem na dva stejné elementy, např. na pažní kosti, povede ke srovnatelnému výsledku. Ovšem pokud jsou elementy vystavené působením sil za jiných podmínek, může vést fragmentace úplně jiným směrem. Co ale když se v souboru budou vyskytovat kosti nebo skupiny kostí odlišného anatomického původu (porovnáváme např. *tibie*, *femur* a *humerus*), které vykazují srovnatelnou fragmentaci? Lze z toho usuzovat, že původ jejich fragmentace proběhl obdobným způsobem a vlivem stejného tafonomického činitele?

Fragmentaci může způsobovat *trampling*, váha nadloží, opakované vysoušení a vlhčení, přítomnost solí, teplotní změny, mrchožrouti apod. Možností je velmi mnoho. Musíme však rozlišovat mezi fragmentací vzniklou antemortem / perimortem (respektive se jedná o trauma) a fragmentací postmortem (Buikstra a Ubelaker, 1994). Do určité míry jsme schopni tyto alterace rozlišit, a to díky specifickým projevům na lomu kosterního elementu, které jsou způsobeny odlišnou odezvou kosti (Ubelaker a Adams, 1995). Například spirální fraktury nebo stopy po vtlačených zlomeninách, kde kosti zůstávají stále v asociaci, jsou typické pro antemortem a perimortem období. Zlomová plocha živé kosti (*green bone*), nebo ve fázi perimortem, má zaoblené hrany. Kdežto zlomová plocha na fragmentovaném elementu, který je zbaven organických látek (*dry bone*, archeologizovaná kost), bude mít rovné, ostré a pravouhlé ohraničení lomu (Buikstra a Ubelaker, 1994). Fragmentaci vyvolanou postmortem lze rovněž identifikovat rozdílným zabarvením lomu (světlejší) a povrchu kosti (tmavší). Pokud ale k fragmentaci došlo před delší dobou a element setrval dlouho v zemi, světlejší zabarvení lomu se vytrácí. Identifikace se stává obtížnější (Ubelaker a Adams, 1995).

14.3. Separace

Separaci v kontextu této práce můžeme vymezit jako odloučení od původního celku – skeletu nebo kostního elementu (Galeta et al., 2008). Záleží také na jakou vzdálenost, se element nebo jeho fragment vzdaluje. Mohou to být centimetry (např. vlivem kořenového systému [Sládek et al., 2008]), ale i větší vzdálenosti (např. při

rušení hřbitovů a umístováním kostí do kostnic či karnerů (Ariés, 2000a) nebo v rámci pohřebního areálu vlivem pohřebních praktik (Kostka a Šmolíková, 1998).

Separace může být dvojitá: za přítomnosti nebo bez přítomnosti fragmentace. V prvním případě se jedná o transpozici celého kostního elementu bez jeho porušení. Druhý případ separace je obdobný jako první s rozdílem, že dochází k rozpadu elementu. Tento druhý případ bychom mohli dále rozdělit na dva typy. Buď dochází k destrukci elementu v primárním kontextu a separovaná část – fragment elementu – se dostává z jeho prvotního kontextu do nového. Nebo se nejprve od skeletu separuje celý element, který následně v novém kontextu podléhá destrukci a další separaci fragmentů.

Příčiny prostorových transformací (separací) mohou být různé. Záleží na predepozičních a postdepozičních podmínkách (Neustupný, 2007) formálních a mechanických vlastnostech kostních elementů a jejich fragmentů, působení tafonomických činitelů, pohřebních praktikách apod.

14.4. Tafonomické procesy

Tafonomické procesy jsou „*fyzikální a chemický procesy (vyvolané člověkem, zvířaty, nebo přírodními činiteli), které modifikují organismus po jeho smrti a skrze tyto procesy se začleňuje do geologického prostředí* (Stodder, 2008, p. 71).

Existuje rozdíl mezi živou a mrtvou kulturou (světem). Živá kultura se procesem transformace stává kulturou mrtvou a ztrácí tak svou nenahraditelnou dynamiku a své lidské aktéry (*human agency*), kteří dynamiku vytváří. Proces transformace (archeologizující transformace) je doprovázen dalšími procesy, jakými jsou například tafonomické procesy. Vlivem těchto procesů se informace o minulém světě vytrácejí a do našeho světa (naší živé kultury) vstupují jen jejich dochované fragmenty (Obr. 3.) (Neustupný, 2007), které jsou nepochybně zkresleným odrazem minulé doby. Tafonomičtí činitelé svým působením nevytvářejí náhodné soubory, ale specificky utvořené vzorce (Lyman, 1994b).

Studiem tafonomie zjišťujeme, co se s ostatky odehrávalo v době po smrti jedince, a jakým způsobem jsou ovlivněny naše interpretace (Nawrocki, 1991). Jedná se o procesy, které postihují frekvenční výskyt kosterních elementů a ovlivňují jejich prostorovou distribuci (Lyman, 1994b). Nicméně, tafonomie nám dává možnost

studovat četné procesy a události, které společně určují stav dochování osteologického materiálu z archeologických lokalit (Stodder, 2008).

Tafonomické transformace mohou být způsobeny přírodními procesy nebo antropogenní činností. Působení obou těchto tafonomických činitelů ovšem může vést k ekvifinálním výsledkům (Outram et al., 2005, Sládek et al., 2008). Potíže s interpretací způsobené ekvifinalitou jsou však do jisté míry odstranitelné, protože projev může být specifický a tudíž rozpoznatelný (Outram et al., 2005). Sládek et al. (2008, str. 319) uvádí, že se nelze spolehlivě vyjádřit, které z faktorů jsou za změny zodpovědné a nelze jednoznačně stanovit „*kauzální a jedinečný vztah mezi činitelem a jeho prostorovým nebo anatomickým důsledkem*“. Ekvifinální důsledky může mít například činnost, označovaná jako *trampling* (zašlapávání). Může být způsobena jak přírodními (zvířata) tak i antropogenními procesy. *Trampling* také zvyšuje stupeň fragmentace, eroze, abrazivnosti a vede ke změnám na povrchu kosterních elementů (Stodder, 2008; Píšová, 2011).

Hlavní přírodní proces, který narušuje pohřební kontexty, je pedoturbace. Ta se dělí na další specifické procesy, které přísluší jednotlivým dějům. Jedná se například o faunaturbaci (krtci, červi, predátoři apod.), floraturbaci (např. kořenová eroze stromů), kryoturbaci, graviturbaci, aquaturbaci, střídání suchých a vlhkých období apod. (Wood a Johnson, 1987).

Chroustovský a Průchová (2011) precizně rozlišují antropologické zásahy na intencionální a neintencionální. Intencionální antropogenní zásah zahrnuje například rušení pohřebišť z hygienických důvodů, narušení hrobů kvůli magickým vlastnostem některých pohřbených artefaktů nebo kostí, sekundární pohřební praktiky, vykázání z pohřebiště, zásahy proti revenantům, vykrádání apod. K neintencionálním zásahům se pak řadí intenzivní pohřební činnost, aktivity spojené se stavební činností nebo rekonstrukcemi a společenské akce konané na pohřebištích – například tanec apod. (více Chroustovský a Průchová, 2011). Všechny tyto zmíněné činnosti se mohou podílet (a také se podílejí) na vzniku izolátu, jeho separaci a fragmentaci. Hlavní tafonomičtí činitelé budou ale regionálního či lokálně specifického ražení (Margolis, 2007).

14.5. Frekvence výskytu kostí

Fragmentace a separace kostních elementů má specifický dopad na soubory izolovaných kostí, hlavně na jejich frekvenci výskytu v souboru (Lyman, 1985). Každý jedinec se skládá z konečného počtu kosterních elementů (Graf 1.). Pokud vycházíme z tohoto triviálního předpokladu, můžeme tak jednoduše součtem všech analyzovaných druhů elementů či jejich fragmentů zjistit, které elementy jsou v souboru četnější, tudíž měli lepší podmínky stát se jeho komponentou, a které se naopak nějakým mechanismem do souboru nedostaly. Ovšem pokud „*specifický selektivní mechanismus „odstraní“ nějaký element, fragment elementu nebo část skeletu, pak různé frekvence výskytu nemohou samy osvětlit, které z mechanismů byly zodpovědným tafonomickým procesem postihujícím inkriminovaný soubor*“ (Lyman, 1985, p. 226). Hodnocením frekvenčního výskytu elementů a jejich fragmentů nám tedy pomáhá lépe pochopit mechanismy, které se podílely na utváření souboru, ale je nutné toto pozorování doplnit o další možné faktory. Těmito faktory mohou být například tafonomičtí činitelé nebo depoziční podmínky. Pokud se například dochová více stehenních kostí (velká robustní kost) k poměru dochování lopatek (tenká, lehce fragmentovatelná), je pak evidentní, že mechanismy, které selektovaly, nějakým způsobem zvýhodňovaly stehenní kost. A naopak, pokud jsou v souboru stehenní kosti podhodnoceny, důvodem mohou být kupříkladu sekundární pohřební praktiky (selekce nápadných kostí, např. Aries, 2000a; Duday, 2009), nebo jinak ovlivňující faktory. Vložíme-li do grafu údaje o jednotlivých četnostech všech kostních jednotek (pomocí MNE, *minimal number of elements*) ze zkoumaného souboru, získáme lehce interpretovatelný model. Výsledné četnosti některých elementů budou (mohou být) odlišné od normální frekvence kosterních elementů skeletu.

Reitz a Wing (2008) uvádí několik publikovaných způsobů výpočtu MNE, které se svou definicí liší. Konstatují, že pokud používáme výpočet MNE, měl by se započítat každý kompletní element i všechny fragmenty elementů dohromady. Chceme-li získat frekvenční zastoupení jednotlivých kosterních elementů v souboru, jedním z vhodných postupů může být použití rovnice (R.1.), kterou předkládá Lyman (1994b, p. 255). Jmenovatel v rovnici udává předpokládanou četnost kosterního elementu (MNE_i) s předpokládaným 100% dochováním všech elementů. Čítec je maximální četnost kostní jednotky v souboru, která by se vyskytovala při 100%

zachování. Lyman (1994b, pp. 255–256) to uvádí na příkladu ze zooarcheologie: V souboru jsme zaznamenali 170 kostních jednotek žeber kozy. Koza má celkem 13 párů žeber, tedy 26 kusů. MNI souboru je 64. To znamená, že celkový počet žeber při 100% zachovalosti by byl 1664 (respektive 26x64). Dosazením do rovnice získáme 10,2% zastoupení žeber v souboru.

