

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Diplomová práce

2012

Dominika Bláhová

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Diplomová práce

**Simulace metody odhadu pohlaví podle dělicího
bodu**

Dominika Bláhová

Plzeň 2012

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra antropologie

Studijní program Antropologie

Studijní obor Antropologie populací minulosti

Diplomová práce

**Simulace metody odhadu pohlaví podle dělicího
bodu**

Dominika Bláhová

Vedoucí práce:

Mgr. Patrik Galeta, PhD.

Katedra antropologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2012

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval(a) samostatně a použil(a) jen uvedené prameny a literatury.

Plzeň, červen 2012

.....

Ráda bych poděkovala panu Mgr. Patriku Galetovi, PhD. za odborné rady a trpělivé vedení práce.

Obsah

1 ÚVOD	1
2 CÍLE PRÁCE	4
3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA	5
3.1 Odhad pohlaví	6
3.1.1 Metody odhadu pohlaví	8
3.1.1.1 Morfoskopické metody	9
3.1.1.2 Morfometrické metody.....	12
3.1.1.2.1 Morfometrické metody na pažní kosti.....	13
3.1.1.3 Odhad pohlaví u dětských koster.....	14
3.2 Pohlavní dimorfismus.....	14
3.2.1 Pohlavní dimorfismus pažní kosti	15
3.3 Metoda navržená J. Albanesem.....	16
3.3.1 Popis metody.....	18
3.3.2 Předchozí studie.....	20
4 SIMULACE METODY – VÝZKUMNÁ ČÁST	21
4.1 Materiál	21
4.2 Metody.....	22
4.2.1 Generování náhodných rozměrů	22
4.2.2 Vypočtení dělicího bodu	24
4.2.3 Srovnání rozměru s dělicím bodem.....	25
4.2.4 Vyhodnocení úspěšně odhadnutých jedinců	26
4.3 Statistické metody a nástroje	26

4.4 Simulace metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu na základě velikosti souboru.....	29
4.5 Simulace metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu na základě poměru pohlaví.....	30
4.6 Simulace metody odhadu podle dělicího bodu na základě velikosti pohlavního dimorfismu	32
4.6.1 Simulace metody podle velikosti pohlavního dimorfismu při změně průměrů rozměrů.....	33
4.6.2 Simulace metody podle velikosti pohlavního dimorfismu při změně směrodatné odchylky	35
5 VÝSLEDKY	37
5.1 Výsledky podle velikosti souboru	37
5.1.1 Výsledky simulace metody na základě velikosti souboru za použití rozměru transversálního průměru hlavice pažní kosti	38
5.1.2 Výsledky simulace metody na základě velikosti souboru za použití rozměru obvodu kloubní hlavice pažní kosti.....	41
5.2 Výsledky simulace metody podle poměru pohlaví	43
5.3 Výsledky simulace metody podle velikosti pohlavního dimorfismu.....	48
5.3.1 Výsledky simulace metody podle velikosti pohlavního dimorfismu při změně průměrů rozměrů	49
5.3.2 Výsledky podle velikosti pohlavního dimorfismu při změně směrodatných odchylek	52
6 DISKUZE	55
7 ZÁVĚR	60

8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ.....	63
9	RESUMÉ	67

1 ÚVOD

Odhad pohlaví patří mezi základní antropologické metody, díky kterým jsme schopni rekonstruovat demografické složení obyvatelstva minulých populací a přihlížet k dalším demografickým ukazatelům, které jsou závislé na odhadu pohlaví. Spolu s odhadem věku patří k základním otázkám antropologů. Odhad pohlaví a jeho správnost je limitována kosterními pozůstatky, zachovalostí, ale i způsobem, jakým lze z kostry pohlaví diagnostikovat. K odhadu pohlaví z kosterních pozůstatků slouží morfometrické i morfologické metody, které mají své výhody i nevýhody. Morfometrické metody se opírají o měření různých rozměrů na kostře, zatímco morfoskopické metody jsou opřeny o pozorování a sledování změn a výrazných částí na kostech. V obou případech jsou tyto metody však závislé na zachovalosti kosterního materiálu. Většina metod, morfometrických i monoskopických, které byly navrženy pro odhad pohlaví, vyžaduje, aby kosterní materiál byl velmi dobře zachovalý, jinak je v některých případech velmi těžké pohlaví diagnostikovat, nebo alespoň je takový odhad pohlaví velmi málo spolehlivý. Mezi morfometrické metody patří i metoda, která pracuje s tzv. dělicím bodem. Dělicí bod (anglicky *sectioning point*) je mezní hodnota velikosti naměřeného znaku. Dělicí bod odděluje pásmo hodnot naměřených pro ženy, které se překrývá s hodnotami naměřenými pro muže, a pásmo hodnot naměřených pro muže, které se překrývá s hodnotami naměřenými pro ženy. Jednodušeji řečeno, dělicí bod je hodnota, která je reprezentována průměrem rozměrů všech jedinců v souboru a která odděluje rozměry mužů od rozměrů žen. Obecně ze statistiky plyne, že čím bude oblast tohoto překryvu menší, tím více jedincům bude odhadnuto pohlaví správně. Pohlaví pomocí dělicího bodu odhadneme tak, že pokud bude naměřený rozměr jedince větší než hodnota dělicího bodu, jedince vyhodnotíme jako muže. Pokud bude naměřený rozměr menší než hodnota dělicího bodu, jedince vyhodnotíme jako ženu.

Morfometrické metody jsou však populačně specifické, nemohou proto být použity napříč populacemi. Populační specifičnost je dána mírou pohlavního dimorfismu. Pohlavní dimorfismus neboli pohlavní dvojtvárnost můžeme definovat jako soubor morfologických, fyziologických, behaviorálních, psychických a hormonálních faktorů, které se projeví u obou pohlaví. Rozdíl je nejen v pohlaví jedince a jeho pohlavních orgánech, ale také v dalších ukazatelích, kterými jsou u živočichů velikost, celkový tvar a uspořádání těla nebo zbarvení těla. U jednoho biologického druhu tak existují dvě formy. Nejvýznamnějším ukazatelem pohlavního dimorfismu je celková velikost těla (Frayner, Wolpoff, 1985). Ale na lidské kostře najdeme mnohem více ukazatelů pohlavního dimorfismu. Pohlavní dimorfismus se u živých populací projevuje také v rozdílném chování mužů a žen, což je dáno působením pohlavního výběru a svou roli sehrávají také hormony. Rozdílné chování mužů a žen je rovněž hlavní příčinou vzniku pohlavního dimorfismu v nemocnosti a úmrtnosti minulých i současných populací.

Práce je zaměřena na simulaci metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu podle metody, kterou navrhuje John Albanese se svým kolektivem (2005). V první fázi práce se věnují obecnému úvodu do problematiky odhadu pohlaví vůbec, jaké máme metody odhadu pohlaví a které části kostry jsou k odhadu pohlaví vhodné. V druhé části práce se věnují představení metody, kterou navrhuje John Albanese et al. (2005). Metoda se snaží na příkladu použití epikondylární šířky pažní kosti vyvinout univerzální metodu, která stanovuje pohlavní diagnózu bez potřeby referenčního souboru a bez potřeby velmi dobře zachovalého kosterního materiálu. Další část práce je samotná simulace navrhované metody a její výsledky. Práce byla rozdělena do tří částí podle zkoumaného kritéria. První z těchto částí je simulace metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu na základě velikosti souboru, druhou částí je simulace této metody na základě poměru pohlaví a třetí částí práce je simulace této metody podle na základě míry pohlavního dimorfismu. Na závěr diskutují výhody a nevýhody metod odhadu pohlaví a úskalí, která

přináší metody využívající dělicí bod (mezní hodnota velikosti měřeného znaku oddělující mužské a ženské pohlaví). Navrhovaná metoda předpokládá, že čím větší bude pohlavní dimorfismus, tedy čím větší bude rozdíl mezi muži a ženami v daném měřitelném znaku na kostře, tím spolehlivější výsledky nám metoda bude dávat.

Pro anatomické názvy kostí používám ve své práci české názvy, pro anatomické znaky na kostře ale používám názvy latinské. V případě, že daný latinský výraz nemá svůj ekvivalent v českém jazyce, používám někdy jeho počestělý název s českým skloňováním. V textu používám slovo populace, které by v mém pojetí mohlo být definováno jako soubor jedinců (stejného druhu), který se nachází v jedné určité době na jednom určitém místě. Zároveň s tím ale termín populace používám i pro generované soubory, neboť jsou pro mě vzorkem, který představuje populaci. Dále zavádím termín „koeficient rozdílnosti“, kterým se myslí rozdíl mezi dvěma sousedícími hodnotami neboli velikost intervalu mezi těmi to dvěma sousedícími hodnotami a tento rozdíl je zároveň násobkem pro další výpočty intervalů. „Koeficient rozdílnosti“ tedy používám k vyjádření, o kolik jsem například navyšovala velikosti souborů, o kolik jsem zvyšovala poměr mezi pohlavími nebo o kolik jsem zvyšovala míru pohlavního dimorfismu. Ve své práci používám výrazy „míra pohlavního dimorfismu“ jako synonymum k „velikosti pohlavního dimorfismu“. Etymologicky zde sice dochází k drobnému posunu významu, nicméně pro účely této práce mohou být oba výrazy použity jako synonymum.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je simulovat úspěšnost metody odhadu pohlaví dle dělicího bodu, kterou navrhuje John Albanese s kolegy, na základě kritérií odrážejících míru pohlavního dimorfismu, na základě poměru obou pohlaví v souboru a na základě velikosti souboru, je-li soubor menší než 40 jedinců.

1. Simulace metody na základě velikosti souboru.

Cílem práce je potvrdit nebo vyvrátit dosavadní výsledky této metody, která předpokládá, že soubor musí čítat alespoň 40 jedinců. Cílem práce tedy je zjistit, jak metoda funguje v malých souborech, které čítají méně než 40 jedinců.

2. Simulace metody na základě poměru pohlaví.

Cílem je prohloubit informace, které nám dávají dosavadní výsledky navržené metody. Ty říkají, že metoda je velice úspěšná, pokud poměr pohlaví v souboru je menší než 1,5:1. Cílem práce tedy je zjistit, jak je metoda spolehlivá i v dalších poměrech pohlaví.

3. Simulace metody na základě velikosti pohlavního dimorfismu.

Cílem práce je rozšířit původní originální metodu, kde autoři nesledovali míru pohlavního dimorfismu, přestože míra pohlavního dimorfismu je klíčový parametr úspěšnosti metody. Cílem práce je zjistit, jak pohlavní dimorfismus ovlivňuje úspěšnost metody.

3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

V následujících kapitolách popisují morfometrické a morfoskopické metody odhadu pohlaví na nejběžněji používaných částech kostry, jakými jsou lebka, pánevní kost a pro náš účel i dlouhé kosti. Poukazují na problematiku těchto metod a jejich náročnost na zachovalost kosterního materiálu. Morfometrické i morfoskopické metody se běžně používají v antropologické praxi k odhadu pohlaví i věku. Metody odhadu pohlaví i věku jsou značně limitované jak zachovalostí kosterního materiálu, tak i samotným kosterním materiálem, neboť odhad pohlaví z kosterního materiálu je prováděn v rovině somatického pohlaví, nikoliv genetického pohlaví. Toto je dáno tím, že během ontogenetického vývoje každého embrya, které ještě není pohlavně diferencováno, dochází postupně k vývinu znaků, které jsou specifické pro dané pohlaví. Ve vyšším věku pak opět dochází k postupnému slábnutí těchto pohlavních znaků. Řada znaků se samozřejmě mezi muži a ženami výrazně překrývá, takové znaky pak nejsou vhodné pro odhad pohlaví. Pouze extrémní znaky jsou vhodné pro určování maskulinity neb femininity znaků.

Dále se věnuji pohlavnímu dimorfismu, který je klíčovým parametrem úspěšnosti této metody a zásadním způsobem ovlivňuje úspěšnost metody. Pohlavní dimorfismus, jak napovídá název, je jakási pohlavní dvojtvárnost, kdy v rámci jednoho biologického druhu je možné mít dvě formy. Pohlavní dimorfismus je genotypický rozdíl mezi samci a samicemi jednoho druhu. V přírodě toto lze u některých druhů zvířat sledovat například rozdílným zabarvením, kdy samci jsou většinou pestrobarevní a samice spíše v nenápadných barvách splývajících s okolím. Pohlavní dimorfismus je také dán morfologickou stavbou těla. Jako příklad můžeme poukázat na člověka, kdy například stavba pánve je u mužů a žen rozdílná díky adaptaci na porod. Dalším příkladem pohlavního dimorfismu opět u široké škály živočišných druhů je velikost těla, kdy samci často výrazně převyšují samice. Stejně tak je tomu i člověka, kdy muži jsou často vyšší než ženy, a stejně tak rozměry na

jejich těle bývají větší. To pak souvisí s celkovou robustitou těla, dalším ukazatelem pohlavního dimorfismu. V poslední řadě je nutné zmínit ještě jeden ukazatel pohlavního dimorfismu, který můžeme sledovat opět u všech druhů napříč živočišnou říší. Tímto ukazatelem je rozdílnost v chování, především v období reprodukčního života.

S pohlavním dimorfismem je úzce spjat i pohlavní výběr, což je myšlenka Charlese Darwina, který ji publikoval v roce 1871. Koncepce pohlavního výběru vychází z pozorování, že mnohá zvířata rozvíjí vlastnosti, jejichž funkcí není pomoci jednotlivcům přežít, ale pomoci maximalizovat jejich reprodukční úspěch. To může být realizováno dvěma způsoby, tím, že budou sami atraktivní pro opačné pohlaví (interpohlavní výběr mezi pohlavími), nebo budou zastrašovat nebo porážet své soupeře stejného pohlaví (intrapohlavní výběr v rámci jednoho pohlaví). Důležitou roli tedy hraje i pohlavní výběr během evoluce. Pohlavní výběr může udělat z nevýznamného fenotypu neobyčejně výhodný fenotyp, nebo naopak nevýhodný. Může dokonce působit proti obvyklým selekčním tlakům a vytvořit tak struktury, jejichž existence by bez jeho působení byla nemyslitelná. Pohlavní výběr tedy během evoluce člověka způsobil značný pohlavní dimorfismus, díky němuž lze odhadovat somatické pohlaví z kosterních pozůstatků.

3.1 Odhad pohlaví

Odhad pohlaví patří mezi nejzákladnější osteologické metody používané téměř při každém výzkumu. K základu osteologických metod patří spolu s odhadem věku dožití a odhadem výšky postavy. V biologické antropologii se používají k odhadu pohlaví morfologické a morfoskopické metody, které slouží k popisu variability jedinců. Morfometrický přístup je založen na kvantitě získaných dat pomocí měření. Morfoskopický přístup je naopak praktikován jako kvalitativní aspektivní přístup, při kterém se badatel spoléhá především na svůj zrak a hmat, zkoumá, do jaké míry jsou dané znaky vyvinuté. Vedle morfologického a morfoskopického

přístupu můžeme vidět i tzv. typologický přístup, podle kterého tvar a velikost kostí odráží příslušnost k určitému typu, a biologicko-populační přístup, podle kterého tvar a velikost kostí odpovídá určitému prostředí, ve kterém jedinec žil. Posledně jmenovaný přístup se nesnaží definovat typologii, pouze si všímá odchylek na kostech.

Morfologické znaky mají kontinuální povahu. Pohlaví je v pojetí fyzické antropologie chápáno jako binární, tedy pohlaví může být ženské nebo mužské. Vedle toho existuje hierarchická úroveň chápání pohlaví. Pohlaví může být genetické, tedy chromozomální, určené podle toho, zda-li se nachází chromozom X či chromozom Y. Další úroveň chápání pohlaví je úroveň gonadální, do 7. týden těhotenství jsou gonády indiferentní, až po sedmém týdnu těhotenství dochází k diferenciaci podle přítomnosti či podle absence genu SRY. Další úroveň je úroveň genitální, kdy se zakládají pohlavní vývody a primární pohlavní znaky. Vyvíjí se pod vlivem fetálního androgenu, které secernují varlata plodu. Pokud vzniknou Müllerovy vývody, zakládají se ženské genitálie a dochází k redukci Wolfových kanálků. Wolfovy kanálky naopak dávají vznik mužským genitáliím a redukují se Müllerovy kanálky. Somatická úroveň hierarchie pohlaví je dána vývinem vnějších pohlavních znaků, kde hlavním faktorem jsou hormony, např. testosteron povzbuzuje růst kostí a svalů a zapříčiňuje rozdíl mezi mužskou a ženskou pánví, stejně tak robusticitu dlouhých kostí. Poslední hierarchickou úroveň je tzv. psycho-sociální úroveň, která odpovídá dnešnímu pojetí slova gender, tedy tomu, jak se dotyčný jedinec sám cítí, jestli zastává ve společnosti mužskou či ženskou roli. Pro účely odhadu pohlaví je však určující pouze somatická úroveň, daná produkcí hormonů.

Odhad pohlaví se na základě somatické úrovně dá odhadovat u dospělých i nedospělých jedinců. U nedospělých jedinců je však odhad pohlaví velmi obtížný a vede tudíž k nespolehlivým odhadům, neboť se ještě nestihly projevit pohlavní znaky. U dospělých s plně vyvinutou morfologií je pak odhad velice spolehlivý, neboť byl dostatek času, aby

mohly působit hormony a rozvíjet robusticitu kostí (př. testosteron). Dalším faktorem je u žen adaptování se na porod, díky tomu mají ženské pánve speciální tvar, odlišný od mužských pánví.

Odhad pohlaví z kosterních pozůstatků je problém, který se týká několika odvětví antropologie: paleoantropologie, paleodemografie a forenzní antropologie. Nejvhodnější pro odhad pohlaví z kosterních pozůstatků je kost pánevní, po ní následuje lebka a z postkraniálního skeletu dlouhé kosti. Existuje řada studií, které se snažily o odhad pohlaví z jiných postkraniálního skeletu. Např. z klíční kosti (Thieme, Schull, 1957), pažní kosti (Černý, 1966), vřetenní kosti (Berrizbeiti, 1989), loketní kosti (Bass, 1987), stehenní kosti (Černý, 1966), česky (Gunn, 1980) nebo holenní kosti (Holland, 1991). Výše jmenované kosti nesou pohlavně dimorfní znaky, avšak k určování pohlaví se jich používá výjimečně až vůbec kvůli nižší spolehlivosti odhadu. Pohlavní rozdíly existují i na dalších kostech, ale nepoužívá se jich kvůli nízké zachovalosti v archeologickém souboru.

3.1.1 Metody odhadu pohlaví

V antropologii se k odhadu pohlaví používají morfoskopické (morfologické) a morfometrické metody. Morfometrické metody jsou založeny na kvantitě získaných dat pomocí měření. Využívají poznatků tzv. osteometrie. Morfoskopické metody naopak využívají variability, do jaké míry jsou dané znaky vyvinuté (exprese znaků), charakterizují tvarové odlišnosti. V následujících kapitolách popisují jen nejdůležitější morfoskopické a morfometrické metody, které se běžně používají k odhadu pohlaví, tedy morfometrické a morfoskopické metody odhadu pohlaví z lebky a pánve. Pro účely této práce ještě přidávám morfoskopické a morfometrické metody odhadu pohlaví z dlouhých kostí, konkrétně z kosti pažní.

3.1.1.1 Morfoskopické metody

Morfoskopické metody využívají především vizuálního pozorování v kombinaci s hmatem. Na téměř každé kosti můžeme najít nějaký projev variability, který můžeme zkoumat a zabývat se mírou jeho exprese. Během 20. století badatelé zkoumající formy koster vytvořili několik stupnic pro různé znaky, aby vyjádřili, jak je daný znak vyvinutý, a podle kterého je možné odhadovat pohlaví či věk (Stloukal a kol., 1999, str. 112). Každá metoda založená na vizuálním pozorování ale nese známky subjektivity. Pozorované znaky na kostře však mohou vypovídat o tvaru, velikosti či robusticitě daných kostí nebo daných projevů na kostech. Některé znaky mohou mít kontinuální charakter (Stloukal a kol., 1999, str. 112). Mnoho znaků na lidské kostře nese známky tzv. pohlavního dimorfismu, neboli pohlavní odlišnosti, která je dána právě např. působením hormonů a tím ovlivňuje podobu, tvar nebo robusticitu kosti. Díky těmto znakům je pak rozlišitelná kostra muže od kostry ženy pouhým vizuálním porovnáním. Obecně můžeme říct, že mužské kosti můžeme identifikovat na základě jejich robusticity, jsou robustnější než kosti ženské. Toto je však závislé na velmi subjektivním hodnocení pozorovatelů. Podle Ferembachové jsou tyto metody klasifikace kostí možné pouze tehdy, pokud máme k dispozici nějaký srovnávací soubor se známým pohlavním dimorfismem. Říká, že ženské kosti by pak mohly být snadno zaměnitelné za mužské, pokud by pocházely ze souboru celkově robustního (Ferembach et al., 1980).

Morfologické znaky mají kontinuální charakter. To znamená, že nejsou ve všech fázích života stejné, ale mění se s postupem věku, volně přecházejí a mnohdy jsou hranice mezi jednotlivými vývojovými stupni daného znaku velmi těžko jasně identifikovatelné. Jak již bylo řečeno, chápání pohlaví je binárního charakteru a v různých hierarchických úrovních. Během ontogeneze dochází k vývoji pohlavních znaků, který je dokončen a pro odhad pohlaví ideální po dosažení dospělosti jedince. V té době je exprese pohlavně dimorfních znaků nejlépe viditelná.

U odhadu pohlaví podle vizuálně hodnocených morfologických znaků je vysoké procento chybovosti, lebky mladých mužů nemusí mít plně vyvinuty maskulinní znaky a mohou být klasifikováni jako ženy, naopak u starších žen lze zaznamenat maskulinizaci znaků a mohou pak být mylně označeny za muže

Pohlavní rozdíly na lebce byly pozorovány už v 18. století, základ této metodě ale dal až v 2. polovině 19. století Paul Broca. K hlavním pohlavně rozdílným znakům patří rozvoj glabelly, rozvoj nadočnicového oblouku a zevního týlního oblouku a sklon čela. K vedlejším znakům pak Broca řadil velikost temenních a čelních hrbolů, processus mastoideus a další znaky (Stloukal a kol., 1999, str. 171). Podle Dobisíkové je tedy zřejmé, že označením za hlavní a vedlejší znaky Broca poukazuje na váhu daných znaků. (Stloukal a kol., 1999, str. 171). Tyto znaky byly později dalšími badateli ještě rozšířeny. Např. Ferembachová uvádí 14 znaků pro diagnózu pohlaví podle lebky. Tyto znaky je možné sledovat na pětistupňové škále (od hyperfemininních po hypermaskulinní znaky) a každý ze znaků má svoji váhu. Metoda vychází z výpočtu indexu sexualizace. Jednotlivé znaky na lebce jsou hodnoceny na škále od -2 (hyper-femininní) do +2 (hyper-maskulinní) a každá hodnota je vynásobena váhou znaku. Součet násobků je pak vydělen součtem vah u hodnocených znaků (Ferembachová et al., 1980).

Pánev bývá označována za nejlépe vhodnou pro co nejpřesnější odhad pohlaví. Pánev je nejvíce závislá na různých funkčních mechanismech mezi muži a ženami, díky tomu je velice pohlavně dimorfní. Rozdílné morfoskopické či morfologické detaily mezi mužskou a ženskou pávní jsou dány rozdílnou funkcí v rozmnožovacím procesu. Podobně jako u lebky pomocí pětistupňové škály (od hyperfemininních po hypermaskulinní znaky) navrhli metodu odhadu pohlaví podle pánve Ascádi a Nemeskéri (1970), když každý z 10 znaků má svoji váhu. Index

sexualizace se vypočítá obdobně jako v případě Ferembachové metody odhadu pohlaví podle lebky (viz výše).

Další metodou odhadu pohlaví podle pánve je metoda navržená Novotným (1986). Metoda využívá velký sedací zářez. Tuto metodu pak rozšířil Brůžek (1991, 2002) o další znaky, celkově tedy hodnotí 11 znaků na páni v následujících oblastech: preaurikulární povrch, velký sedací zářez, arc comosé, přední okraj kosti pánevní a ischiopubické proporce. Výhodou této metody je redukce subjektivity pozorovatele. Podle autora tato metoda odhadu pohlaví zvyšuje pravděpodobnost přesné diagnózy s izolovanými fragmenty kosti pánevní za předpokladu, že je zjištěno, že kombinace prvků jednoho znaku je typicky mužská nebo ženská (Brůžek, 2002).

Dlouhé kosti se obecně nedoporučují pro odhad pohlaví, pokud je možno odhadovat z pánve či lebky. Stejně tak je obtížné využívat u dlouhých kostí morfologických metod. Používají se spíše jako podpůrné metody, neboť by bylo velmi těžké rozlišit, zda-li se jedná o muže či robustní ženu nebo naopak o ženu či velmi drobného muže. Navíc, jak již bylo řečeno v kapitole 2.1., s přibývajícím věkem ženy získávají maskulinní znaky, naopak mladí muži mohou být na základě makroskopického pozorování mylně označeny za ženy, neboť jejich znaky vykazují znaky femininní.

Pažní kost se k odhadování pohlaví používá spíše vzácně, vždy se pro odhad pohlaví dává přednost páni, popřípadě lebce. Morfologické znaky na kosti pažní se tedy používají jen jako podpůrné. Z morfologických znaků vhodných pro odhad pohlaví můžeme zmínit například perforaci fossa olecrani, která bývá častější u žen než u mužů. Dále se používá rozvoj svalových úponů a drsnatin. Vzhledem k tomu, že se u starších jedinců drsnatiny rozvíjejí působením vápenatých solí, není možné tuto metodu používat bez znalosti věku jedince (Stloukal a kol., 1999, str. 205). Kromě rozvoje drsnatin se sleduje i jejich struktura, neboť s přibývajícím věkem se mění.

3.1.1.2 Morfometrické metody

Morfometrické metody jsou založené na kvantitativním přístupu měření rozměrů kostí. Morfometrické metody využívají tzv. osteometrii. Výhodou těchto měřících metod je jejich nezávislost na subjektivním hodnocení. Tyto metody jsou vhodné na kostech, kde se pomocí morfologických znaků pohlaví určovat dá jen velmi obtížně nebo vůbec. Aby bylo možné srovnávat výsledky měření u různých jedinců z různých populací v různých lokalitách a časových obdobích, musel být vyvinut systém přesně definovaných rozměrů (Stloukal a kol., 1999, str. 40). Nejpoužívanější systém byl navržen Martinem (1914) a v různých úpravách (Knussmann, 1988) je používán dodnes. Systém je založen na jasných definicích rozměrů, kde každý rozměr má své písmeno a číslo, které jasně identifikuje daný znak. Pomocí morfometrických metod lze odhadovat pohlaví téměř z každé kosti, ale ne každá kost nese pohlavně dimorfní znaky. K odhadu pohlaví se kromě aspektivního hodnocení morfologických znaků používá diskriminační analýza, která využívá morfometrické metody založené na měření rozměrů kostí a nalezení minimální a maximální hodnoty znaku u obou pohlaví a nalezení mezní hodnoty (dělicího bodu) velikosti měřeného znaku. Dělicí bod odděluje pásmo ženských hodnot, které se překrývají s mužskými hodnotami, a pásmo mužských hodnot, které se překrývají s ženskými hodnotami. Oblast překryvu nám dává procento špatně určených jedinců. Čím je překryv menší, tím je lepší diskriminace.