14.6. Mechanické vlastnosti kostí

Živá kostní tkáň je tvořena organickou a anorganickou složkou. Kombinace těchto složek dává kostem vlastnosti, díky kterým odolávají i velkému statickému a dynamickému zatížení. Funkce kostí v organismu jsou různé: zásobárna a obměna látek pro organismus, krvetvorba, depozice látek, pohybová a ochranná funkce apod. (Čihák, 2001). Právě poslední dvě zmíněné funkce jsou důvodem, proč jsou kosti tvrdé a pevné, ale i pružné. Kostní tkáň je v organismu dynamickou složkou, která reaguje na vnější podněty (stres, růst jedince, klimatické poměry apod.). Na makroskopické úrovni je kost tvořena kostní trámčinou (*substantia spongiosa*, *substantia trabecularis*) a hutnou kompaktní kostí (*substantia compacta*) (Čihák, 2001; Weiss, 2009; Cowin, 1989). Na mikroskopické úrovni je kostní tkáň homogenního charakteru (Kummer, 1970).

Experimentálně byly zátěžovým testům podrobeny kosti vyjmuté z organismu a naměřené hodnoty jsou tedy orientační. Největší odolnosti dosahují kosti v tahu. Při osovém zatížení je to například u holenní kosti 1350 kg, u stehenní kosti 760 kg a u kosti pažní až 600 kg. Pevnost v ohybu (při kolmém zatížení kosti na její střed) je zhruba o polovinu menší než předchozí uvedené hodnoty. Při zkrutu (torzi) pak vykazují kosti nejmenší pevnost (*fibula* 6 kg, *clavicula* 8 kg, *humerus* 10 kg apod., více Čihák, 2001). Tvar nebo typ (dlouhé, ploché, krátké, nepravidelné) některých elementů je také funkční záležitostí, která má dopad na mechanické vlastnosti kostí (Kummer, 1970). Například dlouhé kosti mají svůj protáhlý a rovný tvar z důvodu přenášení silového tlaku z jednoho místa na druhé. Zakřivenost elementu by pak v některých případech byla spíše překážkou (Currey, 1982). Vliv na pevnost kosti má rovněž věk a pohlaví jedince. Čihák (2001) uvádí, že ve stáří snesou kosti nápor o 10 – 20% menší. Kostí juvenilních jedinců mají odlišné minerální složení oproti kostem dospělých jedinců a tudíž i jiné mechanické vlastnosti. Tento rozdíl má

nezanedbatelný vliv pro zachovalost materiálu a působení tafonomických činitelů (Walker et al., 1988). Pohlaví pak může být ovlivňujícím faktorem hlavně u žen skrze dekalifikaci kostní tkáně (výživa plodu, laktace) a pravděpodobným vznikem osteoporózy vlivem mateřství (Kovacs a Kronenberg, 1997).

Archeologizované kosti a obecně kosti mimo živé organismy mají jiné mechanické vlastnosti než kosti v živém organismu (Čihák, 2001; Karr a Outram, 2012). V archeologickém záznamu jsou kosti zbaveny organických látek (záleží však na stáří materiálu a jeho depozičních podmínkách) a ztratily tedy pružnost, kterou disponovaly za života organismu. Nicméně anorganická složka ponechává kostem jejich pevnost, i když se tak kosti stávají křehčími. Postupně se ovšem vytrácí i minerální prvky z kostní tkáně. Díky tomu povrch kostí pórovatí a kost se stává náchylnější k působení okolních vlivů (Stodder, 2008). Mechanické vlastnosti kostí jsou tedy jedním z klíčových faktorů ovlivňující fragmentaci a separaci. Smrtí organismu (ukončení vyživovacích, regeneračních a remodelačních procesů), stárnutím a uložením v zemi dochází k degradaci kostní tkáně a tím pádem i ke změnám mechanických vlastností kostí (opomene-li patologické změny tkání; např. osteoporózu). Architektonika (vnitřní struktura kosti tvořená anorganickou složkou) spongiózní a kompaktní kosti se však v důsledku smrti organismu nemění a zůstává tak zakonzervována ve stavu z doby úmrtí.

V archeologickém záznamu je kompakta mnohem častější než trámčina, která je pórovitá a lehká (Weiss, 2009). Margolis (2007) například uvádí, že kosti se silnější kompaktní kostí mají v souboru vyšší zastoupení než kosti s tenkou kompaktní. Vysušení kostí pak vede k degradaci jejich mechanických vlastností v celé kostní struktuře (Amtmann, 1968). Roli zde také hraje hustota kostní tkáně (*bone mineral density*), velikost, tvar a povrchová plocha (*surface area*) elementu (Stodder, 2008). Díky hustotě kostní tkáně můžeme předpovídat, které elementy mají větší šanci se dochovat a pochopit tak nepřítomnost některých elementů (Willey et al., 1997). Willey et al. (1997) dále uvádí, že existuje přímá úměra mezi hustotou kostní tkáně a šancí pro dochování kosti. Vysoká hustota kostní tkáně je pozorována u diafýz dlouhých kostí, které také mívají vyšší frekvenci výskytu v souboru. Hutná kostní tkáň navíc vykazuje hustější strukturu krystalického hydroxyapatitu ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$), díky kterému kost lépe odolává zvětrávání (White a Hannus, 1983). Stejně tak Waldron (1987) uvádí, že lepší stupeň dochování vykazují těžší kosterní elementy a kosti s vyšší hustotou kostní tkáně (*olecranon*, *acetabulum*, *incisura ischiadica major*,

processus mastoideus ossis temporalis atd.). Naopak je tomu u anteriorně situovaných elementů (*sternum, processus coracoideus scapulae, acromion, os pubis* atd.), které mají menší zachovalost. Nejméně se pak zachovávají elementy periferních oblastí skeletu (*phalanges manus et pedis, os coccygis* atd.) Stejně je tomu i v případě zvířecích kostí.

14.7. Depoziční podmínky

Podmínky uložení kosterního materiálu jsou jedním z důležitých aspektů pro jeho zachování. Především se však jedná o pH půdy a její chemické složení (Gordon a Buikstra, 1981; White a Hannus, 1983). Depoziční podmínky velice úzce souvisí s působením některých tafonomických činitelů (Baxter, 2004). V tomto kontextu mají dále vliv na dochování kostí jednotlivé typy půd, jejich teplota (Baxter, 2004), půdní pH (Gordon a Buikstra, 1981), časté vysoušení a promáčení zeminy (Walker et al., 1988; Stodder, 2008), promrzání, působení spodní vody nebo například přítomnost ropných látek (Wood a Johnson, 1987; Stodder, 2008) apod. Ropné látky uvádím také z důvodu, protože se ve spodních vrstvách na lokalitě U Zvonu objevily ropné skvrny, které byly pozůstatkem blízké benzínové pumpy. Tyto chemické látky tak mohli mít vliv na zachovalost kosterního materiálu.

Půdní pH je také ovlivněno lokálními přírodními podmínkami, protože například časté vyplavování minerálů z půdy zvyšuje její kyselost. Platí, že čím vyšší kyselost půdního pH (například v hlinitých půdách [Baxter, 2004]), tím více se urychluje narušení kostní tkáně a snižuje se tak pravděpodobnost pro dochování osteologického materiálu (Gordon a Buikstra, 1981; White a Hannus, 1983). Ionty v kyselém prostředí vypuzují vápník z hydroxyapatitu kosti a ta se tak zbavuje svých minerálních látek, ztrácí svou pevnost a hutnost. Stává se tak náchylnější pro zvětrávání (White a Hannus, 1983). Bohužel půdní pH není z lokality U Zvonu známo. Zvýšená salinita v půdě rovněž napomáhá k horším podmínkám pro dochování (Baxter, 2004).

Baxter (2004) popisuje podmínky pro dochování osteologického materiálu v různých půdních podmínkách, se kterými se setkáváme v archeologickém prostředí. Písčité půdní podmínky mají obecně špatný vliv na nízké dochování kosterních pozůstatků (Walker et al., 1988), ale například specifická kombinace

variability pH písčitého prostředí, vysoké teploty a suchého větrného prostředí (např. Jižní Amerika a Egypt), může vést k zachování nejen kostí, ale i vlasů a kůže (Baxter, 2004). Štěrkové prostředí kombinuje několik faktorů – propustnost vody, nasákavost, kyselost a anaerobitu. Pokud je kyselost vyšší, jsou podmínky pro dochování kosterního materiálu sníženy (Gordon a Buikstra, 1983). Vyšší nasákavost štěrku může sice vést k absorbování vody do kostí, ale také vede k lepším podmínkám pro dochování kostí (Baxter, 2004). Kosti však opakovaným působením vody ztrácí obsah minerální látek (Stodder, 2008). U zemin s vyšším obsahem vápníku (např. křídly nebo vápence) se předpokládá zvýšená abraze a křehčení kosterních elementů. Avšak v případech, kdy jsou vhodně kombinované další podmínky v půdě, tomu tak nemusí být (Baxter, 2004). Specifické podmínkami jsou pak v jeskyních. Ústí jeskyně je zpravidla ovlivněno přírodními podmínkami zvenčí. Postupem dovnitř jeskyně se zvyšuje vlhkost. Záleží také na hornině či sedimentu, ve kterém je jeskyně vytvořena (Baxter, 2004).

15. Materiál

Materiál pochází ze zaniklého středověkého etážového hřbitova v Plzni U Zvonu. Konkrétně se jedná o část souboru izolovaných lidských kostí, které byly exkavovány při záchranném archeologickém výzkumu v roce 2010 - 2011. Sbíрка izolátů je uložena v depozitáři Západočeského muzea v Plzni, kde byly kosti rovněž analyzovány. Celkem se jedná o 14 pytlů kosterních izolátů, nicméně pro potřeby této práce byl s ohledem na časovou náročnost vzorek omezen na 1/7 z celého souboru. Domnívám se, že toto zastoupení bude k získání potřebných informací dostačující.

Předem je důležité zmínit, že vzorek byl zvolen náhodným výběrem izolovaných kostí, aby nedošlo k zvýhodnění či naopak opomenutí některých elementů, které by mohlo vést k zavádějícím výsledkům. Analyzovaný vzorek by měl teoreticky obsahovat kosti ze všech časových horizontů, stratigrafických vrstev a podmínek uložení, které se na lokalitě vyskytovaly. Jedná se pouze o kostní jednotky, které se vyskytovaly převážně v zásypech hrobů nebo v rámci exkavované plochy. Avšak ne jako součást anatomicky ucelených skeletů.

Bohužel je materiál zbaven časového a prostorového kontextu. Tuto nevýhodu však můžeme využít ve prospěch pro budoucí studie podobných souborů. Postup, který zde předkládám, bude možný využít univerzálně, a to na soubory různé zachovalosti, různých podmínek uložení, různého stáří apod.

Na lokalitě nebyla odhalena žádná depozice kostí, ve smyslu skládky kostí nebo podobné kumulace, které by se přisuzoval původ v pohřebních praktikách z období užívání hřbitova. Objevena byla pouze jedna kumulace lidských kostí (u západní stěny kostela), která však byla vytvořena uměle během předchozího archeologického výzkumu v roce 1946 (Orna, osobní konzultace). V souboru se tento materiál nenachází.