Řada studií prokázala, že morfometrické metody jsou populačně specifické, proto nemohou být použity napříč populacemi. Populační specifičnost je dána velikostí a mírou pohlavního dimorfismu, geografickými podmínkami. Metody mohou fungovat špatně nebo zkreslovat výsledky, např. když přesnost alokace je vysoká pro jedno pohlaví a nízká pro druhé, výsledek může být nadhodnocen, resp. podhodnocen. Materiál musí být kompletní, co nejméně poškozený, je nutná přítomnost neporušeného znaku klíčového pro určení pohlaví.

3.1.1.2.1 Morfometrické metody na pažní kosti

Pažní kost patří mezi dlouhými kostmi k těm, které nejlépe odráží pohlavní rozdíly, nese mnoho známek pohlavního dimorfismu. Obecně přijímaným faktem je, že muži mají pažní kost delší než ženy. Zároveň s tím je obecně přijímaným faktem i to, že muži mají pažní kosti robustnější a ženy spíše gracilnější. Samostatně se však k odhadu pohlaví pažní kost nikdy nepoužívá, neboť rozdíly metrického hodnocení pažní kosti nejsou statisticky významné (Stloukal a kol., 1999, str. 205). Nejpresnější pro odhad pohlaví z kosti pažní je tedy obvod hlavice (rozměr H8), šířka epikondylů (rozměr H4) a transversální neboli příčný průměr pažní kosti (rozměr H9). Rozměr H4, šířku epikondylů, můžeme charakterizovat jako projekivní vzdálenost od nejvzdálenějšího bodu na epicondylus lateralis k obdobnému bodu na epicondylus medialis. Rozměr H8, obvod hlavice, je obvod hlavice pažní kosti měřený těsně podél hranice chrupavky na její kloubní ploše. Rozměr H9, příčný průměr hlavice pažní kosti, je definován jako přímá vzdálenost nejvíce vyčnívajících bodů do stran na postranních okrajích hranice chrupavky kloubní plochy hlavice (Stloukal a kol., 1999, str. 88). Tyto tři rozměry se k odhadu pohlaví používají celkem běžně pro jejich vysokou míru pohlavního dimorfismu.

Dále se v osteometrii pažní kosti můžeme setkat s měřením indexu robusticity, který je podílem nejmenšího obvodu diafýzy (H7) a největší délky (H1). Index robusticity pak může být: gracilní, střední nebo robustní. Další možností, jak přispět k pohlavní diagnóze z pažní kosti, může být rozvoj svalových úponů. Rozvoj svalových úponů se však dá hodnotit pouze v případě, že je znám věk jedince. Pozoruhodným rozdílem mezi mužskou a ženskou pažní kostí je i častější přítomnost perforace fossa olecrani.

3.1.1.3 Odhad pohlaví u dětských koster

Tuto podkapitolu zařazuji pouze na okraj a to z důvodu, že se při antropologické praxi člověk často setkává i s dětskými jedinci. Odhad pohlaví u dětských koster je obecně velmi nesnadné. Velmi často ani taková diagnóza není možná, protože většina pohlavně dimorfních znaků se tvoří až během života, především v období puberty. Některé rozdíly zas mají svůj původ v odlišné činnosti, která se rozvíjí až s postupem věku. U malých dětí je téměř nemožné odhadovat pohlaví podle kostry, protože většina pohlavně dimorfních znaků není zcela vytvořena. O něco úspěšnější mohou být odhady pohlaví u dospívajících jedinců. V takových případech by se použily morfologické metody, a to především z pánve, která nese v postpubertálních obdobích jasnější pohlavně dimorfní znaky než lebka. Nicméně metoda, kterou navrhují John Albanese a kolektiv, se nezabývá dětskými jedinci. Tato metoda v té formě, v jaké byla představena by ani nebyla vhodná pro diagnostikování pohlaví u dětských koster. A to právě z důvodu absence většiny pohlavně dimorfních znaků na dětských kostrách.

3.2 Pohlavní dimorfismus

Pohlavní dimorfismus je výraz, který se používá pro vyjádření pohlavní rozdílnosti mezi samcem a samicí. Někdy se používá též termínu sexuální dimorfismus nebo pohlavní dvojtvárnost. Rozdíl je nejen v pohlaví jedince a jeho pohlavních orgánech, ale také v dalších ukazatelích, kterými jsou u živočichů velikost, celkový tvar a uspořádání těla nebo zbarvení. U jednoho biologického druhu tak existují dvě formy. Pohlavní dimorfismus u člověka je možné definovat jako soubor morfologických, fyziologických, psychických, hormonálních a behaviorálních znaků, které odlišují muže a ženy (Fingerová, 2007). Nejvýznamnějším pohlavně dimorfním znakem je velikost a celková robusticita těla. V průběhu evoluce hominidů pohlavní dimorfismus ve

velikosti těla a na kostře postupně klesal. K rozvoji pohlavně dimorfních znaků přispívá strategie pohlavního výběru samců a samic, v našem případě mužů a žen. Pohlaví člověka v průběhu jeho ontogenetického vývoje je určena vnitřními biologickými faktory, jako jsou geny a hormony. Celkový vývoj jedince je ovlivňován pohlavními hormony, které určují i jedincův fenotyp.

Pohlavní dimorfismus se u živých populací projevuje také v rozdílném chování mužů a žen, což je dáno působením pohlavního výběru a hormony. Rozdílné chování mužů a žen je rovněž hlavní příčinou vzniku pohlavního dimorfismu v nemocnosti a úmrtnosti minulých i současných populací. Pohlavní dimorfismus je ovlivněn jak geneticky, tak životním prostředím jedince a sekundárně je ovlivněn i různorodou činností mužů a žen při prvních dělbách práce. Při zkoumání pohlavního dimorfismu minulých populací ale narážíme na problém, zda genetické a environmentální faktory, které ovlivňují pohlavní dimorfismus dnešního člověka, jsou totožné s faktory, které ovlivňovaly pohlavní dimorfismus u minulých populací a v průběhu lidské evoluce (Frayner, Wolpoff, 1985).

3.2.1 Pohlavní dimorfismus pažní kosti

Pažní kost nese nejvýraznější známky pohlavního dimorfismu ze všech dlouhých kostí vůbec. Jedná se o znaky metrické, neboť morfologicky můžeme na pažní kosti sledovat pouze celkovou robusticitu a expresi svalových drsnatin. V případě pozorování exprese svalových drsnatin lze těžko rozlišit, zda-li se v případě robustní pažní kosti jednalo o velmi robustní ženu či muže, nebo zda-li se v případě gracilní pažní kosti jednalo o ženu či subtilního muže. V takovém případě bychom museli znát věk jedince, neboť víme, že s přibývajícím věkem se u žen objevují znaky maskulinity. Naopak u mužů se v rané fázi dospělosti setkáváme s femininními znaky.

Pohlavní dimorfismus je u pažní kosti nápadný například v délce kosti. Většina prací zabývajících se hledáním pohlavních rozdílů na pažní kosti (Černý, 1971, Dittrick, 1986) říká, že muži mají v průměru delší pažní kost než ženy. Kvůli statistické nevýznamnosti těchto výsledků se však délka pažní kosti k určování pohlaví používá jen jako podpůrná metoda (Stloukal a kol., 1999, str. 205). Lepší výsledky však ukazuje hlavice pažní kosti. Autoři, kteří se zabývali pohlavními rozdíly na hlavici pažní kosti (Černý, 1971, Dittrick, 1986), uvádějí podobné výsledky. Tito autoři sledovali transverzální a vertikální průměr pažní kosti. Mezi další znaky na pažní kosti, které nesou známky pohlavního dimorfismu, patří epikondylární šířka pažní kosti.

Tyto znaky jsou zapříčiněny náročností lidí, kterou kladli na paže, potažmo pažní kosti. Tyto rozdíly mají svůj původ v rozlišných činnostech, které jsou typické jenom pro muže, nebo jenom pro ženy. Příkladem může být například jiná fyzická náročnost v házení oštěpem za účelem lovení zvěře u minulých populací a jiná fyzická náročnost na pažní kost u žen, které namáhaly své paže například mletím obilí mlecími kameny. Paže mužů byly namáhány jiným způsobem než paže žen a to se projevilo jak v celkové rozdílnosti robusticity pažní kosti, tak i v expresi svalových úponů. Expresie svalových úponů je ale specifická pro každého jedince. Podle Černého je celková robusticita pažní kosti mnohem spolehlivější než sledování exprese svalových úponů (Stloukal a kol., 1999, str. 205).

3.3 Metoda navržená J. Albanesem

John Albanese et al. (2005) navrhují univerzální metodu odhadu pohlaví, kterou publikovali na příkladu použití epikondylární šířky pažní kosti. Dělicí bod je stanoven jako celkový průměr naměřených rozměrů nasbíraných ze souboru neznámých jedinců. Pokud je rozměr větší než hodnota dělicího bodu, jedinec je klasifikován jako muž, je-li rozměr menší než hodnota dělicího bodu, jedinec je klasifikován jako žena.

Metoda je použitelná na vysoce fragmentární, špatně zachovalé pozůstatky, smíšené pozůstatky typu kostnic. Je aplikovatelná na řadu různých sexuálně dimorfních znaků, jakými jsou např. délka dlouhých kostí, průměry a obvody dlouhých kostí, šířka epikondylů dlouhých kostí a další pohlavně dimorfní znaky na kostře. Metoda je podle autorů univerzální i díky tomu, že ji lze použít na neidentifikované jedince. Není tedy potřeba mít k dispozici referenční soubor. Tato metoda je specifická pro daný soubor. Byla vyvinuta ze vzorku jedinců neznámého pohlaví a nevyžaduje velkou skupinu relativně kompletních jedinců, jejichž pohlaví se musí předem určit pomocí morfologických kritérií, ani nevyžaduje referenční soubor známého pohlaví.

Předpoklady správného fungování metody jsou, že ve vzorku jsou zastoupeni muži i ženy, že soubor obsahuje alespoň 40 jedinců a jedno pohlaví početně nepřevyšuje druhé v poměru větším než 1.5:1 (výborný výsledek je očekáván s poměrem dosahujícím 1.9:1).

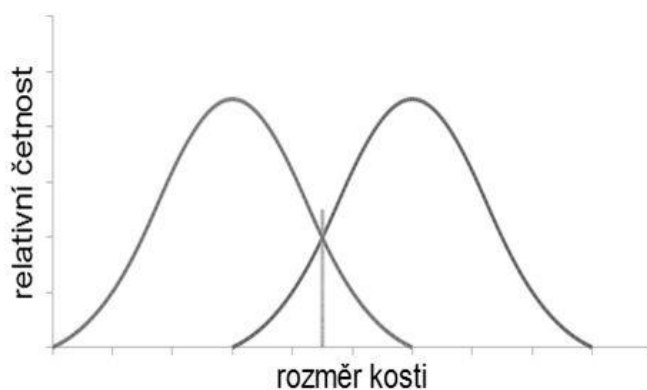
Je obecně přijímaným faktem, že metrické metody pro odhad pohlaví z kostry jsou populačně specifické. Každá populace se liší v závislosti na prostředí, ve kterém žije, a na aktivitách, které ji provází po celý život. Proto je velice problematické používat navržené metody pro odhad pohlaví jedinců napříč všemi populacemi kvůli této variabilitě pohlavně dimorfních znaků. Při aplikování metody, která byla vytvořena pro jednu danou populaci, na nějakou odlišnou populaci může poskytnout špatné výsledky nebo může dojít ke zkreslení výsledků, kdy jedno pohlaví může být podhodnoceno či nadhodnoceno než pohlaví druhé. Například pokud bychom aplikovali metodu využívající rozměru délky kosti, která byla vytvořena pro populaci afrických Masajů, na populaci afrických Pygmejů, dostali bychom vysoce nepřesné výsledky, kde by všichni pygmejší muži byli podhodnoceni a chybně označeni za ženy. Faktory, které ovlivňují specifičnost každé populace, tedy jsou časové změny spojené se změnami v chování, životního stylu, denních návyků, prostředí a geografie prostředí, ve kterém daná populace žije, a někdy dokonce i

genetické variace. V některých případech můžeme samozřejmě použít referenční soubory, tedy soubory, u kterých známe pohlaví nebo u kterých bylo pohlaví předem určeno pomocí morfologických metod odhadu pohlaví. Albanese a kolegové ale poukazují na to, že dokonce i když jsou použity geograficky specifické metody za použití identifikovaného forenzního souboru, nejsou tyto metody bezpodmínečně použitelné v archeologických souborech ze stejné lokality, dokonce ani když je prokázána biokulturní kontinuita mezi živou populací a archeologickým souborem (Albanese et al., 2005, Frutos, 2003). Navíc metody, které poskytují vysokou přesnost rozdělení, dokonce když jsou specifické pro jeden daný soubor, závisí na poměrně kompletních a velmi dobře zachovaných kosterních pozůstatcích. Autoři metody proto navrhnou obecnou metodologii pro rozvíjení jednorozměrné metody odhadu pohlaví pro daný archeologický soubor. Metoda je použitelná na vysoce fragmentární a velmi špatně zachovalé pozůstatky. Metoda je též použitelná, jak již bylo řečeno, na smíšené pozůstatky jako jsou kostnice.

3.3.1 Popis metody

Analýzy diskriminačních funkcí se používají široce pro vyvíjení morfometrických metod odhadu pohlaví. Metoda navrhovaná Albanesem et al. (2005) reprezentuje jeden z nejjednodušších modelů oddělení dvou skupin (skupiny mužů a skupiny žen) a přiřazení jedince neznámého pohlaví do jedné z těchto skupin. V případě odhadu pohlaví u souboru o neznámém pohlaví se většinou využívá tzv. referenční soubor. Referenční soubor je soubor jedinců o známém pohlaví, jejichž naměřené údaje a z nich vypočítané dělící body (mezní hodnoty velikosti měřeného znaku), pak můžeme aplikovat na soubor jedinců o neznámém pohlaví. To však přináší vzhledem k populační specifičnosti, jak již bylo uvedeno výše, riziko nízké spolehlivosti odhadu pohlaví. Autoři této metody navrhnou postup bez potřeby referenčního souboru.

Dělicí bod je vypočítán jako průměr mezi průměrem souboru mužů a průměrem souboru žen (nebo celkový průměr obou souborů, pokud je podsoubor mužů a podsoubor žen stejné velikosti). Tento průměr reprezentuje průnik dvou normálních rozdělání. Protože celkový průměr se rovná průměru mezi průměrem souboru mužů a průměrem souboru žen a zároveň i průniku jejich rozdělání, pokud jsou velikosti obou podsouborů stejné, značí to dobré stanovení dělicího bodu, který nejlépe oddělí soubor mužů a soubor žen (Albanese et al., 2005). Funkce dělicího bodu je naznačena na obr. 1.



Obr. 1 Grafické znázornění funkce dělicího bodu

Hodnoty průměru určují střední bod rozdělání, tedy kde se obě křivky protnou. Hodnoty průměru určuje střední hodnota rozdělání a hodnoty odchylky určují, kde se křivky protnou. Pokud soubory mužů a žen mají stejnou směrodatnou odchylku, střední hodnota mezi průměry souboru mužů a souboru žen a celkový průměr pro celý smíšený soubor je bod, kde se dvě křivky protínají. Pokud se směrodatné odchylky nerovnájí, ale průměry jsou stále stejné, dělicí bod se bude lišit od střední hodnoty mezi průměry a celkovým průměrem (Albanese et al., 2005).

Jak již bylo řečeno, metoda navržená Albanesem a jeho kolektivem nevyžaduje odhad pohlaví nejprve pomocí morfologických znaků na pánvi (popřípadě z lebky), nevyžaduje ani kompletně zachovalé jedince. Pokud je na archeologický soubor jedinců neznámého pohlaví použit statistický

přístup, který je popsán výše, můžeme dělicí bod vypočítat stanovením celkového průměru pro celý soubor. Autoři tento přístup staví na třech předpokladech: soubor jedinců neznámého pohlaví neobsahuje pouze zástupce jednoho pohlaví (např. bitevní pole, hřbitovy u pouze ženských nebo pouze mužských klášterů); rozdělení každého měření pohlaví má určitý počet překrytí, vytvářejících bimodální rozdělení pro každé měření ve smíšeném souboru; nejlepší výpočet dělicího bodu k přiřazení jedince neznámého pohlaví k jednomu ze dvou pohlaví je celkový průměr pohlavně smíšeného souboru (Albanese et al., 2005).

3.3.2 Předchozí studie

Jednorozměrné i vícerozměrné diskriminační funkce byly použity v řadě předchozích studií, aby se dále mohly rozvíjet populačně specifické metody odhadu pohlaví. Jedna z těchto studií (Black, 1978) stanovila dělicí bod jako průměrnou hodnotu mezi průměry souboru mužů a souboru žen k odhadu pohlaví za použití stehenní kosti. V tomto případě ale bylo pohlaví nejprve odhadnuto z pánevní kosti pomocí morfologických znaků na velmi dobře zachovalých jedincích. Dělicí bod byl vypočítán na základě naměřených dat hlavice stehenní kosti, který mohl být aplikován na fragmentární a nekompletní pozůstatky. Stejný přístup použili MacLaughlin a Bruce (1985) na souboru za použití průměru středu těla stehenní kosti. Další metoda byla popsána Van Varkem (1992), ale také vyžadovala velký soubor relativně zachovalých jedinců, jejichž pohlaví bylo předem odhadnuto pomocí morfologických znaků. Hlavním problémem tohoto přístupu, který využívá neidentifikované archeologické soubory, je míra shody mezi odhady pohlavního dimorfismu, spíše než míra přesnosti (Black, 1978, Albanese et al., 2005).

4 SIMULACE METODY – VÝZKUMNÁ ČÁST

4.1 Materiál

Jako materiál jsem používala umělé soubory rozměrů kostí, tedy průměrné hodnoty odvozené z referenčních souborů a vygenerované rozměry pomocí analytických nástrojů v Microsoft Excel 2007. Rozměry, které jsem využívala, byly obvod kloubní hlavice pažní kosti a transverzální průměr hlavice pažní kosti, především kvůli vysokému pohlavnímu dimorfismu. Podle metody, kterou navrhuje J. Albanese a kol., je metoda použitelná na jakýkoliv rozměr na lidském těle, který nese známky pohlavního dimorfismu. J. Albanese a kolektiv navrhuje metodu na příkladu použití epikondylární šířky pažní kosti. Pro simulaci metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu jsem si záměrně vybrala rozměry z pažní kosti. Avšak na rozdíl od autorů původní metody, kteří si zvolili epikondylární šířku pažní kosti, dala jsem přednost jiným pohlavně dimorfním znakům, jakými jsou transverzální průměr hlavice pažní kosti a obvod hlavice pažní kosti. Rozměry jsem zvolila na základě měření Černého z roku 1971. Na základě jeho výzkumu jsem stanovila průměrný rozměr transverzálního průměru hlavice pažní kosti u mužů na 44,2 mm se směrodatnou odchylkou 2,38 a u žen na 38,5 mm se směrodatnou odchylkou 2,20. Průměrný rozměr obvodu hlavice pažní kosti pak odpovídá u mužů 144,7 mm se směrodatnou odchylkou 7,63 a u žen odpovídá 126,4 mm se směrodatnou odchylkou 6,73.

Černý se pažní kostí zabýval již dříve (1966), při zkoumání souboru jedinců našel velmi malé procento mužských gracilních pažní kostí a ani jednu robustní pažní kost, která by patřila ženě (Stloukal a kol., 1999, str. 205). Podle Černého je celková robusticita pažní kosti velmi důležitá a pro odhadování pohlaví klíčová.

4.2 Metody

V této kapitole popisují metody, které jsem si zvolila. Zabývám se zde výběrem používaných rozměrů k simulaci metody a generováním náhodných rozměrů. Dále popisují metodiku výpočtu dělicího bodu a metodiku srovnávání dělicího bodu s rozměrem, který patří danému jedinci. Dále popisují metodiku vyhodnocování úspěšnosti metody.

Pro simulaci metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu sleduji postup metody tak, jak jej navrhuje John Albanese a kolegové v roce 2005. Při výpočtu dělicího bodu, při následném srovnávání rozměrů s dělicím bodem a při vyhodnocování pohlavní diagnostiky následuji tento postup.

Na kosti pažní jsem zvolila dva rozměry, se kterými jsem chtěla počítat, kvůli jejich vysokému pohlavnímu dimorfismu. Vybrané rozměry jsou transversální průměr hlavice pažní kosti a obvod hlavice pažní kosti a délka pažní kosti. Důležité pro vyvarování se chyb a pro lepší pochopení je dané rozměry přesně definovat. Transverzální průměr hlavice (H9) je definován jako přímá vzdálenost obou nejvíce vyčnívajících bodů do stran na postraních okrajích hranice chrupavky kloubní plochy hlavice. Při měření se kost drží kloubní plochou k pozorovateli a oba měrné body jsou v horizontální rovině. Obvod hlavice (H8) se měří těsně podél hranice chrupavky na její kloubní ploše. Tento rozměr se používá k odhadu pohlaví z pažní kosti.

4.2.1 Generování náhodných rozměrů

Abychom mohli simulovat odhad pohlaví podle dělicího bodu, je nutné si nejprve zajistit archeologický soubor jedinců, na kterém by bylo možné změřit dané rozměry, které nás zajímají. Pro odhad pohlaví se vždy vybírají takové rozměry, které mají největší míru pohlavního dimorfismu. Pro ověření navržené metody jsem si zvolila naměřené průměry rozměrů podle Černého z roku 1971 (viz výše), konkrétně

transverzální průměr hlavice pažní kosti, obvod hlavice pažní kosti a maximální délku pažní kosti. Černý (1971) naměřil průměr transverzálního průměru hlavice pažní kosti u mužů 44,2 mm se směrodatnou odchylkou 2,38 a u žen 38,5 mm se směrodatnou odchylkou 2,20. Průměr obvodu hlavice pažní kosti odpovídá dle výpočtů Černého u mužů 144,7 mm se směrodatnou odchylkou 7,63 a u žen odpovídá 126,4 mm se směrodatnou odchylkou 6,73. Průměr největší délky pak u mužů odpovídá 327,2 mm se směrodatnou odchylkou 16,76 a u žen průměr tohoto rozměru odpovídá 301,7 mm, směrodatná odchylka je 14,35.

V programu MS Excel 2007 (2003) je nutné nainstalovat doplněk Analytické nástroje, který umožňuje zpracovávat statistická data. Analytické nástroje obsahují kromě jiných statistických nástrojů i Generátor pseudonáhodných čísel, který umožňuje vygenerovat data na základě různých podmínek. V programu MS Excel 2007 tedy na kartě Data budeme mít skupinu Analýza, ve které najdeme příkaz Analýza dat. Po kliknutí na Analýzu dat se otevře dialogové okno, kde vybereme z nabídky Generátor pseudonáhodných čísel. Zadáme počet proměnných, v našem případě minimálně 500. Při takovém počtu proměnných jsme ovšem limitováni velikostí listu excelového souboru, proto je nutné generovat po 250 proměnných (maximálně po 256 proměnných, což je maximální počet sloupců na listu v MS Excel 2003). Toto omezení však platí pouze MS Excel 2003. Dále zadáme počet náhodných čísel. Ten v našem případě odpovídá velikosti simulovaných souborů, které jsme zvolili od minimální velikosti souboru o 5 mužích a 5 ženách až po soubor o velikosti 100 mužů a 100 žen, následující soubor je vždy větší o 5 mužů a o 5 žen. Celkem tedy máme 20 různých velikostí souborů. Dále je nutné zadat typ rozložení, vybereme normální rozložení, do parametru střední hodnota vepíšeme průměrnou hodnotu daného rozměru a vepíšeme směrodatnou odchylku, která je vždy uváděna s daným průměrem. Generátor pseudonáhodných čísel pak vygeneruje náhodná data dle námi zadaných kritérií do určené oblasti pro výstup dat.

4.2.2 Vypočtení dělicího bodu

Dělicí bod je mezní hodnota velikosti měřeného znaku, která odděluje mužské a ženské pohlaví. Pomocí generátoru pseudonáhodných čísel v MS Excel jsme vygenerovali soubory mužů a žen dle průměrných rozměrů, které naměřil Černý (1971). Konkrétně pro rozměr transversální průměr hlavice pažní kosti počítám s průměrem pro muže 44,2 cm a se směrodatnou odchylkou 2,38. Pro tentýž rozměr počítám pro ženy s průměrem 38,5 cm a směrodatnou odchylkou 2,20. Pro rozměr obvod kloubní hlavice pažní kosti počítám u mužů s průměrem 144,7 cm a se směrodatnou odchylkou 7,63 a pro tentýž rozměr počítám u žen s průměrem 126,4 a se směrodatnou odchylkou 6,73.

Nejprve vypočítáme průměr rozměrů pro muže, pak si vypočítáme průměr daného rozměru pro ženy. Z obou těchto průměrů vypočítáme celkový průměr. Průměr průměru mužů a průměru žen označujeme jako dělicí bod, tedy jako střední hodnotu, která nám odděluje mužské a ženské hodnoty. Toto však funguje pouze teoreticky a jen pokud by soubor obsahoval stejný počet mužů a stejný počet žen. V případě souboru, kde neznáme pohlaví jedinců, a tudíž nevíme, jaký je v souboru počet mužů a počet žen, však tento přístup nepoužijeme a budeme počítat s celkovým průměrem všech jedinců v naměřeném souboru. Tímto způsobem získáme hodnoty dělicích bodů pro všechny jedince ve všech souborech, které jsme si vygenerovali pomocí generátoru pseudonáhodných čísel.

Libovolný vygenerovaný rozměr pak srovnáme s hodnotou dělicího bodu. Pokud je rozměr větší než hodnota dělicího bodu, daný rozměr ukazuje, že jedince můžeme vyhodnotit jako muže. Pokud je naměřený rozměr menší než hodnota dělicího bodu, daný rozměr ukazuje, že jedince můžeme vyhodnotit jako ženu.

4.2.3 Srovnání rozměru s dělicím bodem

Ke srovnání rozměru s hodnotou dělicího bodu jsem využívala statistické funkce softwaru Microsoft Excel. Pomocí funkce „Countif“ lze snadno srovnávat dvě hodnoty s přihlédnutím ke zvolené podmínce a zároveň funkce přímo spočítá počet srovnávaných hodnot. Funkce „Countif“ spočítá počet buněk v označené oblasti, které odpovídají zadanému kritériu. Funkci „Countif“ v Excelu zapisujeme v následující podobě:

=COUNTIF(oblast porovnávaných dat ; kritérium výběru)

Oblast porovnávaných dat může být vymezena souřadnicemi buněk nebo názvem pojmenované oblasti (pojmenovaný sloupec, řádek nebo dynamicky pojmenovaná oblast). Kritérium definuje buňky, které chceme spočítat.

V našem případě, kdy máme vygenerováno 500 nebo 1000 sloupců, které představují jednotlivé soubory, bylo potřeba zapsat podmínku tak, aby funkce „Countif“ spočítala počet buněk, ve kterých byli jedinci metodou správně odhadnuti. Jinými slovy bylo potřeba zadat podmínku tak, aby funkce spočítala počet správně odhadnutých mužů a počet správně odhadnutých žen. To provedeme pomocí podmínky:

=COUNTIF(oblast mužů ; ">"& dělicí bod), resp.

=COUNTIF(oblast žen ; "<"& dělicí bod).