16. Metody

Manipulace s kosterními elementy a jejich fragmenty před jejich analyzováním pro účely této práce byla minimální. Po vyjmutí ze země byly izolované kosti, spolu s dalšími nálezy typu keramika, zvířecí kosti, sklo, drobné železné artefakty apod., společně uloženy (podle nálezového kontextu) do papírového sáčku. V laboratořích Západočeského muzea se pak kosti mechanicky (kartáčkem) očistily a uložily zpět do papírových sáčků. Následně byly analyzovány pro výpočet minimálního počtu jedinců a uloženy do plastických pytlů. Zmiňuji se zde záměrně o manipulaci s osteologickým materiálem, protože způsob zpracování a způsob uložení může soubor kvantitativně tak i kvalitativně ovlivnit. V případě křehkého a drolivého materiálu jako jsou právě kosti z archeologických výzkumů, by mohlo jít o závažné negativní narušení výsledků.

Vzorek analyzovaný v této práci obsahuje pouze lidské kosti. Neobsahuje zuby, kosterní pozůstatky vykazující známky juvenility, kosti postižené patologiemi a kosti alterované ohněm. Zuby nebyly zahrnuty z důvodu jejich odlišného ontogenetického vývoje, jiných mechanických a funkčních vlastností a také proto, že podléhají jinou měrou tafonomickým činitelům, separaci, fragmentaci a transformacím vůbec (Lyman, 1994b). Dentice, která byla součástí horní a dolní čelisti, byla sice součástí zkoumaného vzorku, ale pro analýzu nebyla brána ve zřetel. Kostí juvenilních jedinců byly vyloučeny proto, že metoda diagnostických zón je z části založena na rozdělení elementu podle jeho anatomických celků. Juvenilní

kosti, které již dosáhly srůstu v místě růstových chrupavek, avšak ne úplně, budou jinak podléhat separaci a fragmentaci, protože v těchto místech má kost jiné (je oslabena) mechanické vlastnosti než kost dospělého jedince. Kosti nedospělého jedince, které nedosáhly srůstu v místě růstových chrupavek, ale jsou stále složeny z několika se vyvíjejících růstových center (např. obratle, stehenní kost apod.), budou opět podléhat fragmentaci, separaci a tafonomickým činitelům jiným způsobem. Za druhé, strukturální složení kostní tkáně je odlišné od kostní tkáně dospělých jedinců a tudíž vykazují kosti jiné mechanické vlastnosti (Cowin, 1989). Dále jsou kosti nedospělých jedinců jiného minerálního složení (nejsou kalcifikovány na takové úrovni jako kosti dospělých jedinců [Walker et al., 1988]), tudíž budou jinak reagovat pod tlakem sedimentu nebo vlivem pH půdního prostředí (Guy et al., 1997). Již kvůli odlišnému minerálnímu složení je nutné hodnotit juvenilní kosti a kosti dospělých jedinců zvlášť (Gordon a Buikstra, 1981). Roli zde hraje věk a pohlaví jedince a byla-li kost někdy postižena patologií (Cowin, 1989). Patologické projevy se tedy rovněž podepisují na mechanických vlastnostech elementů či zlomků elementů. Mohou mít například vliv na dislokaci kostry (Sládek et al., 2006) nebo separaci elementů a jejich fragmentů v postdepozičním uložení (např. u nesrostlých fraktur).

16.1. Identifikace

Identifikace elementu nebo fragmentu elementu probíhala na základě odborné literatury a osteologických standardů (Čihák, 2001; Buikstra a Ubelaker, 1994; White a Folkens, 2005). K dispozici byly rovněž kompletní kosterní elementy jako srovnávací materiál. U některých kostních jednotek však nebylo možné provést identifikaci z důvodu jejich nedostatečného a zlomkovitého zachování nebo pro vysoký stupeň abraze kosti, který vedl ke smazání identifikačních znaků. Rovněž dochovaná velikost fragmentu ovlivňuje jeho identifikaci (Stodder, 2008). Pokud nebyla možnost identifikace na úrovni zařazení k určitému elementu, byla sledovaná kostní jednotka zařazena do kategorie neidentifikovatelných kostí. Tyto neidentifikovatelné fragmenty elementů byly dále analyzovány alespoň na úrovni typu kosti – dlouhá, krátká, plochá apod., a byl u nich sledován stupeň zvětrávání.

16.2. Stranové určení

Stranové určení je vedle samotné identifikace druhou základní informací sledovanou u kosterního elementu či fragmentu elementu. Primárním důvodem stanovení stranového určení je zjistit, jestli se elementy z pravé a levé strany zachovávají stejně, nebo zdali existuje nějaká neočekávaná výjimka či trend.

16.3. Typ elementu

Při vytváření tohoto kritéria byli nejvíce brány v úvahu morfologické a proporční aspekty elementu, u kterých je předpoklad pro obdobnou fragmentaci, separaci a další transformační procesy.

Bylo vytvořeno sedm kategorií typů elementů:

- 1) dlouhé velké (*femur, tibia, humerus*)
- 2) dlouhé střední (*fibula, radius, ulna*)
- 3) dlouhé malé (*metacarpí, metatarsi, clavícula*)
- 4) ploché (*sternum, costae, scapula*)
- 5) mnohotvaré (*os sacrum, os coxae, vertebrae, mandíbula, calcaneus, talus*)
- 6) dvouzónové (*carpi, tarsi, phalangae, pattela*)
- 7) lebka (*neurocranium, splanchnocranium*)

16.4. Diagnostické zóny

Metoda diagnostických zón použitá v této práci vychází z publikace Knüsel a Outram (2004), která se primárně týkala výpočtů MNI (*minimum number of individuals*), MNE (*minimum number of elements*) a NISP (*number of identifiable specimens*). Původ této metody je v zooarcheologii (Dobney a Rielly, 1988). Metoda vychází z rozdělení kosterních elementů na jednotlivé diagnostické zóny, které odpovídají anatomickým a převážně i morfologickým celkům na sledovaném elementu, což dobře reflektuje s předpoklady pro fragmentaci a separaci elementů a jejich fragmentů. Pro účely této práce byla nicméně metoda Knüsel a Outram (2004) upravena.

První úprava metody spočívá ve sjednocení počtu diagnostických zón u elementů, které spolu sdílejí typ elementu. Sjednotit počet zón na všech typech elementů však není možné, protože tvar každého elementu (například u typu mnohotvarých kostí) je velice specifický. Pokoušet se tedy ucelit počet zón u všech typů elementů by bylo velice obtížné, ne-li nemožné. Domnívám se, že je i nelogické srovnávat tvar a počet zón například u pánevní kosti, obratlů anebo kostí patní. Ovšem s kategorií pro tvar elementu bylo nutné operovat. Stejný počet zón se pro typy elementů ustavil pouze pro velké dlouhé (11 zón), střední dlouhé (šest zón), malé dlouhé (tři zóny) a dvouzónové (dvě zóny) elementy. Bylo tedy nutné upravit počet zón na některých elementech (viz dále). Druhá modifikace se týkala právě počtu zón, aby bylo možné lépe vystihnout a podchytit způsob fragmentace elementů. Změna byla provedena u obratlů, křížové kosti, kosti vřetenní, kosti loketní, kosti holenní, dolní čelisti, u všech kostí zápěstních a některých kostí zánártních.

Pro přehlednost aplikace metody diagnostických zón, jsou všechny jednotlivé elementy s charakteristikou jejich diagnostických zón, popsány v přílohách (9.2. Diagnostické zóny). V následujícím odstavci stručně popíši modifikaci metody Knüsel a Outram (2004).

Obratlům byla přidána jedna zóna (Obr. 4.), a to tak, že původně jedna zóna, která odpovídala celému tělu obratle, se rozdělila na dvě části (ventrální a dorsální). Zvláštní péči v rozdělení diagnostických zón pak vyžadoval *atlas* (Obr. 5.) a *axis* (Obr. 6). *Atlas* i *axis* jsou velmi specifickými obratli, protože tělo prvního obratle se *de facto* nachází na druhém obratli (Čihák, 2001). U kosti vřetenní (Obr. 7.) a loketní (Obr. 8.) se změna týkala redukce množství zón na šest, aby se docílilo stejného počtu u obou elementů a také jednotného počtu s lýtkovou kostí (Obr. 9.). Holenní kosti přibyla jedna zóna, která se vztahuje na *malleolus medialis* (Obr. 10.), aby se počtem zón vyrovnala kosti pažní (Obr. 11.) a kosti stehenní (Obr. 12.). Sedmá zóna dolní čelisti (Obr. 13.) se přemístila z ventrální části (*protuberantia mentalis*) na *processus condylaris*. Druhá zóna dolní čelisti se tak zvětšila (o ubranou sedmou zónu) na ventrální část zabírající *protuberantia mentalis* a *tuberculum mentale* a alveol řezáků a špičáků. Knüsel a Outram (2004) používají pro dolní čelist zóny 1–7 pro obě strany (pravá a levá). Pro účel této práce to však není aplikovatelné, protože v situaci, kdy je dochovaná například celá *mandibula* bychom ji nemohli skórovat jako jednu celou kost. Jedno hodnocení se tedy provedlo pro pravou stranu a druhé pro levou stranu. Jako řešení se ukázalo hodnotit pravou část zónami 1–7 a levou

část zónami 8–14. Číslování odpovídá 1=8, 2=9, 3=10, atd.; platí vždy pro stejnou zónu jen s jinou stranovou orientací. Kosti hlezenní byla přidána jedna diagnostická zóna, která odpovídá *processus lateralis* (Obr. 14.).

16.5. Kompletnost

Kompletnost je kategorie pozorování, kdy je každá pozorovaná kosterní jednotka hodnocena procentuálním zastoupením z původního (normálního) stavu elementu. Problém nastává již záhy v momentě pozorování badatele, které v tomto případě má velký sklon k subjektivnosti. Zkušebně bylo dvakrát pozorováno jedním badatelem v rozmezí jednoho týdne náhodně zvolený vzorek 100 kostních jednotek. Kompletnost jednotlivých elementů nebo jejich fragmentů byla hodnocena na škále po 5% intervalech. Výsledné hodnoty tohoto pozorování byly vyhodnoceny pomocí softwaru k výpočtu chyby měření (software pro výpočet chyby měření; Galeta, 2011) a vyneseny do tabulky (Tab.1.) a Bland-Altmanova grafu (Graf 2.). Interval spolehlivosti byl nastaven na 95% spolehlivost. MD (*mean difference*) je hodnota udávající průměrný rozdíl mezi prvním a druhým pozorováním. SE of MD (*standard error of mean difference*) tato funkce vrací směrodatnou chybu MD prvního a druhého pozorování u stejného objektu. SD (*standard difference*) je míra náhodné chyby při hodnocení. LA_{1,2} (*limits of agreement*) udávají interval, ve kterém bychom měli očekávat 95% rozdíly mezi prvním a druhým pozorováním. MAD (*mean absolute difference*) odhaduje celkový rozdíl mezi prvním a druhým pozorováním. SE of MAD (*standard error of mean absolute difference*) vrací směrodatnou chybu MAD prvního a druhého pozorování u stejného objektu (Sládek et al., 2010; Galeta, 2011).

Aby se předešlo tak vysokému intraobservačnímu omylu (SE of MD=0,52), které nastalo při hodnocení s 5% intervalem hodnocení, bylo nutné metodiku přehodnotit. Způsob hodnocení byl zjednodušen a inspirován prací M. Margolise (2007). Finální hodnocení kompletnosti elementů a jejich fragmentů použité v této práci, bylo nově zaznamenáváno ve třech kategoriích: C (*complete*) 100–75%; P (*partial*) 75–25%; F (*fragmental*) 25% a méně.

16.6. Zvětrávání kostí

Zvětrávání (*weathering*) je proces, který působí na kosti na povrchu nebo v půdě a při kterém dochází k degradaci struktury kosti způsobené oddělením organické a anorganické složky za působení chemických a fyzikálních činitelů (Behrensmayer, 1978). Jedná se o důležitý biostratinomický a tafonomický indikátor (Lyman, 1994b). Efekt zvětrávání a jeho načasování může být ovlivněno klimatickými a přírodními poměry (Stodder, 2008). Zvětralý povrch kostí byl hodnocen v šesti kategoriích (stupeň 0 – 5) dle Behrensmayer (1978) podle pokročilosti zvětrávání. Hodnocení bylo prováděno makroskopicky.

Stupeň 0: na povrchu kosti nejsou známky popraskání nebo odlupování. Stupeň 1: na povrchu kosti se začínají objevovat praskliny, obvykle jsou tyto praskliny rovnoběžné s fibrózní strukturou kosti. Kloubní plochy mohou jevit známky mozaikovitého popraskání. Stupeň 2: z povrchu se začínají odlupovat svrchní vrstvy kompakty a odhalují tak spodnější struktury kosti. Stupeň 3: části svrchní vrstvy kompaktní kosti odpadly úplně a povrch je hrubý a homogenně zvětralý. Objevují se větší praskliny. Stupeň 4: povrch kosti je zdrsňený a jsou zde evidentní hluboké praskliny s roztřepeným nebo zaobleným okrajem. Z kosti mohou odpadat některé její části. Stupeň 5: kost se rozpadá již při exkavaci, je křehká a snadno se fragmentuje. Může být obtížné kost identifikovat.

16.7. Stopy po nástrojích

Na kostech byly sledovány zejména stopy po exkavačních nástrojích, protože badatelé a studenti svou manipulací (především postupem exkavace v terénu) mohou poškozovat osteologické pozůstatky (Stodder, 2008) a napomáhat tak k jejich fragmentaci a separaci. Jedná se hlavně o stopy od motyčky / lopatky, špachtlí a krumpáče. Známky jiných nástrojů, jako například dokladů kanibalismu se ani neočekávali. Mohli by se však vyskytovat řezné stopy na kostech v místech kloubních spojů. Ne jako stopy po konfliktu nebo násilí, ale při některých pohřebních praktikách (sekundární pohřby) může docházet především k řezným dislokacím kloubů, které ještě mohou držet v ucelené podobě, nebo k odstranění jiných nežádaných měkkých tkání (Duday, 2009).

V tomto případě byly cílem hodnocení stopy po exkavačních nástrojích, které zanechávají na suché, archeologizované kosti (*dry bone*) specifické stopy. Například

okraje kosti v místě poškození motyčkou / lopatkou jsou světlejší (bíložluté) od vlastního povrchu kosti (viz také Ubelaker a Adams, 1995). Řez je zpravidla rovný a z okraje se mohou odlupovat drobné částičky až šupinky. Špachtle mohou zanechat lineární žlábkové stopy s tupým okrajem. Většinou je na jednom konci žlábek hlubší. Nejmarkantnější jsou stopy od krumpáče, které zanechávají čtvercové otvory. Kost je v těchto místech rozdrčená a může docházet k její fragmentaci i při analyzování.

16.8. Maximální velikost

Elementy a fragmenty elementů byly měřeny ve své dochované maximální délce na osteologické desce s přesností na jedno desetinné místo. Cílem tohoto měření je zjistit, jestli absolutní velikost kostní jednotky hraje nějakou roli v souboru izolovaných kostí. Má-li rozměrově větší element či jeho fragment větší šanci se do souboru dostat, nebo bude v terénu podléhat většímu působení tafonomických činitelů, rozpadne se na menší části a poté nebude z nějakého důvodu (úplný zánik, záměna za nedůležitý prvek při exkavaci, apod.) součástí souboru? Nebo naopak má-li rozměrově menší element nebo jeho zlomek větší šanci se v souboru objevit, protože není tolik vystaven působení tafonomických činitelů a nedojte tak k jeho zániku apod.?

17. Závěr

Tato diplomová práce se věnovala hodnocení fragmentace a separace kostních elementů. Hodnocení bylo provedeno na souboru izolovaných lidských kostí z pohřebiště U Zvonu v Plzni. Jako všechny nálezy z archeologických lokalit, byl i tento soubor ovlivněn řadou procesů. Nejprve působením tafonomických činitelů a depozičních podmínek, pohřebních praktik a v poslední řadě samotnou exkavací. Toto působení zanechalo na souboru své stopy, které jsou důkazem způsobu formování tohoto souboru a také dokladem událostí a procesů, které působili v rámci pohřebního areálu. Formování souboru probíhalo především jako selekční tlak, který zvýhodňoval, nebo naopak znevýhodňoval některé elementy. To se posléze odrazilo v jejich frekvenčním výskytu v souboru.

Jako způsob hodnocení byla zvolena metoda diagnostických zón (Knüsel a Outram, 2004). Její rozvržení velmi dobře koreluje s možnostmi fragmentace a následné separace kostních elementů a jejich fragmentů. Tato metodika byla doplněna o sledování stupně zvětrávání, stop po nástrojích, stop po kořenech a stop po okusu zvířaty, včetně samotné identifikace kostní jednotky a jejího stranového určení. Dále se zaznamenávala kompletnost, typ elementu a maximální délka kostní jednotky. Bohužel nebyla první aplikace této metodiky natolik kvalitní, aby mohla být použita pro účel diplomové práce. Metodologie byla nově kvalitativně upravena a některé její části zjednodušeny. Vzorek hodnocených kostí byl zdvojnásoben. Nicméně, nebyl zatím prostor pro novou analýzu, a proto je tato práce pouze přípravou pro finální zpracování tématu.

18. Literatura

- Amtmann E. 1968. The Distribution of Breaking Strength in Human Femur Shaft. *J Biomech*, Vol.1:271–277.
- Ariés P. 2000a. Dějiny smrti I. Doba ležící. Argo, Praha.
- Ariés P. 2000b. Dějiny smrti II. Zdivočelá smrt. Argo. Praha.
- Baxter K. 2004. The Extrinsic Factors that Effect the Preservation of Bone. *Nebraska Anthropologist* 19:38–45.
- Buikstra J, Ubelaker D. 1994. Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains. Arkansas.
- Cowin SC. 1989. The Mechanical Properties of Cortical Bone Tissue. In: Cowin SC, editor. *Bone Mechanics*. Boca Raton: CRC Press:97–127.
- Currey JD. 1982. Bone as a Mechanical Structure. In: Huiskes R, van Campen D, de Wijn J, editors. *Biomechanics: Principles and Applications*. Hague: Martinus Nijhoff Publishers:75–85.
- Čihák R. 2001. Anatomie 1. Grada. Praha.
- Dobney KM, Rielly K. 1988. A Method for Recording Archaeological Animal Bones: The Use of Diagnostic Zones. *Circaea* 5:79–96.
- Duday H. 2009. *The Archaeology of the Dead. Lectures in Archaeoethanatology*. Oxford books.
- Galeta P, Sládek V, Sosna D, Čechura M. 2008. Hodnocení distribuce izolovaných kostí na hřbitově u kostela sv. Ducha ve Všerubech: využití randomizačních metod. In: Macháček J, editor. *Počítačová podpora v archeologii II*. Masarykova Universita. Brno:61–75.
- Gordon CG, Buikstra JE. 1981. Soil, pH, Bone Preservation and Sampling Bias at Mortuary Sites. *Am Antiq* 46:566–571.
- Guy H, Masset C, Baud CA. 1997. Infant taphonomy. *Inter J Osteoarch* 7:221–229.
- Chroustovský L, Průchová E. 2011. Classification of Post-medieval Secondary Mortuary Practices and Disturbances. *Interdisciplinaria Archaeologica* 2/1:55–62.
- Karr LP, Outram AK. 2012. Bone Degradation and Environment: Understanding, Assessing and Conducting Archaeological Experiments Using Modern Animal Bones. *Int J Osteoarch*. Published online in Wiley Online Library.

- Knüsel CJ, Outram AK. 2004. Fragmentation: The Zonation Method Applied To Fragmented Human Remains from Archaeological and Forensic Context. *Env Arch* 9: 85–97.
- Kostka M, Šmolíková M. 1998. Archeologický výzkum hřbitova u kostela sv. Klimenta v Praze-Bubnech. O pohřebním ritu. 19. století. *Archeologické rozhledy* 50/4:822–836.
- Kovacs CS, Kronenberg HM. 1997. Maternal-Fetal Calcium and Bone Metabolism During Pregnancy, Puerperium, and Lactation. *Endocrine Rev* 18/6:832–872.
- Králíková M. 2007. Pohřební ritus 16.–18. století na území střední Evropy. In: Malina J, editor. *Panoráma biologické a sociokulturní antropologie*. Brno.
- Kummer, BKF. Biomechanics of Bone: Mechanical Properties, Functional Structure, Function Adaptation. In: Fung YC, Perrone N, Anliker M, editors. *Biomechanics: Its Foundation and Objectives*. Englewood Cliffs, NJ:237–271.
- Lyman RL. 1985. Bone Frequencies: Differential Transport, in situ Destruction, and the MGUI. *J Arch Sci* 12/3:221–236.
- Lyman RL. 1994a. Quantitative Units and Terminology in Zooarchaeology. *Am Antiq* 59/1:36–71.
- Lyman RL. 1994b. *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press.
- Lyman RL. 2008. *Quantitative Zooarchaeology*. Cambridge University Press.
- Margolis MM. 2007. The Isolated Human Bone from Grasshopper Pueblo (AZ P:14:1[ASM]). For the Degree Master of Arts. Department of Anthropology University of Arizona.
- Nawrocki SP. 1991. *Human Taphonomy and Historic Cemeteries: Factors Influencing the Loss and Subsequent Recovery of Human Remains*. University of Indianapolis Archeology & Forensics Laboratory (<http://archlab.uindy.edu>).
- Neustupný E. 2007. *Metoda archeologie*. Aleš Čeněk, Plzeň.
- Outram AK, Knüsel CJ, Knight S, Harding AF. 2005. Understanding Complex Fragmented Assemblages of Human and Animal Remains: A Fully Integrated Approach. *J Arch Sci* 32:1699–1710.
- Píšová H. 2011. *Distribuce izolovaných kostí v kumulaci na středověkém hřbitově ve Všerubech*. Diplomová práce. Katedra antropologie, Západočeská Univerzita v Plzni.
- Reitz EJ, Wing ES. 2008. *Zooarchaeology*. Cambridge University Press. Second Edition.