První funkce spočítá počet skutečných vygenerovaných mužů, kteří byli odhadnuti jako muži, čili jejich rozměr je větší než hodnota dělicího bodu. Druhá funkce vypočítá počet skutečných vygenerovaných žen, které byly odhadnuty jako ženy, čili jejich rozměr je menší než hodnota dělicího bodu. Znaky „větší“ a „menší“ se píší do uvozovek, aby byly chápány jako argument. Pokud se kritérium neodkazuje na buňku, jako v našem případě, píše se do uvozovek. Znak „&“ v kritériu použijeme,

pokud chceme funkci kopírovat do dalších sloupců a chceme, aby se data porovnávala se vždy příslušným dělicím bodem (průměrem) pro daný sloupec. Tímto způsobem získáme informace o tom, kolik jedinců v souboru bylo metodou odhadnuto správně a kolik z nich bylo odhadnuto mylně.

4.2.4 Vyhodnocení úspěšně odhadnutých jedinců

Další dílčí část výpočtu sloužila k vyhodnocení úspěšně odhadnutých jedinců. Úspěšně odhadnuté jedince jsem vypočítala procentuálním vyčíslením. Pomocí funkce „Countif“ jsme získali počet správně odhadnutých mužů v souboru původně vygenerovaných mužských rozměrů, resp. správně odhadnutých žen v souboru původně vygenerovaných ženských rozměrů. Daný počet správně odhadnutých mužů jsem vydělila počtem vygenerovaných mužských rozměrů a stejně tak i u žen jsem počet správně odhadnutých žen vydělila počtem vygenerovaných ženských rozměrů v daném souboru. Tím jsem získala procentuální úspěšnost metody v jednotlivých souborech. Každý soubor byl vygenerován v tisíci opakováních. Abych z každé zkoumané kategorie získala konkrétní výstup, použila jsem průměrné hodnoty pro úspěšnost, se kterými jsem dále postupovala.

4.3 Statistické metody a nástroje

Pro získání validních výsledků o úspěšnosti metody v daných kategoriích jsem použila některé statistické nástroje. Z referenčního souboru, kterým mi byly informace získané z výzkumu Černého (1971), jsem použila popisnou statistiku pro uvažované vybrané rozměry pro tuto metodu. Na základě těchto naměřených hodnot, průměrů a směrodatných odchylek jsem generovala soubory mužů a žen pomocí Generátoru pseudonáhodných čísel v rámci Analýzy dat v softwaru Microsoft Excel 2007. Aby výsledky postupu, který sleduje postup metody navrhované Albanesem a kolektivem, byly validní, každý soubor byl vygenerován

tisíckrát. Jedná se tedy o 1000 náhodných výběrů a tím získáme 1000 výběrových průměrů, u kterých předpokládáme náhodné rozdělení. Výběrový průměr je bodovým odhadem populačního průměru.

Po získání výběrových průměrů a stanovení směrodatných odchylek jsem vypočítala intervaly spolehlivosti. Hodnota výběrového průměru je střed, kolem kterého je umístěn interval spolehlivosti. Nalevo do výběrového průměru je dolní hranice intervalu spolehlivosti, napravo od výběrového průměru leží horní hranice intervalu spolehlivosti. Krátké intervaly spolehlivosti jsou přesnější než dlouhé intervaly spolehlivosti. Délka intervalu závisí na hladině intervalu, kterou je pravděpodobnost, s jakou se odhadovaný populační parametr ocitne v daném intervalu při opakovaném provádění výběru. Proto bylo nutné provádět alespoň tisíc opakování, jinými slovy vygenerovat vždy alespoň tisíc souborů. Nejčastěji se ve statistice používají hladiny 90 %, 95 % a 99 %. Lze stanovit i jinou hladinu významnosti. Já jsem pro celý výzkum simulace metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu stanovila hladinu významnosti 95 %. To znamená, že ze 100 vytvořených intervalů jich 95 pokryje hledanou hodnotu parametru (Hendel, 2004).

Dále jsem počítala Cohenovo d . Cohenovo d měří míru věcné významnosti, měří míru pohlavního dimorfismu. Ve statistice se Cohenovo d používá k vyjádření efektu neboli míry účinku (anglicky *effect size*). Efekt je míra síly vztahu mezi dvěma proměnnými ve statistické populaci. Tento efekt se počítá z dat popisné statistiky, která vyjadřují předpokládanou velikost vztahu, aniž by bylo jasné, zda existuje souvislost v datech odrážejících skutečný vztah v populaci. V Cohenovo d vypočítáme jako vztah:

$$d = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{s^2}}$$

kde s^2 je rozptyl společný oběma skupinám. K výpočtu společného rozptylu lze užít nejobecněji vzorce založeného na váženém průměru rozptylů v obou skupinách:

$$s^2 = \frac{n_1 * s_1^2 + n_2 * s_2^2}{n_1 + n_2}$$

Cohenovo d lze použít pro hodnocení efektu mezi dvěma nezávislými skupinami (proměnnými). Nejjednodušší vyjádření je dáno rovnicí, kde rozdíl aritmetických průměrů mezi dvěma skupinami vydělíme směrodatnou odchylkou kontrolní skupiny. V případě, že žádná ze skupin není kontrolní, ve jmenovateli je $SD_{sdílené}$:

$$d = \frac{M_1 - M_2}{SD_{sdílené}}$$

kde $SD_{sdílené}$ získáme vztahem:

$$SD_{sdílené} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) * SD_1^2 + (n_2 - 1) * SD_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Čísel M1-M2 je číslo nezáporné, v případě, že $M_1 - M_2 < 0$, bere se v úvahu absolutní hodnotu rozdílu nebo $M_2 - M_1$. Pro efekt Cohenova d se používá následující hodnocení:

$d = 0,2$ malý efekt,

$d = 0,5$ střední efekt,

$d = 0,8$ velký efekt (Cohen, 1992).

4.4 Simulace metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu na základě velikosti souboru

Jedním z předpokladů správného fungování metody tak, jak ji navrhnou autoři, je, že velikost souboru musí být alespoň 40 jedinců. Z toho plyne, že metoda je úspěšná pouze pro středně velké až velké soubory jedinců. Ze zkušenosti ale vyplývá, že ne vždy se podaří odhalit tak velké množství jedinců v souboru. Bylo tedy nutné ověřit, jestli je skutečně nutné mít soubor alespoň velikosti 40 jedinců, a zjistit, jak se metoda chová, jak je úspěšná v souborech menších než 40 jedinců.

Bylo potřeba vygenerovat soubory mužů a žen o různých velikostech souborů. Střední hodnota, ze které jsem při generování vycházela, byla opět použita z referenčního souboru Černého z roku 1971. Úspěšnost metody podle velikosti souboru jsem testovala nejprve pomocí rozměru transversálního průměru hlavice pažní kosti. Poté jsem totéž testovala pomocí rozměru obvodu kloubní hlavice pažní kosti. Materiálem mi v případě použití těchto dvou rozměrů byly soubory mužů a žen odstupňované v daném intervalu. Všechny generované soubory měly stejný počet mužů a žen v jednom souboru. Při použití rozměru transversálního průměru hlavice pažní kosti obsahoval nejmenší soubor 10 mužů a 10 žen. Každý další soubor byl vygenerován tak, že obsahoval vždy o 5 mužů a o 5 žen více než předcházející soubor. Takto jsem generovala různé velikosti souboru až do souboru, který obsahoval 100 mužů a 100 žen.

Při použití rozměru obvodu kloubního hlavice pažní kosti byl postup velmi podobný. Generovala jsem soubory mužů a žen v poměru pohlaví 1:1. Každý soubor tedy obsahoval stejný počet mužů a žen a vždy následující soubor byl o 5 mužů a o 5 žen větší než předcházející soubor. V tomto případě jsem ovšem začínala na nižší velikosti souboru. Nejmenší soubor čítal celkem 10 jedinců, 5 mužů a 5 žen. Velikost

souborů jsem navyšovala až do velikosti souboru čítajícího 100 mužů a 100 žen, stejně jako tomu bylo v předchozím případě.

Nejprve jsem spočítala průměrné hodnoty pro průměr a vypočítala jsem směrodatnou odchylku pro výsledky každého souboru. Pro každou jinou míru pohlavního dimorfismu jsem generovala 1000 náhodných souborů. V každém souboru jsem pomocí funkce „Countif“ vypočítala počet hodnot, které byly správně odhadnuty pro dané pohlaví. Úspěšnost jednoho souboru jsem určila jako procentuální zastoupení počtu správně odhadnutých jedinců v souboru. Výsledná úspěšnost byla vypočítána jako průměr jednotlivých výsledků úspěšnosti z každého souboru. Na základě takto získané celkové úspěšnosti směrodatné odchylky jsem vypočítala intervaly spolehlivosti na 95% hladině významnosti.

Velikost souboru je jedním ze základních ukazatelů úspěšnosti metody. Původní metoda předpokládá lepší výsledky při vyšších velikostech souborů. Mým cílem bylo zjistit, jak spolehlivě metoda funguje i v souborech s nižším počtem jedinců než 40 jedinců.

4.5 Simulace metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu na základě poměru pohlaví

Poměr pohlaví je další z faktorů, které musí ovlivňovat úspěšnost navrhované metody. Je zřejmé, že ke správnímu fungování metody musí být přítomny obě pohlaví, tedy jak muži, tak ženy. Sami autoři vylučují použití metody na souborech z míst, kde se dá předpokládat, že by v souboru mohli být jen muži, nebo jen ženy. Příkladem mohou být hřbitovy u ryze mužských nebo ryze ženských klášterů nebo lidské kosterní pozůstatky na bitevních polích. V takových případech není možné metodu aplikovat. Poměr pohlaví vyjadřuje to, jak jsou v souboru zastoupeni muži a jak ženy. Čím více by v souboru převažovalo jedno pohlaví nad druhým, metoda by nedosahovala vysoké úspěšnosti. My však dopředu poměr pohlaví v souboru znát nemůžeme. Tato metoda je

vyvinuta právě pro odhadování pohlaví z neznámých kosterních pozůstatků. Nicméně je důležité nepoužívat tuto metodu v souborech, kde budeme předpokládat naprostou převahu jednoho či druhého pohlaví. Vzhledem k tomu, že poměr pohlaví neznáme před samotnou analýzou odhadu pohlaví jedinců v souboru, je dobré si poměr pohlaví ověřit z výsledků, které jsme touto metodou v praxi získali. Může to být dobré ověření získaných výsledků.

Dalším z cílů této práce bylo ověřit a následně rozšířit výsledky původní metody na základě poměru pohlaví. Autoři tvrdí, že metoda bude dávat spolehlivé výsledky, pokud poměr pohlaví ve zkoumaném souboru bude menší než 1:1,5. Díky výsledkům simulace metody na základě velikosti souboru, kde byl použit poměr pohlaví 1:1, jsme zjistili, že v tomto poměru metoda funguje spolehlivě od vyšších velikostí souborů. Cílem práce bylo zjistit, jak metoda funguje i ve vyšších poměrech pohlaví než je 1:1,5.

Pro ověření metody na základě poměru pohlaví bylo potřeba vygenerovat soubory mužů a žen s různým poměrem pohlaví. Generovala jsem tedy soubory mužů a žen, kde se poměr pohlaví v následujícím souboru vždy lišil o jednu desetinu než poměr pohlaví předcházejícího souboru. Pro větší statistickou významnost jsem vždy pro daný poměr pohlaví generovala 1000 souborů. A to vše v závislosti i na velikosti souborů. Na základě výsledků původní metody, kdy autoři tvrdili, že minimální počet jedinců v souboru má být 40 jedinců, jsem si při generování souborů pro ověření metody na základě poměru pohlaví stanovila jako základní velikost souboru nad 40 jedinců. Například při poměru pohlaví 1:1,2 nejmenší soubor obsahoval 20 mužů tak, aby při generování počtu žen v poměru 1:1,2 byl celkový počet jedinců v souboru vyšší než 40 jedinců. V tomto případě jsem tedy vygenerovala 24 žen. Počet mužů jsem pak vždy zvýšila o dalších 10 mužů a k nim vždy v daném poměru vygenerovala příslušný počet žen. Jako maximum jsem

si stanovila počet mužů 100 a k nim příslušný počet vygenerovaných žen v daném poměru. Lépe to vyjadřuje tabulka č. 1

Tabulka č. 1. Vygenerované velikosti souborů žen v daném poměru

	1:1,1	1:1,2	1:1,3	1:1,4	1:1,5	1:1,6	1:1,7	1:1,8	1:1,9	1:2
M	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120
70	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140
80	88	96	104	112	120	128	136	144	152	160
90	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180
100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200

4.6 Simulace metody odhadu podle dělicího bodu na základě velikosti pohlavního dimorfismu

Dalším cílem této práce bylo simulovat metodu odhadu pohlaví podle dělicího bodu na základě dalšího parametru, který snad nejsilněji ovlivňuje odhad pohlaví. Tímto parametrem je míra pohlavního dimorfismu, neboli parametr toho, jak moc se liší muži od žen, jak velký je rozdíl mezi muži a ženami. Jinými slovy, jak se daný rozměr naměřený na kostrách mužů a na kostrách žen od sebe liší.

Metodu na základě velikosti pohlavního dimorfismu jsem simulovala na rozměru transversálního průměru hlavice pažní kosti. Tento rozměr patří sám o sobě mezi rozměry na lidském těle s vůbec největší mírou pohlavního dimorfismu. Rozdíl mezi průměrným rozměrem transversálního průměru u mužů a téhož rozměru u žen činí 1,15. To znamená, že muži mají tento rozměr v průměru o 1,15 větší než ženy. Tento koeficient 1,15 jsem určila jako střed, kolem kterého jsem pak generovala soubory mužů a žen s větším či menším koeficientem pohlavního dimorfismu. Nejprve jsem tedy generovala soubory mužů a

žen s různou mírou pohlavního dimorfismu, kdy jsem měnila průměry. V druhé fázi jsem generovala soubory mužů a žen s různou mírou pohlavního dimorfismu, kdy jsem měnila směrodatnou odchylku. Nebyla uvažovaná změna obou parametrů najednou, tedy změna průměrů i směrodatných odchylek najednou, protože by míra pohlavního dimorfismu zůstávala stále stejná.