- Sládek V, Galeta P, Sosna D, Čechura M, Friedl L. 2006. Pathology as a Factor Influencing Taphonomy of Human Burials: Covered Space versus Delineated Empty Space Assessment. Poster on 71st Annual Meeting of Society of American Archaeology.
- Sládek V, Galeta P, Sosna D, Čechura M. 2008. Metody terénní antropologie a dokumentace kosterních nálezů: Příklad hřbitova u kostela sv. Ducha ve Všerubech. In: J. Macháček, editor. Počítačová podpora v archeologii II. Masarykova Universita. Brno:314–339.
- Sládek V, Berner M, Galeta P, Friedl L, Kudrnová Š. 2010. Technical Note: The Effect of Midshaft Location on the Error Ranges of Femoral and Tibial Cross-sectional Parameters. *Am J Phys Anthropol* 141:325–332.
- Sosna D, Sládek V, Galeta P. 2010. Investigating Mortuary Sites: The Search for Synergy. *Anthropologie* 48/1:33–40.
- Stehlíková, B. 2012. Doklady hrobové výbavy z novověkého pohřebiště u kostela Sv. Máří Magdaleny v Plzni. Bakalářská práce. Katedra archeologie, Západočeská Universita v Plzni.
- Stodder ALW. 2008. Taphonomy and the Nature of Archaeological Assemblages. In: Katzenberg MA, Saunders SR, editors. *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. Second Edition.
- Ubelaker DH, Adams BJ. 1995. Differentiation of Perimortem and Postmortem Trauma Using Taphonomic Indicators. *J For Sci*, Vol.40/3:509–512.
- Unger J. 2002. Pohřební ritus a zacházení s těly zemřelých v českých zemích (s analogiemi i jinde v Evropě) v 1.–16. století. In: Malina J, editor. *Panoráma biologické a sociokulturní antropologie*. Brno.
- Unger J. 2006. Pohřební ritus 1.–20. století v Evropě z antropologicko-archeologické perspektivy. In: Malina J, editor. *Panoráma biologické a sociokulturní antropologie*. Brno.
- Waldron T. 1987. The Relative Survival of the Human Skeleton: Implications for Paleopathology. In: Boddington A, Garland A, Janaway R, editors. *Death Decay and Reconstruction: Approaches to Archaeology and Forensic Science*. Manchester: Manchester University Press:55–64.
- Walker PL, Johnson JR, Lambert PM. 1988. Age and Sex Biases in the Preservation of Human Skeletal Remains. *Am J Phys Anthropol* 76:183–188.

- Weiss E. 2009. Bioarchaeological Science: What we have Learned from Human Skeletal Remains. Nova Science Publishers, Inc.
- White TD, Folkens PA. 2005. The Human Bone Manual. Elsevier Academic press. Amsterdam.
- White EM, Hannus LA. 1983. Weathering of Bone in Archaeological Soils. *Am Antiq*, Vol.48/2:316–322.
- Willey P, Galloway A, Snyder L. 1997. Bone Mineral Density and Survival of Elements and Element Portions in the Bones of the Crow Creek Massacre Victims. *Am J Phys Anthropol* 104:513–528.
- Wood WR, Johnson DL. 1987. A Survey of Disturbance Process in Archaeological Site Formation. In: Schiffer MB, editor. *Advances in Archaeological Method and Theory*, Vol.1:325–381.
- Živný M. 2005. Pohřební ritus na Moravě v 11.–15. století ve Středoevropském kontextu. Disertační práce. Katedra antropologie, Masarykova Universita v Brně.

19. Prameny

- Galeta P. 2011. Software pro výpočet chyby opakovaných měření (doplněk MS Excel). Příručka pro použití. Katedra antropologie. Západočeská universita v Plzni.
- Orna J. 2010. „Galerie U Zvonu“. Projekt záchranného archeologického výzkumu. Západočeské muzeum v Plzni.

20. Resumé

This paper is aimed by assessing of human bone fragmentation and separation of elements with regard to taphonomic factors and excavation procedures. This work on target to evaluate separation and fragmentation of isolated human skeletal remains with their frequencies in a assemblage with a view to clarify which taphonomic factors (natural processes and / or anthropogenic activities) can play a major role in the formation of a set of isolated human bones. Competent material is arised during an archaeological research in Pilsen U Zvonu from years 2010-2011. During archaeological reseachs were accumulated enormous amounts of isolated human bones. The material does not contain teeth, juvenile specimens and bone disabled by pathologies.

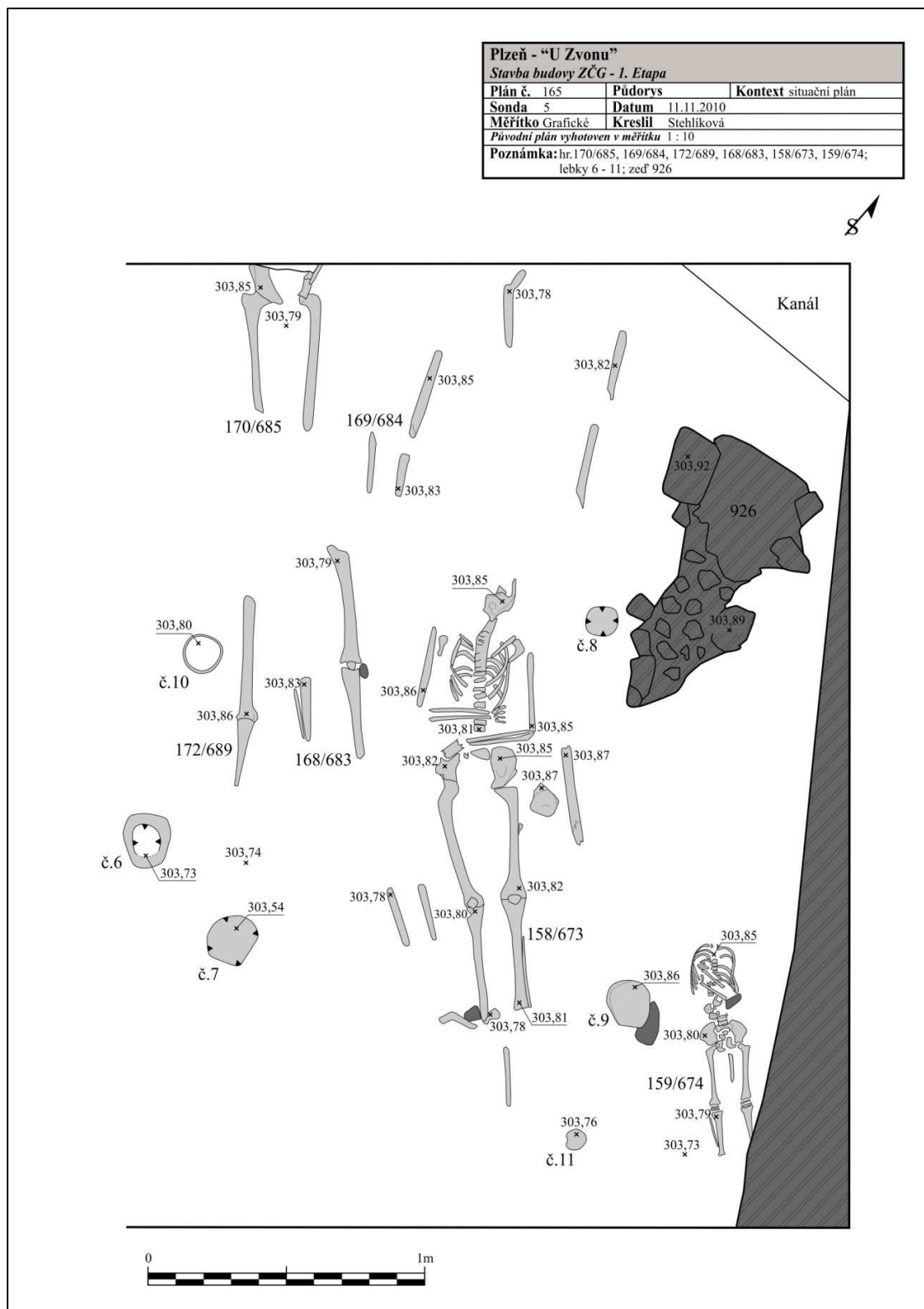
As a method of assessment was chosen method of diagnostic zones (Knüsel and Outram, 2004). Its origin is zooarcheology. This method layout is correlated very well with the possibilities of fragmentation and subsequent separation of bone elements and fragments of an elements. Methodology of this paper was supplemented by monitoring the weathering, tool marks, roots traces and traces of animals teeth marks. Furthermore, including identification of specimens and its lateral determination, the recording of three levels of completeness, the element type in seven classes and the maximum length of bone element. The author discuss the effect of deposition conditions, bone mechanical properties, morphology and formal properties of human bones.

For this diplom thesis was determine to three hypotheses. Hypotheses are tested as zero (H0). Thats mean that deviations from zero expectations will be interpreted as a result of the influence of specific taphonomic factors.

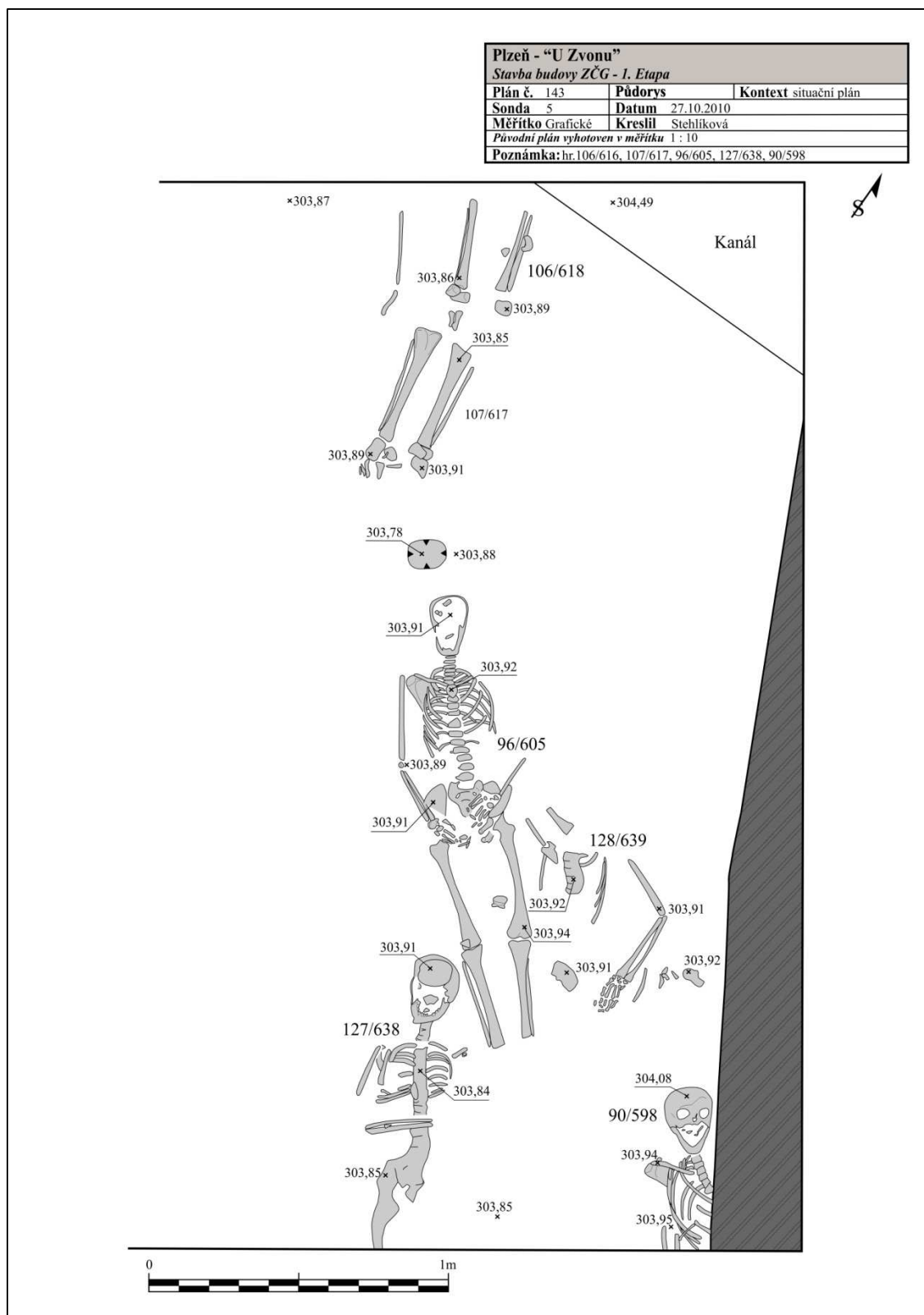
Unfortunately not the first application of this methodology is so qualit that it can be used for the purpose of the diplom thesis. New methodology was appllied and simplified some of its parts. The sample of evaluated isolated human bones was doubled. However, there wasn't still possibility for new analysis, and therefore this work is only a preparation for the final treatment of the subject.

21. Přílohy

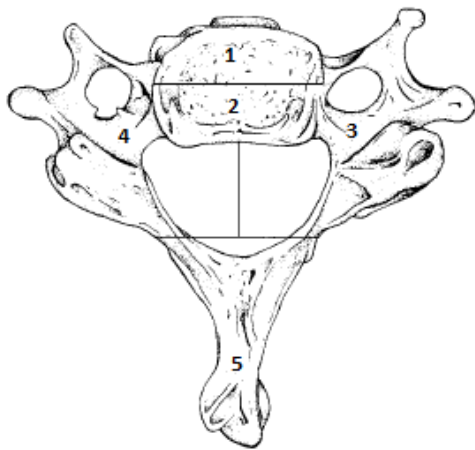
21.1. Obrázkové přílohy



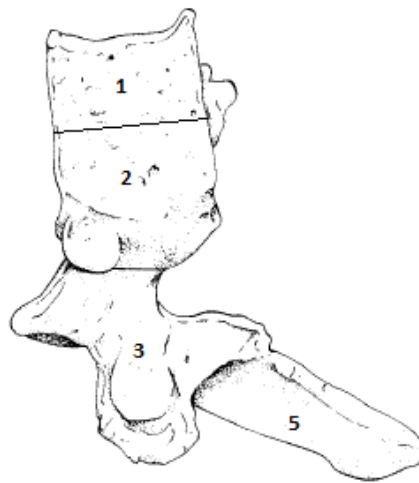
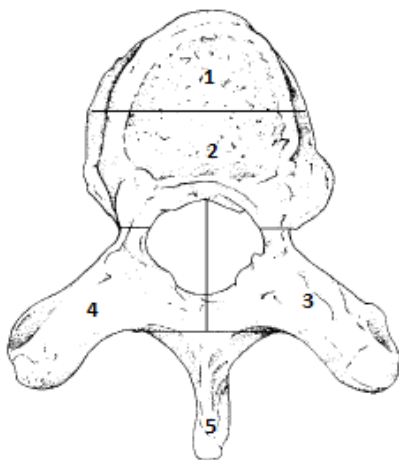
Obr. 1. Situační plán. Překrývání hrobů. Evidentní jsou také izolované kosti v prostoru mezi jednotlivými hroby. Z dokumentace vedoucího výzkumu Jiřího Orny.



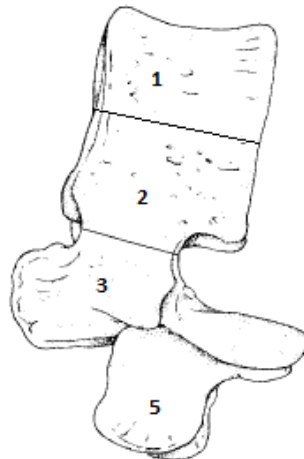
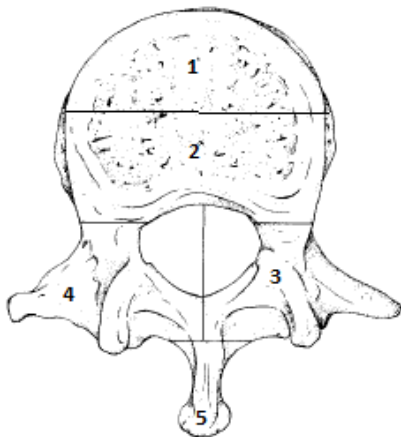
Obr. 2. Situační plán s dokladem variability v orientaci hrobů. Evidentní je rovněž překrývání hrobů a izolované kosti v prostoru mezi hroby. Z dokumentace vedoucího výzkumu Jiřího Orny.



cervicales

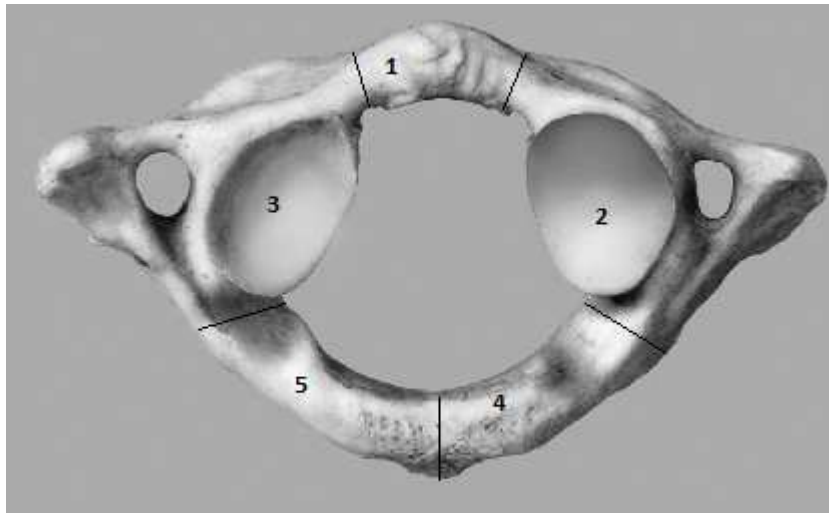


thoracicales

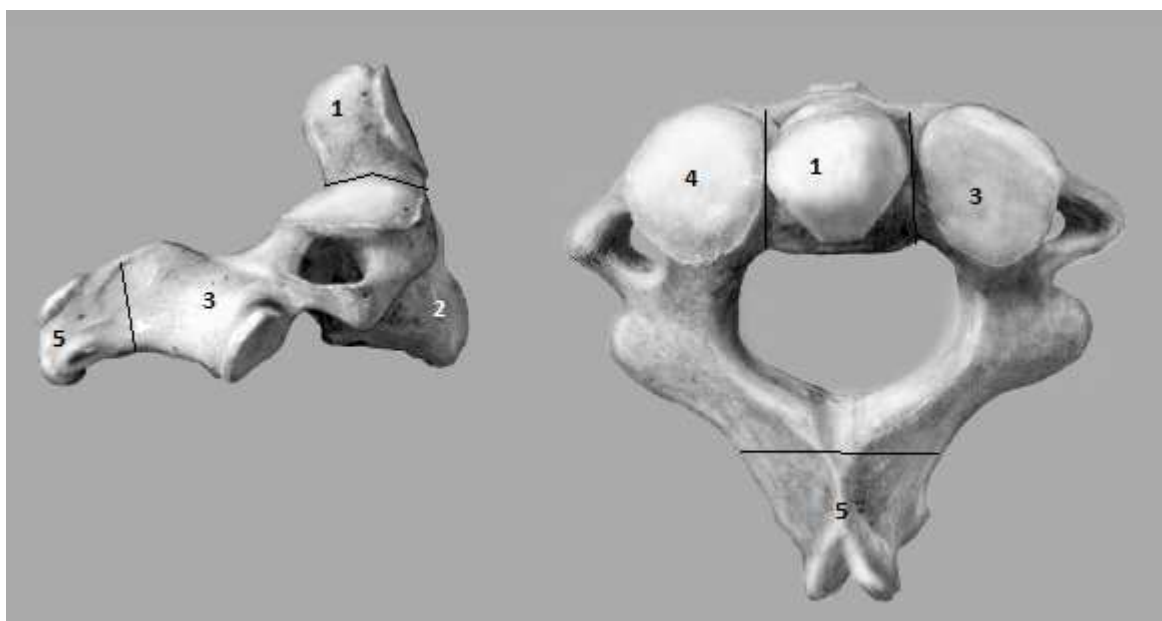


lumbales

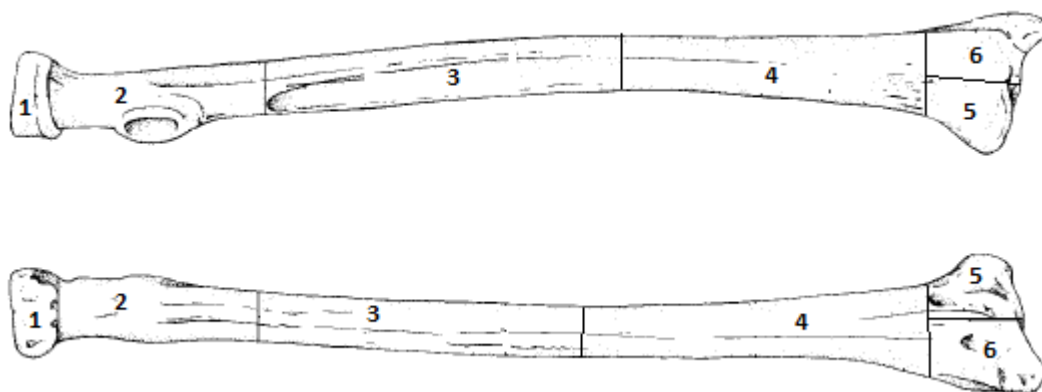
Obr. 4. Rozvržení diagnostických zón pro obratle. Převzato z Knüsel a Outram (2004), upraveno.