Nutno dodat, že při simulaci metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu na základě velikosti pohlavního dimorfismu, jsem neuvažovala totéž vyzkoušet i na druhém rozměru, kterým byl obvod hlavice pažní kosti. Neboť rozměr transversální průměr hlavice pažní kosti a rozměr obvod hlavice pažní kosti vyjadřují stejnou míru pohlavního dimorfismu, proto by tento další výzkum byl redundantní a mohl by sloužit pouze jako ověření téhož.

Na závěr jsem počítala Cohenovo d , které měří míru pohlavního dimorfismu pomocí vztahu, kde rozdíl aritmetických průměrů mezi dvěma skupinami vydělíme směrodatnou odchylkou. Cohenovo d je dobrý ukazatel míry pohlavního dimorfismu.

4.6.1 Simulace metody podle velikosti pohlavního dimorfismu při změně průměrů rozměrů

Cílem bylo simulovat metodu odhadu pohlaví na základě velikosti pohlavního dimorfismu s tím, že změním průměry jednotlivých rozměrů. Ve své práci jsem počítala s naměřenými hodnotami z výzkumu Černého z roku 1971. Zvolila jsem si opět jako rozměr transversální průměr hlavice pažní kosti, který sám o sobě nese známky vysoké míry pohlavního dimorfismu. Jak již bylo řečeno, rozdíl mezi mužským a ženským rozměrem transversálního průměru hlavice pažní kosti činí 1,148. Tento rozdíl jsem zaokrouhlila kvůli snadnějšímu výpočtu na 1,15 a výpočet určila jako střed, kolem kterého jsem generovala soubory mužů a žen s jinou mírou pohlavního dimorfismu. V praxi to znamená, že jsem měnila

průměry v souborech žen tak, aby výsledný koeficient neboli rozdíl těchto rozměrů byl jiný než 1,15. Zvolila jsem snižování a zvyšování koeficientu o 0,01, jak je patrné z tabulky č. 2. Velikost původních souborů mužů a žen byla stejná, mužů bylo 40, žen bylo také 40.

Tabulka č. 2. Míra dimorfismu mezi muži a ženami při změně poměru

Míra dimorfismu mezi muži a ženami									
Velikost dimorfismu	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
Průměr Ž (mm)	39,8	39,4	39,1	38,7	38,5	38,1	37,7	37,4	37,1

Nutno podotknout, že s průměry mužů nebylo nijak manipulováno, ty byly generovány stále podle naměřených rozměrů podle Černého z roku 1971. Vždy tedy bylo vygenerováno v každém jednotlivém souboru 40 mužů s naměřeným průměrem 44,2 mm a se směrodatnou odchylkou 2,38. Zjistila jsem, že míra pohlavního dimorfismu mezi muži s tímto průměrem a touto směrodatnou odchylkou a ženami, jejichž údaje naměřil Černý jako průměr 38,5 mm a směrodatná odchylka 2,20, činí 1,148. O tolik jsou průměry mužů větší než průměry žen. Proto jsem následující soubory generovala pouze se změnou v průměru rozměrů žen, nikoliv se změnou obou průměrů, jak mužů, tak žen.

Nejprve jsem spočítala průměrné hodnoty pro průměr a vypočítala jsem směrodatnou odchylku pro výsledky každého souboru. Pro každou jinou míru pohlavního dimorfismu jsem generovala 1000 náhodných souborů. V každém souboru jsem pomocí funkce „Countif“ vypočítala počet hodnot, které byly správně odhadnuty pro dané pohlaví. Úspěšnost jednoho souboru jsem určila jako procentuální zastoupení počtu správně odhadnutých jedinců v souboru. Výsledná úspěšnost byla vypočítána jako průměr jednotlivých výsledků úspěšnosti z každého souboru. Na základě takto získané celkové úspěšnosti směrodatné odchylky jsem vypočítala intervaly spolehlivosti na 95% hladině významnosti.

4.6.2 Simulace metody podle velikosti pohlavního dimorfismu při změně směrodatné odchylky

Dalším cílem bylo simulovat metodu odhadu pohlaví na základě velikosti pohlavního dimorfismu s tím, že změním směrodatné odchylky u jednotlivých rozměrů, zatím co průměry zůstanou stejné. Rozdíl v míře pohlavního dimorfismu u mužů a žen na základě rozměru transversálního průměru hlavice pažní kosti u směrodatných odchylek je 1,08. Tento malý rozdíl oproti rozdílu v průměrech je způsoben zaokrouhlováním. Koeficient 1,08 jsem označila jako střed, kolem kterého jsem generovala soubory s vyšší či nižší mírou pohlavního dimorfismu, jak lze vidět v tabulce č. 3. Opět je nutné podotknout, že se soubory mužů opět nebylo nijak manipulováno. Soubory mužů jsem generovala opět podle průměru 44,2 mm a se směrodatnou odchylkou 2,38. Soubory žen jsem generovala též se stejným průměrem naměřeným pro ženy již Černým v roce 1971. Průměr žen tedy i v tomto případě byl 38,5 mm, ale soubory byly generovány s jinými směrodatnými odchylkami, které byly odstupňovány od skutečného rozdílu 1,08 po 0,01 násobcích dané směrodatné odchylky.

Tabulka č. 3. Míra dimorfismu mezi muži a ženami při změně směrodatné odchylky

Míra dimorfismu mezi muži a ženami											
Velikost dimorfismu	1,03	1,04	1,05	1,06	1,1	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13
SD	2,31	2,28	2,26	2,24	2,22	2,20	2,18	2,16	2,14	2,12	2,10

Také v tomto případě jsem nejprve spočítala průměrné hodnoty pro průměr a vypočítala jsem směrodatnou odchylku pro výsledky každého souboru. Pro každou jinou míru pohlavního dimorfismu jsem generovala 1000 náhodných souborů. V každém souboru jsem pomocí funkce „Countif“ vypočítala počet hodnot, které byly správně odhadnuty pro dané pohlaví. Úspěšnost jednoho souboru jsem určila jako procentuální zastoupení počtu správně odhadnutých jedinců v souboru. Výsledná

úspěšnost byla vypočítána jako průměr jednotlivých výsledků úspěšnosti z každého souboru. Na základě takto získané celkové úspěšnosti směrodatné odchylky jsem vypočítala intervaly spolehlivosti na 95% hladině významnosti.

5 VÝSLEDKY

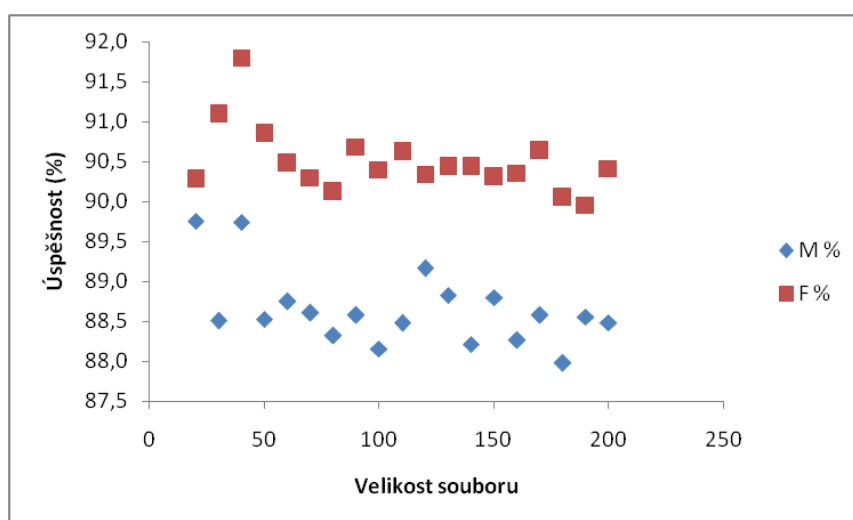
V následujících kapitolách uvádím výsledky práce simulace metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu na základě kritérií, kterými jsou velikost souboru, poměr pohlaví a míra pohlavního dimorfismu. V zásadě jsem při simulování metody na základě velikosti souboru a poměru pohlaví potvrdila výsledky práce Johna Albanese et al. (2005). Původní metoda byla rozšířena o simulaci metody odhadu pohlaví na základě míry pohlavního dimorfismu. Což je poslední částí výzkumu. Jak jsme předpokládali, potvrdilo se, že míra pohlavního dimorfismu ovlivňuje úspěšnost metody a čím větší je rozdíl mezi naměřenými hodnotami pro muže a pro ženy, tím úspěšnější metoda je.

5.1 Výsledky podle velikosti souboru

Jedním z předpokladů správného fungování metody bylo, že velikost souboru musí být alespoň 40 jedinců. Testovala jsem, zda-li je toto pravda a jak metoda funguje, pokud je v souboru méně než 40 jedinců. V praxi se často stává, že soubory čítají i méně jedinců. Pro ověření této metody na základě velikosti souboru jsem zvolila dva rozměry na lidském těle. Prvním rozměrem byl transverzální průměr hlavice pažní kosti, druhým rozměrem byl obvod kloubní hlavice pažní kosti. Výsledky obou těchto výzkumů jsou si v zásadě podobné. Při použití rozměru transverzálního průměru hlavice pažní kosti i při použití rozměru obvodu kloubní hlavice pažní kosti se potvrdilo, že čím je větší počet jedinců v souboru, tím spolehlivěji metoda funguje. Zároveň v obou případech byly počítány intervaly spolehlivosti pro 95% pravděpodobnost pro jednotlivé průměry jednotlivých velikostí souborů, zvláště pro muže a zvláště pro ženy. V obou případech je patrné, že u malých velikostí souborů jsou intervaly spolehlivosti velmi široké a se zvětšující se velikostí souborů se zužují.

5.1.1 Výsledky simulace metody na základě velikosti souboru za použití rozměru transversálního průměru hlavice pažní kosti

Ze simulace vyplývá, jak ukazuje Graf č. 1, že úspěšnost metody na základě velikosti souboru odpovídá 90% úspěšnosti. U mužů metoda dosahuje úspěšnosti 89 % se směrodatnou odchylkou 0,005, zatímco u žen 91 % se směrodatnou odchylkou 0,004. V grafu č. 1 můžeme vidět úspěšnost metody pro muže a ženy zvlášť, ještě bez přihlédnutí k intervalům spolehlivosti.



Graf č. 1. Závislost úspěšnosti metody na velikosti souboru

Dále jsem vypočítala intervaly spolehlivosti ke všem jednotlivým velikostem souborů (viz tabulka č. 4).

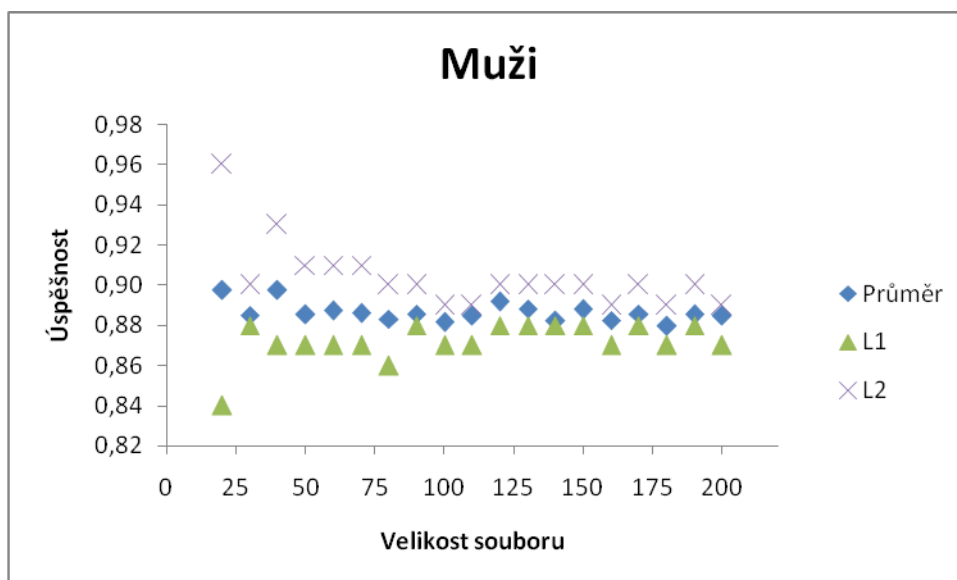
Tabulka č. 4 – Intervaly spolehlivosti pro průměr hlavice

n	Muži				Ženy			
	Průměr	SD	L1	L2	Průměr	SD	L1	L2
20	0,90	0,08	0,84	0,96	0,90	0,09	0,84	0,96
30	0,89	0,07	0,88	0,90	0,91	0,07	0,87	0,95
40	0,90	0,06	0,87	0,93	0,92	0,05	0,90	0,94
50	0,89	0,06	0,87	0,91	0,91	0,05	0,89	0,93
60	0,89	0,05	0,87	0,91	0,90	0,05	0,88	0,92
70	0,89	0,05	0,87	0,91	0,90	0,05	0,88	0,92
80	0,88	0,05	0,86	0,90	0,90	0,04	0,89	0,91
90	0,89	0,04	0,88	0,90	0,91	0,04	0,90	0,92
100	0,88	0,04	0,87	0,89	0,90	0,04	0,89	0,91
110	0,88	0,04	0,87	0,89	0,91	0,04	0,90	0,92
120	0,89	0,04	0,88	0,90	0,90	0,04	0,89	0,91
130	0,89	0,04	0,88	0,90	0,90	0,03	0,89	0,91
140	0,88	0,04	0,88	0,90	0,90	0,03	0,89	0,91
150	0,89	0,03	0,88	0,90	0,90	0,03	0,89	0,91
160	0,88	0,03	0,87	0,89	0,90	0,03	0,89	0,91
170	0,89	0,03	0,88	0,90	0,91	0,03	0,89	0,91
180	0,88	0,03	0,87	0,89	0,90	0,03	0,89	0,91
190	0,89	0,03	0,88	0,90	0,90	0,03	0,89	0,91
200	0,88	0,03	0,87	0,89	0,90	0,03	0,89	0,91

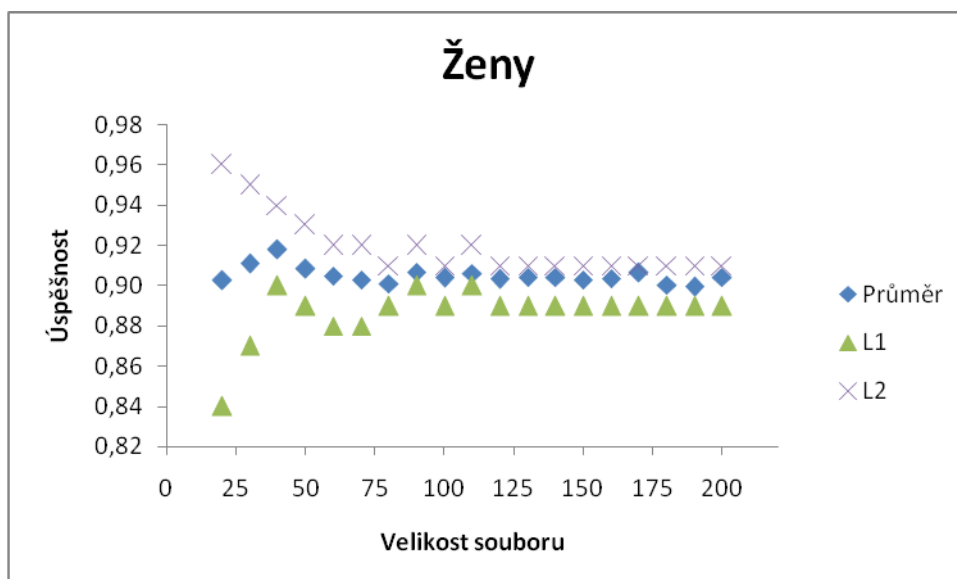
V tabulce č. 4 můžeme vidět vypočítané průměry hodnot pro rozměr transverzální průměr hlavice pro muže i ženy, dále směrodatné odchytky a intervaly spolehlivosti. Intervaly spolehlivosti jsou velmi široké u menších souborů, u velikosti souboru 20 jedinců je interval spolehlivosti nejširší. Stejně tak je interval spolehlivosti velmi široký u velikostí souborů o 30 a 40 jedincích. Můžeme říct, že od velikosti 50 jedinců se interval spolehlivosti ustálil a již nekolísá v tak velkém rozpětí. Nutno dodat, že interval spolehlivosti byl počítán na 95% hladině úspěšnosti. Čili můžeme říct, že hodnoty se budou v těchto jednotlivých intervalech spolehlivosti pohybovat s 95% pravděpodobností.

Lépe toto vyjadřují grafy č. 2 a 3, kde jsou graficky znázorněny dolní i horní hranice intervalů spolehlivosti, jak pro muže, tak pro ženy. Na obou grafech je patrné, že se intervaly spolehlivosti se vzrůstající velikostí souborů zužují. To znamená, že se zvyšující se velikostí souboru

úspěšnost metody dosahuje lepších výsledků. A to na 95% hladině významnosti.



Graf č. 2. Intervaly spolehlivosti pro závislost úspěšnosti metody na velikosti souboru u mužů.



Graf č. 3. Intervaly spolehlivosti pro závislost úspěšnosti metody na velikosti souboru u žen.

Jinými slovy jsme tímto potvrdili hypotézu autorů, kteří tvrdí, že velikost souboru by měla být alespoň 40 jedinců, aby metoda mohla správně fungovat. Na grafech č. 2 a č. 3 je znázorněno, jak se intervaly

spolehlivosti zužují se zvyšujícím se počtem jedinců v souboru. Pro muže i ženy je u malých souborů interval spolehlivosti na 95% hladině významnosti velmi široký. Z toho plyne, že úspěšnost této metody v tak malých souborech může velmi kolísat.

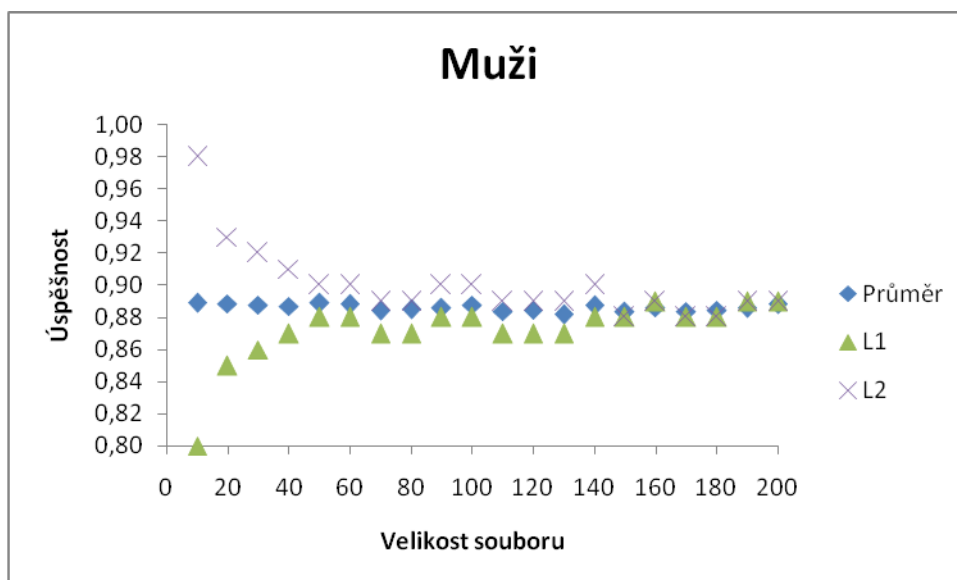
5.1.2 Výsledky simulace metody na základě velikosti souboru za použití rozměru obvodu kloubní hlavice pažní kosti

Obdobné výsledky jako v kapitole 5.1.1 jsem získala i při použití druhého rozměru, kterým byl obvod kloubní hlavice pažní kosti. V průměru se úspěšnost metody pohybovala u mužů kolem 89 %, zatímco u žen dosahovala lepších výsledků, tedy kolem 91 %. Tyto průměry však byly zpřesněny výpočtem intervalů spolehlivosti. Používala jsem interval spolehlivosti na 95% hladině významnosti.

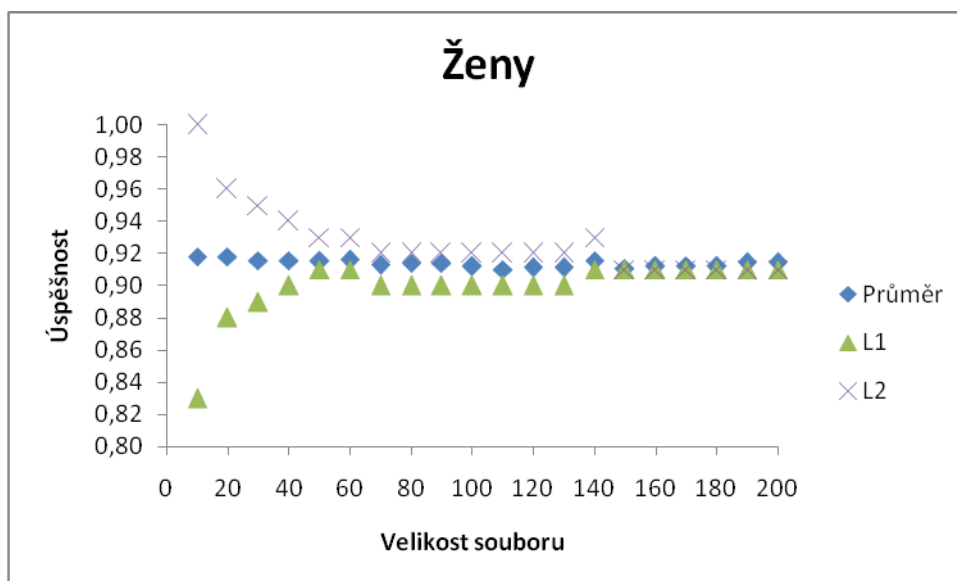
Tabulka č. 5. Intervaly spolehlivosti pro obvod kloubní hlavice

n	Muži				Ženy			
	Průměr	SD	L1	L2	Průměr	SD	L1	L2
10	0,89	0,13	0,80	0,98	0,92	0,12	0,83	1,00
20	0,89	0,09	0,85	0,93	0,92	0,08	0,88	0,96
30	0,89	0,07	0,86	0,92	0,92	0,07	0,89	0,95
40	0,89	0,06	0,87	0,91	0,92	0,06	0,90	0,94
50	0,89	0,05	0,88	0,90	0,92	0,05	0,91	0,93
60	0,89	0,05	0,88	0,90	0,92	0,05	0,91	0,93
70	0,88	0,05	0,87	0,89	0,91	0,04	0,90	0,92
80	0,88	0,04	0,87	0,89	0,91	0,04	0,90	0,92
90	0,89	0,04	0,88	0,90	0,91	0,04	0,90	0,92
100	0,89	0,04	0,88	0,90	0,91	0,04	0,90	0,92
110	0,88	0,04	0,87	0,89	0,91	0,04	0,90	0,92
120	0,88	0,04	0,87	0,89	0,91	0,03	0,90	0,92
130	0,88	0,03	0,87	0,89	0,91	0,03	0,90	0,92
140	0,89	0,03	0,88	0,90	0,92	0,03	0,91	0,93
150	0,88	0,03	0,88	0,88	0,91	0,03	0,91	0,91
160	0,89	0,03	0,89	0,89	0,91	0,03	0,91	0,91
170	0,88	0,03	0,88	0,88	0,91	0,03	0,91	0,91
180	0,88	0,03	0,88	0,88	0,91	0,03	0,91	0,91
190	0,89	0,03	0,89	0,89	0,91	0,03	0,91	0,91
200	0,89	0,03	0,89	0,89	0,91	0,03	0,91	0,91

V tabulce č. 5 jsou číselně znázorněny intervaly spolehlivosti metody na základě velikosti souboru za použití rozměru obvodu kloubní hlavice pažní kosti. Opět jako v případě použití rozměru transversálního průměru hlavice pažní kosti je patrné, že u malých velikostí souborů jsou intervaly spolehlivosti velmi široké. Úspěšnost metody bude tedy v těchto velikostech souborů velmi kolísat a metoda nebude muset vždy poskytovat výborné výsledky. Totéž je zpracováno i graficky v grafu č. 4, kde je znázorněna závislost úspěšnosti na jednotlivých velikostech souborů i s intervaly spolehlivosti pro průměry u mužů, a v grafu č. 5, kde je znázorněna závislost úspěšnosti na jednotlivých velikostech souborů s intervaly spolehlivosti pro průměry u žen.



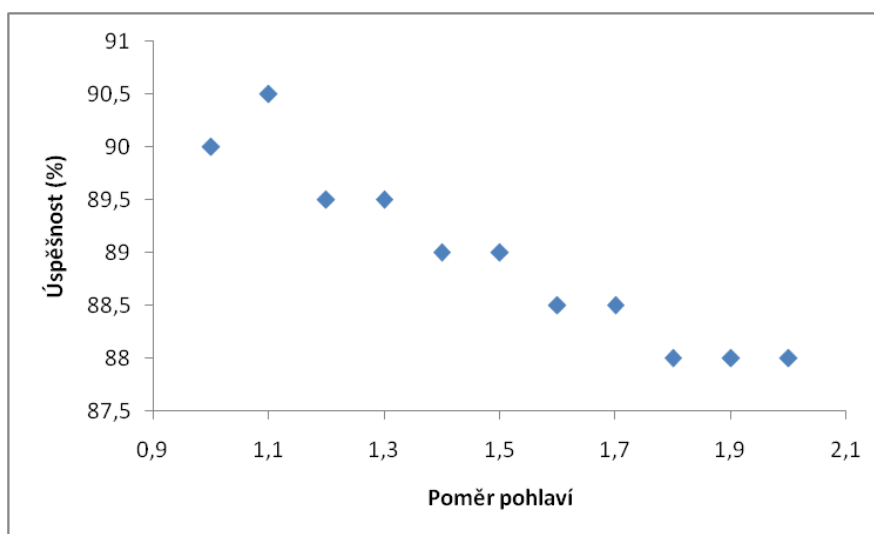
Graf č. 4. Závislost velikosti souboru na úspěšnosti při použití rozměru obvodu kloubní hlavice pažní kosti pro muže



Graf č. 5. Závislost velikosti souboru na úspěšnosti při použití rozměru obvod kloubní hlavice pažní kosti pro ženy

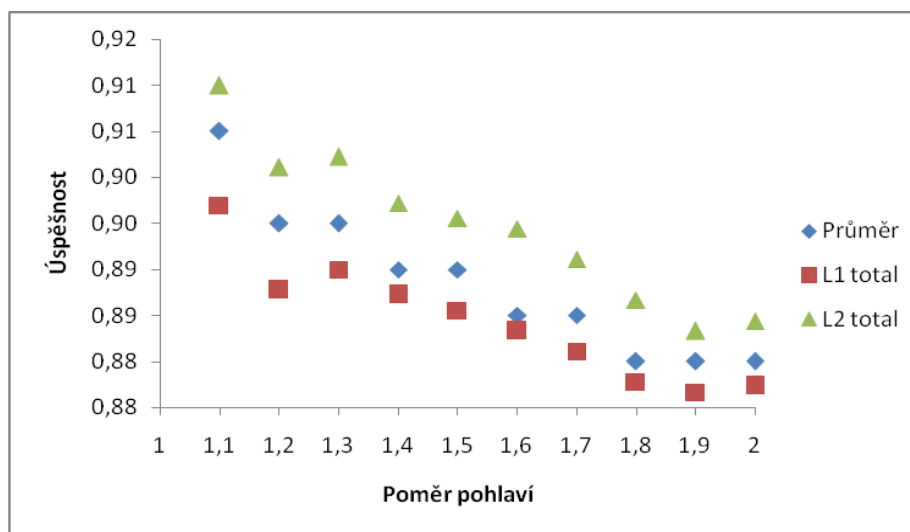
5.2 Výsledky simulace metody podle poměru pohlaví

Na základě spočítaných dat můžeme říct, že se zvětšujícím se poměrem pohlaví úspěšnost metody klesá (graf č. 6.). Největší úspěšnost je zaznamenána pro poměr pohlaví 1:1,1. Jedná se ovšem o celkovou průměrnou úspěšnost v daných poměrech.