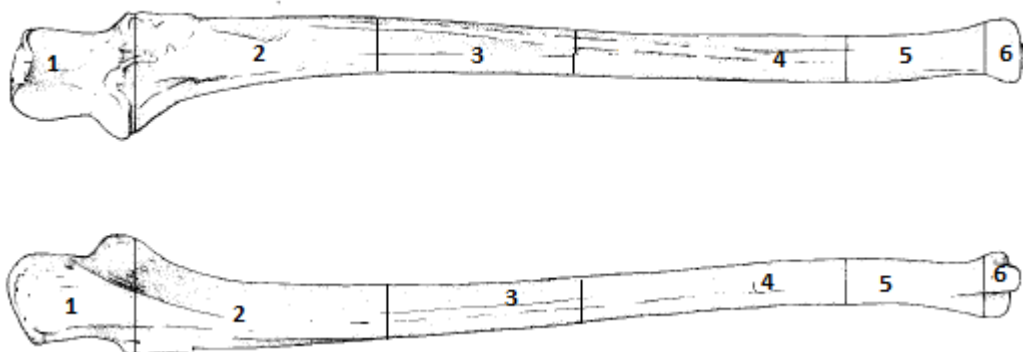
Obr. 5. Rozvržení diagnostických zón pro atlas. Převzato z <http://anatomina.org/data/index.htm?cesta=obrazy/prvni-krcni-obratel/&snimka=1&cislo=1&slozka=sys&lang=cz>, upraveno.



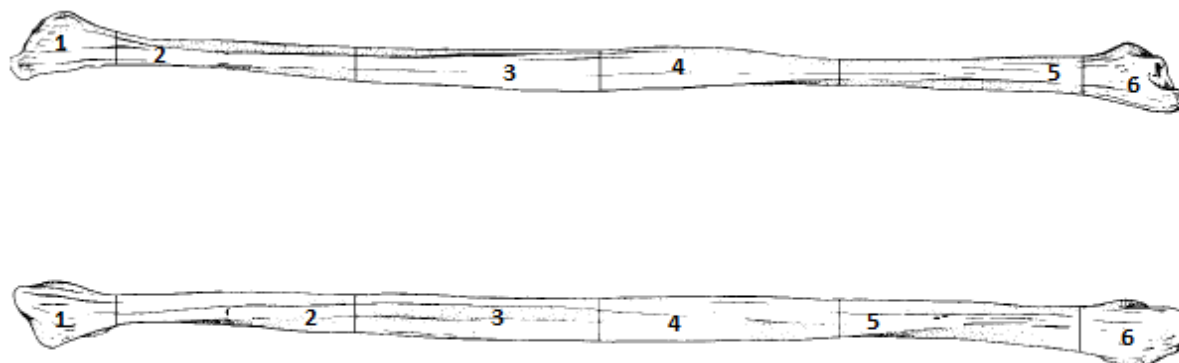
Obr. 6. Rozvržení diagnostických zón pro axis. Převzato z <http://anatomina.org/data/index.htm?cesta=obrazy/druhy-krcni-obratel/&snimka=1&cislo=1&slozka=sys&lang=cz>, upraveno.



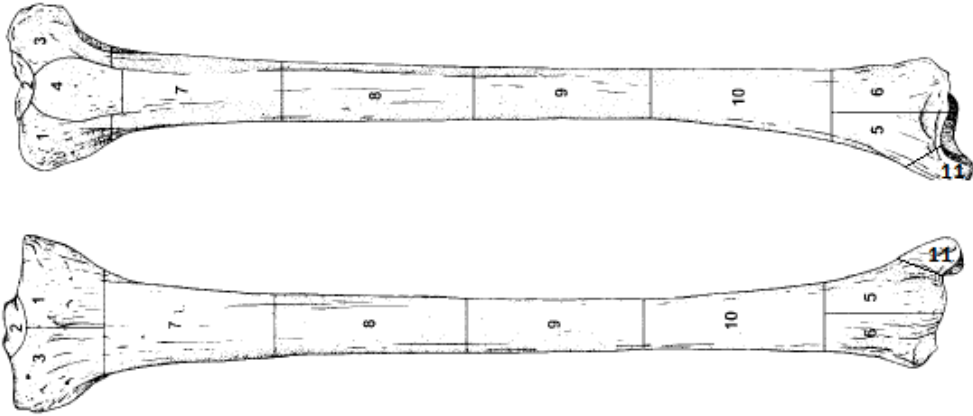
Obr. 7. Rozvržení diagnostických zón pro kost vřetení. Převzato z Knüsel a Outram (2004), upraveno.



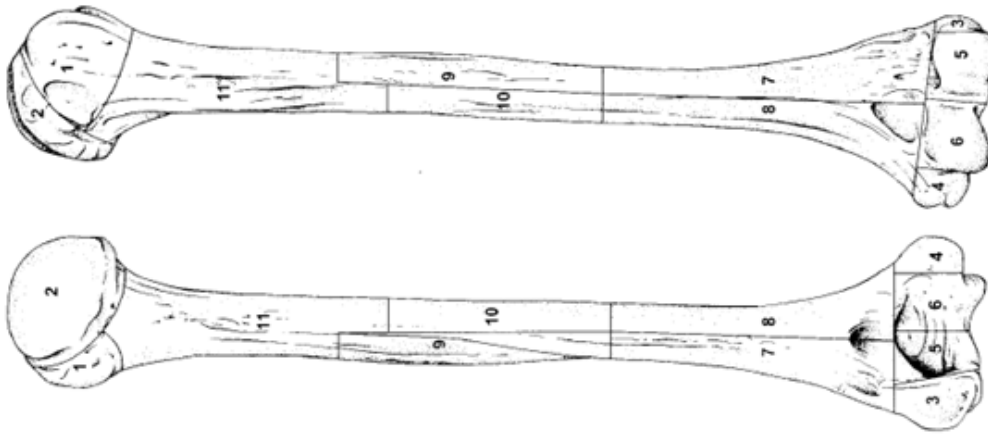
Obr. 8. Rozvržení diagnostických zón pro kost loketní. Převzato z Knüsel a Outram (2004), upraveno.



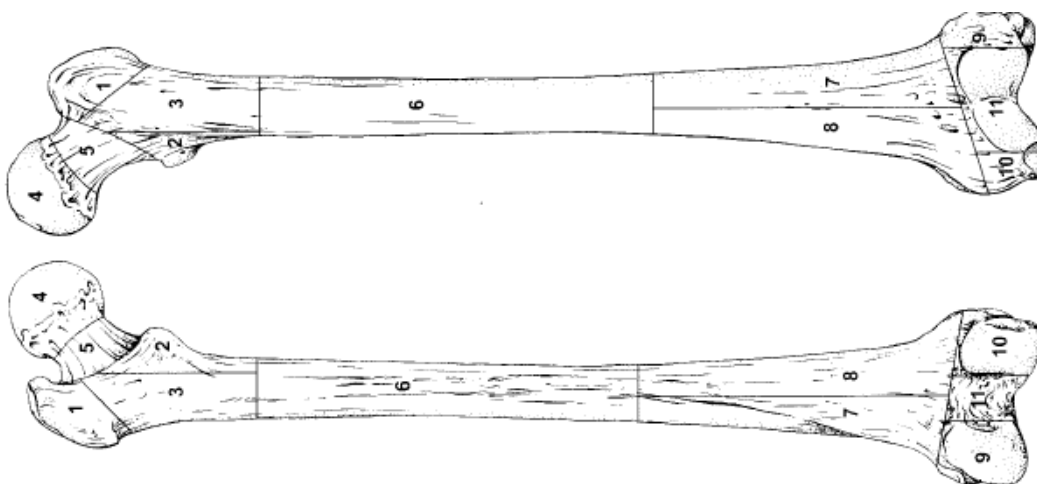
Obr. 9. Rozvržení diagnostických zón pro kost lýtkovou. Převzato z Knüsel a Outram (2004), upraveno.



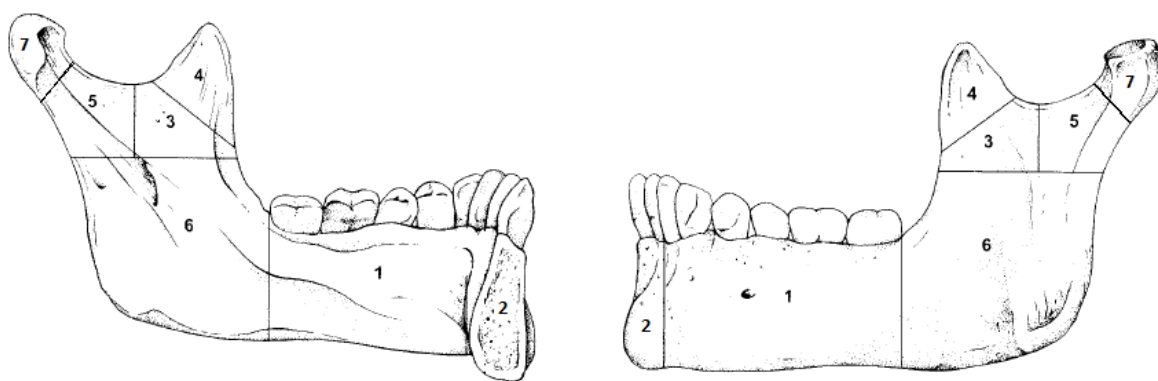
Obr. 10. Rozvržení diagnostických zón pro kost holenní. Převzato z Knüsel a Outram (2004), upraveno.



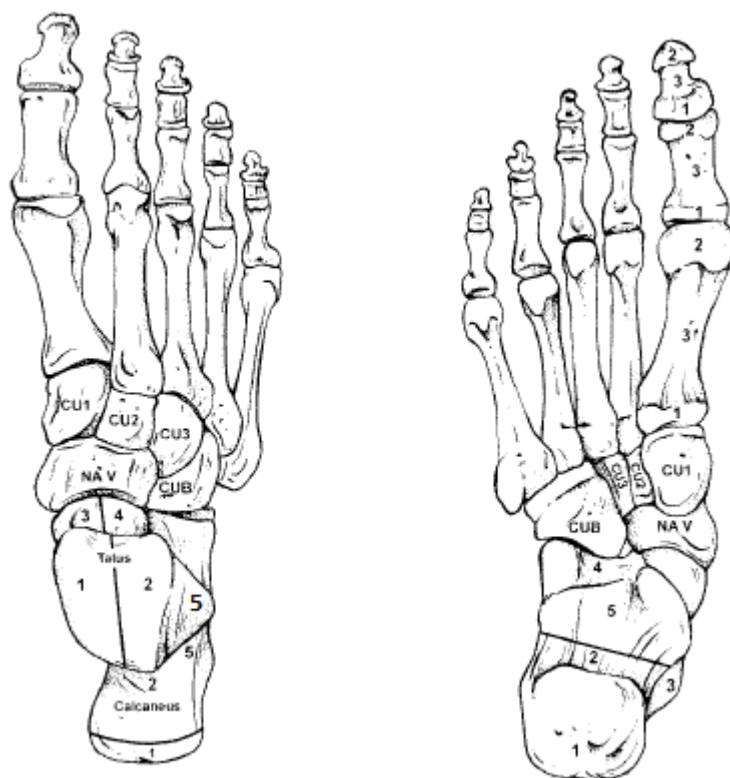
Obr. 11. Rozvržení diagnostických zón pro kost pažní. Převzato z Knüsel a Outram (2004).



Obr. 12. Rozvržení diagnostických zón pro kost stehenní. Převzato z Knüsel a Outram (2004).



Obr. 13. Rozvržení diagnostických zón pro dolní čelist. Převzato z Knüsel a Outram (2004), upraveno.



Obr. 14. Rozvržení diagnostických zón pro ossa pedis, konkrétně změna na kosti hlezenní. Převzato z Knüsel a Outram (2004), upraveno.

21.2. Diagnostické zóny

Typ elementu	Element / Zóna	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
Velké dlouhé	Femur	<i>trochanter major</i>	<i>trochanter minor</i> a přilehlé části okolo	část kde se upíná <i>m. gluteus maximus</i> , přechod z epifýzy na diafýzu	<i>caput humeris</i>	<i>collum femoris</i>	dist. diafýza, kaud. hranice je místo, kde se <i>linea aspera</i> začíná rozdvojovat
	Tibie	mediální <i>processus condylaris</i>	<i>fossa intercondylaris</i> a <i>eminentia intercondylaris</i>	laterální <i>processus condylaris</i>	<i>tuberositas tibie</i>	<i>malleolus lateralis</i> a přilehlé části	část superiorně od <i>malleolus medialis</i>
	Humerus	<i>tuberculum majus et minus</i>	<i>caput humeri</i>	<i>epicondylus lateralis</i>	<i>epicondylus medialis</i>	<i>capitulum humeri</i>	<i>trochlea humeri</i>
		Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	# Obr.
Velké dlouhé	Femur	laterální část inferiorní třetiny diafýzy	mediální část inferiorní třetiny diafýzy	<i>condylus et epicondylus lateralis</i>	<i>condylus et epicondylus medialis</i>	intercondylární prostor, na ventrální straně <i>facies patellaris</i>	
	Tibie	první proximální čtvrtina diafýzy zahrnující <i>foramen nutricium</i>	druhá čtvrtina diafýzy	třetí čtvrtina diafýzy	distální čtvrtina diafýzy	<i>malleolus medialis</i>	
	Humerus	distální laterální část diafýzy, laterální část <i>fossa olecrani</i> a <i>fossa radialis</i>	distální mediální část diafýzy, mediální část <i>fossa olecranii</i> a <i>fossa coronoidea</i>	část diafýzy zahrnující <i>tuberositas deltoidea</i>	opositní část k Z9, v sagitální rovině rozdělující kost na laterální a mediální část	proximální část diafýzy zahrnující <i>collum chirurgicum</i>	

Typ elementu	Element / Zóna	Z1	Z2	Z3	
Střední dlouhé	Radius	<i>caput radii</i>	proximální část diafýzy zahrnující <i>collum radii</i> a <i>tuberositas radii</i>	střední část diafýzy, horní hranicí je <i>foramen nutricium</i>	
	Ulna	<i>olecranon, incisura trochlearis</i> a <i>processus coronoideus</i>	proximální čtvrtina diafýzy začínající u <i>incisura radialis</i> až k <i>foramen nutricium</i>	druhá čtvrtina diafýzy zahrnující <i>margo interosseus</i>	
	Fibula	<i>caput fibulae</i>	první distální čtvrtina diafýzy	druhá čtvrtina diafýzy	
		Z4	Z5	Z6	# Obr.
Střední dlouhé	Radius	distální část diafýzy	laterální polovina distální části zahrnující <i>processus styloideus</i>	mediální polovina distální části	
	Ulna	třetí čtvrtina diafýzy kde se <i>margo interosseus</i> vytrácí	distální čtvrtina diafýzy	<i>caput ulnae</i> s <i>processus styloideus</i>	
	Fibula	třetí čtvrtina diafýzy zahrnující <i>foramen nutricium</i>	distální čtvrtina diafýzy	<i>malleolus lateralis</i>	
		Z1	Z2	Z3	# Obr.
Malé dlouhé	Clavicula	<i>extermetas sternalis</i>	<i>extermetas acromialis</i> zahrnující i <i>tuberculum conoideum</i>	střední část elementu zahrnující <i>sulcus musculi subclavii</i>	
	Ossa metacarpi	distální konec	proximální konec	diafýza	
	Ossa metatarsi	distální konec	proximální konec	diafýza	

Typ elementu	Element / Zóna	Z1	Z2	Z3	# Obr.
Ploché	Costae	<i>caput costae a collum costae</i>	<i>tuberculum costae</i> až po přibližný konec <i>arcus costae</i>	zbývající <i>corpus costae</i>	
	Sternum	<i>manubrium sterni</i>	<i>corpus sterni</i>	<i>processus xyphoideus</i>	
	Scapula	<i>processus coracoideus</i>	superiorní část <i>cavitas glenoidalis</i>	inferiorní část <i>cavitas glenoidalis</i>	
		Z4	Z5	Z6	
Ploché	Scapula	<i>acromion</i> až po přisedlou třetinu <i>spina scapulae</i>	část pod <i>acromion</i> , na které je <i>cavitas glenoidalis</i>	střední část <i>margo superior</i> zahrnující <i>fossa supraspinata</i>	
		Z7	Z8	Z9	
	Scapula	plocha vytyčená <i>margo lateralis</i> a linií vedoucí od středu <i>spina scapulae</i> po <i>angulus inf.</i>	<i>angulus medialis</i> po <i>spina scapulae</i>	plocha vytyčená <i>margo medialis</i> a linií vedoucí od středu <i>spina scapulae</i> po <i>angulus inf.</i>	

Typ elementu	Element / Zóna	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	# Obr.
Mnohotvářé	Talus	mediální část <i>trochlea tali</i>	laterální část <i>trochlea tali</i>	mediální polovina proximální části rozdělující <i>caput tali</i> sagitálně	laterální polovina proximální části rozdělující <i>caput tali</i> sagitálně	<i>processus lateralis</i>	
	Calcaneus	<i>tuber calcanei</i>	distální část těla kosti	<i>sustentaculum tali</i>	proximální část kosti zahrnující <i>facies articularis cuboidea et naviculare</i>	proximální část těla inferiorně od kloubních ploch	
	Vertebrae C, Th, L	ventrální část <i>corpus vertebrae</i>	dorsální část <i>corpus vertebrae</i>	pravá část zahrnující <i>processus transversus a pediculus arcus vertebrae</i>	levá část zahrnující <i>processus transversus a pediculus arcus vertebrae</i>	<i>processus spinosus</i>	
	Atlas	<i>tuberculum anterius s fovea dentis</i>	pravá část <i>massa lateralis s processus transversus a kloubními plochami</i>	levá část <i>massa lateralis s processus transversus a kloubními plochami</i>	pravá část <i>arcus anterior</i>	levá část <i>arcus anterior</i>	
	Axis	<i>dens axis až po facies articularis anterior et posterior</i>	<i>corpus axis</i>	pravá část oblouku obratle, spolu s útvary na této části	levá část oblouku obratle, spolu s útvary na této části	<i>processus spinosus</i>	

Typ elementu	Element / Zóna	Z1	Z2	Z3	Z4	# Obr.
Mnohotvaré	Os sacrum	<i>basis ossis sacri</i> zahrnující S1 – S5	<i>pars lateralis dexter</i> spolu s <i>facies lunata</i> a <i>processus articularis</i>	<i>pars lateralis sinister</i> spolu s <i>facies lunata</i> a <i>processus articularis</i>	kostěný oblouk kryjící <i>canalis sacralis</i>	
	Mandibula	část <i>corpus mandibulae</i> zahrnující alveol pro premoláry a moláry	část <i>corpus mandibulae</i> zahrnující alveol pro řezáky a špičáky	část <i>ramus mandibulae</i> odkud vychází <i>processus coronoideus</i>	<i>processus coronoideus</i>	
	Os coxae	superiorní část acetabula a k němu přilehlé anteriorní a posteriorní části	posteriorní část inferiorní části acetabula	anteriorní část inferiorní části acetabula	superiorní část os <i>ischium</i> zahrnující <i>spina ischiadica</i>	
		Z5	Z6	Z7	Z8	
Mnohotvaré	Mandibula	část <i>ramus mandibulae</i> odkud vychází <i>processus condylaris</i>	<i>angulus mandibulae</i>	<i>processus condylaris</i>		
	Os coxae	inferiorní část os <i>illium</i> zahrnující <i>incisura ischiadica major</i>	superiorní část <i>tuber ischiadicum</i>	<i>facies auricularis</i>	superiorní část <i>ramus ossis pubis</i> , zahrnující <i>linea pectinea</i> a <i>tuberculum pubicum</i>	
		Z9	Z10	Z11	Z12	
	Os coxae	inferiorní část os <i>pubis</i> zahrnující <i>facies symphysealis</i>	lopata os <i>illium</i> , kaudální hranici tvoří linie od <i>spina iliaca ant. sup.</i> a <i>spina iliaca post. inf.</i>	inferiorní část os <i>ischium</i> zahrnující část <i>tuberositas ischiadica</i>	<i>crista iliaca</i>	

Typ elementu	Element / Zóna	Z1	Z2	poznámky	# Obr.
Dvouzónové	Patella	mediální část	laterální část		
	Ossa digitorum manus et pedis	proximální polovina kosti	distální polovina kosti		
	Os scaphoideum	část kosti s <i>tuberculum ossis scaphoidei</i>	část kosti s kloubní plochou pro <i>radius</i>		
	Os lunatum	dorsální část	palmární část		
	Os triquetrum	část kosti s kloubní plochou pro <i>os capitatum</i> a <i>os hamatum</i>	část kosti s kloubní plochou pro <i>os pisiforme</i>	Z1 a Z2 dělí sulcus	
	Os pisiforme	kloubní plocha pro <i>os triquetrum</i>	zbytek kosti		
	Os trapezium	<i>corpus ossis trapezi</i>	<i>tuberculum ossis trapezii</i>	Z1 a Z2 dělí sulcus	
	Os trapezoideum	mohutnější část (base kosti)	užší vybíhající část		
	Os capitatum	<i>caput ossis capitati</i>	zbytek kosti		
	Os hamatum	<i>hamulus ossis hamati</i>	zbytek kosti		
	Os cuboideum	část kosti s kloubní plochou pro <i>calcaneus</i>	část kosti s kloubní plochou pro MT 4 et 5	Z1 a Z2 dělí sulcus <i>tendinis m. fibularis longi</i>	
	Os naviculare	tělo kosti zahrnující kloubní plochy pro <i>ossa cuneiformia</i>	<i>tuber ossis navicularis</i>		
	Os cuneiforme mediale	dorsální polovina kost	plantární polovina kosti		
	Os cuneiforme intermediale	dorsální polovina kost	plantární polovina kosti		
	Os cuneiforme laterale	dorsální polovina kost	plantární polovina kosti		