Graf č. 6. Závislost úspěšnosti metody na poměru pohlaví

Pro každou velikost poměru pohlaví jsem vypočítala intervaly spolehlivosti s 95% pravděpodobností, a to pro jednotlivé velikosti souborů v daném poměru, jak lze vidět na grafu č. 7. Tabulky č. 6-15 znázorňují číselné vyjádření intervalů spolehlivosti v jednotlivých poměrech. Tabulky obsahují i počet jedinců n , který je vyjádřením součtu mužů a k nim vygenerovaného počtu žen v daném poměru.



Graf č. 7. Závislost úspěšnosti metody na poměru pohlaví

Tabulka č. 6. Číselné vyjádření intervalu spolehlivosti pro poměr 1:1,1

n	Males				Females			
	mean	SD	L1	L2	mean	SD	L1	L2
42	0,88	0,06	0,86	0,90	0,95	0,07	0,93	0,97
63	0,88	0,05	0,87	0,89	0,95	0,07	0,93	0,97
84	0,87	0,04	0,86	0,88	0,92	0,04	0,91	0,93
105	0,87	0,04	0,86	0,88	0,92	0,04	0,91	0,93
126	0,88	0,04	0,87	0,89	0,92	0,03	0,96	0,93
147	0,88	0,03	0,88	0,88	0,92	0,03	0,92	0,92
168	0,87	0,03	0,87	0,87	0,92	0,03	0,92	0,92
189	0,88	0,03	0,88	0,88	0,92	0,03	0,92	0,92

Tabulka č. 7. Číselné vyjádření intervalu spolehlivosti pro poměr 1:1,2

n	Males				Females			
	mean	SD	L1	L2	mean	SD	L1	L2
44	0,87	0,06	0,85	0,89	0,94	0,05	0,92	0,96
66	0,86	0,05	0,85	0,87	0,93	0,04	0,92	0,94
88	0,86	0,05	0,85	0,87	0,93	0,04	0,92	0,94
110	0,86	0,04	0,85	0,87	0,93	0,03	0,92	0,94
132	0,86	0,03	0,85	0,87	0,93	0,03	0,92	0,94
154	0,86	0,03	0,86	0,86	0,93	0,03	0,93	0,93
176	0,86	0,03	0,86	0,86	0,93	0,03	0,93	0,93
198	0,86	0,03	0,86	0,86	0,93	0,02	0,93	0,93
220	0,83	0,03	0,83	0,83	0,93	0,02	0,93	0,93

Tabulka č. 8. Číselné vyjádření intervalu spolehlivosti pro poměr 1:1,3

n	Males				Females			
	mean	SD	L1	L2	mean	SD	L1	L2
46	0,86	0,06	0,84	0,88	0,94	0,05	0,93	0,95
69	0,85	0,05	0,84	0,86	0,93	0,04	0,92	0,94
92	0,86	0,04	0,85	0,87	0,94	0,03	0,93	0,95
115	0,85	0,04	0,85	0,87	0,94	0,03	0,93	0,95
138	0,85	0,03	0,84	0,86	0,94	0,03	0,93	0,95
161	0,85	0,03	0,85	0,85	0,94	0,03	0,94	0,94
184	0,85	0,03	0,85	0,85	0,94	0,03	0,94	0,94
207	0,85	0,03	0,85	0,85	0,94	0,02	0,94	0,94
230	0,85	0,03	0,85	0,85	0,94	0,02	0,94	0,94

Tabulka č. 9. Číselné vyjádření intervalu spolehlivosti pro poměr 1:1,4

n	Males				Females			
	mean	SD	L1	L2	mean	SD	L1	L2
48	0,85	0,06	0,83	0,87	0,95	0,05	0,94	0,96
72	0,84	0,05	0,83	0,85	0,94	0,04	0,93	0,95
96	0,84	0,04	0,83	0,85	0,95	0,03	0,94	0,96
120	0,84	0,03	0,83	0,85	0,95	0,03	0,94	0,96
144	0,84	0,03	0,84	0,84	0,94	0,03	0,94	0,94
168	0,84	0,03	0,84	0,84	0,94	0,03	0,94	0,94
192	0,84	0,03	0,84	0,84	0,94	0,02	0,94	0,94
216	0,84	0,03	0,84	0,84	0,94	0,02	0,94	0,94
240	0,84	0,03	0,84	0,84	0,94	0,02	0,94	0,94

Tabulka č. 10. Číselné vyjádření intervalu spolehlivosti pro poměr 1:1,5

n	Males				Females			
	mean	SD	L1	L2	mean	SD	L1	L2
50	0,84	0,06	0,82	0,86	0,95	0,05	0,94	0,96
75	0,83	0,05	0,82	0,84	0,95	0,04	0,94	0,96
100	0,83	0,04	0,82	0,84	0,95	0,03	0,94	0,96
125	0,83	0,04	0,82	0,84	0,95	0,03	0,94	0,96
150	0,83	0,03	0,83	0,83	0,95	0,03	0,95	0,95
175	0,83	0,03	0,83	0,83	0,95	0,02	0,95	0,95
200	0,83	0,03	0,83	0,83	0,95	0,03	0,95	0,95
225	0,83	0,03	0,83	0,83	0,95	0,02	0,95	0,95
250	0,83	0,02	0,83	0,83	0,95	0,02	0,95	0,95

Tabulka č. 11. Číselné vyjádření intervalu spolehlivosti pro poměr 1:1,6

n	Males				Females			
	mean	SD	L1	L2	mean	SD	L1	L2
52	0,83	0,06	0,81	0,85	0,95	0,04	0,94	0,96
78	0,83	0,05	0,82	0,84	0,95	0,04	0,94	0,96
104	0,82	0,04	0,81	0,83	0,95	0,03	0,94	0,96
130	0,82	0,04	0,81	0,83	0,95	0,03	0,94	0,96
156	0,84	0,03	0,84	0,84	0,98	0,03	0,98	0,98
182	0,82	0,03	0,82	0,82	0,95	0,02	0,95	0,95
208	0,82	0,03	0,82	0,82	0,95	0,02	0,95	0,95
234	0,82	0,03	0,81	0,83	0,95	0,02	0,95	0,95
260	0,82	0,03	0,82	0,82	0,95	0,02	0,95	0,95

Tabulka č. 12. Číselné vyjádření intervalu spolehlivosti pro poměr 1:1,7

n	Males				Females			
	mean	SD	L1	L2	mean	SD	L1	L2
54	0,82	0,06	0,80	0,84	0,96	0,04	0,95	0,97
81	0,81	0,04	0,80	0,82	0,96	0,03	0,95	0,97
108	0,81	0,04	0,80	0,82	0,96	0,03	0,95	0,97
135	0,81	0,03	0,80	0,82	0,96	0,03	0,95	0,97
162	0,81	0,03	0,81	0,81	0,96	0,02	0,96	0,96
189	0,82	0,03	0,82	0,82	0,96	0,02	0,96	0,96
216	0,81	0,03	0,81	0,81	0,96	0,02	0,96	0,96
243	0,81	0,03	0,81	0,81	0,96	0,02	0,96	0,96
270	0,81	0,02	0,81	0,81	0,96	0,02	0,96	0,96

Tabulka č. 13. Číselné vyjádření intervalu spolehlivosti pro poměr 1:1,8

n	Males				Females			
	mean	SD	L1	L2	mean	SD	L1	L2
56	0,81	0,05	0,80	0,82	0,96	0,04	0,95	0,97
84	0,81	0,04	0,80	0,82	0,96	0,03	0,95	0,97
112	0,81	0,04	0,80	0,82	0,96	0,03	0,95	0,97
140	0,80	0,03	0,79	0,81	0,96	0,03	0,95	0,97
168	0,81	0,03	0,81	0,81	0,96	0,02	0,96	0,96
196	0,80	0,03	0,80	0,80	0,96	0,02	0,96	0,96
224	0,80	0,03	0,80	0,80	0,96	0,02	0,96	0,96
252	0,80	0,03	0,80	0,80	0,96	0,02	0,96	0,96
280	0,80	0,02	0,80	0,80	0,96	0,02	0,96	0,96

Tabulka č. 14. Číselné vyjádření intervalu spolehlivosti pro poměr 1:1,9

n	Males				Females			
	mean	SD	L1	L2	mean	SD	L1	L2
58	0,80	0,05	0,79	0,81	0,96	0,04	0,95	0,97
87	0,80	0,04	0,79	0,81	0,96	0,03	0,95	0,97
116	0,80	0,04	0,79	0,81	0,96	0,03	0,95	0,97
145	0,80	0,03	0,80	0,80	0,96	0,03	0,96	0,96
174	0,80	0,03	0,80	0,80	0,96	0,02	0,96	0,96
203	0,80	0,03	0,80	0,80	0,96	0,02	0,96	0,96
232	0,80	0,03	0,80	0,80	0,96	0,02	0,96	0,96
261	0,80	0,03	0,80	0,80	0,96	0,02	0,96	0,96
290	0,80	0,02	0,80	0,80	0,96	0,02	0,96	0,96

Tabulka č. 15. Číselné vyjádření intervalu spolehlivosti pro poměr 1:2

n	Males				Females			
	mean	SD	L1	L2	mean	SD	L1	L2
60	0,79	0,05	0,78	0,80	0,97	0,04	0,96	0,98
75	0,79	0,05	0,78	0,80	0,96	0,04	0,96	0,98
90	0,82	0,04	0,81	0,83	0,97	0,03	0,96	0,98
105	0,79	0,04	0,78	0,80	0,97	0,03	0,96	0,98
120	0,79	0,04	0,78	0,80	0,97	0,03	0,96	0,98
135	0,79	0,03	0,78	0,80	0,97	0,03	0,96	0,98
150	0,79	0,03	0,79	0,79	0,97	0,03	0,97	0,97
165	0,79	0,03	0,79	0,79	0,97	0,02	0,97	0,97
180	0,79	0,03	0,79	0,79	0,97	0,02	0,97	0,97
195	0,79	0,030	0,79	0,79	0,97	0,02	0,97	0,97
210	0,79	0,03	0,79	0,79	0,97	0,02	0,97	0,97
225	0,84	0,03	0,79	0,79	0,97	0,02	0,97	0,97
240	0,79	0,02	0,79	0,79	0,97	0,02	0,97	0,97
255	0,79	0,03	0,79	0,79	0,97	0,02	0,97	0,97
270	0,79	0,02	0,79	0,79	0,97	0,02	0,97	0,97
285	0,79	0,02	0,79	0,79	0,97	0,02	0,97	0,97
300	0,79	0,02	0,79	0,79	0,97	0,02	0,97	0,97

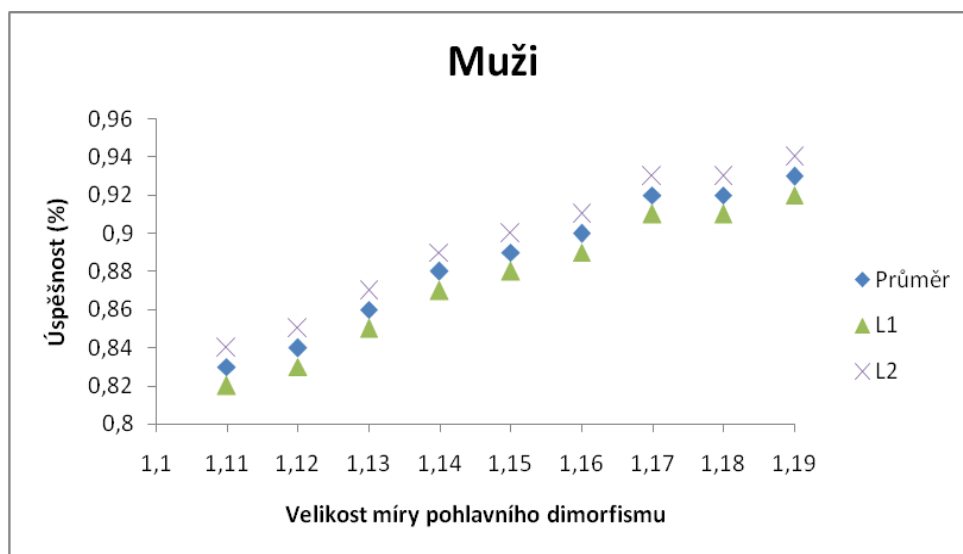
5.3 Výsledky simulace metody podle velikosti pohlavního dimorfismu

Míra pohlavního dimorfismu je hlavním ukazatelem úspěšnosti metody. Čím větší bude míra pohlavního dimorfismu, tím bude metoda dosahovat větší úspěšnosti. Pohlavní dimorfismus vyjadřuje to, o kolik jsou rozměry mužů větší než rozměry žen. Předpokládali jsme, že čím větší bude tento rozdíl, tím spolehlivější výsledky dostaneme za předpokladu, že se jedná o normální rozdělení. Pak bude docházet k velmi malému překryvu hodnot, které bychom mohli zaměnit a špatně je vyhodnotit. Výsledky simulace metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu na základě velikosti pohlavního dimorfismu naše předpoklady dokazují. Spolehlivost metody se zvyšuje se zvyšující se mírou pohlavního dimorfismu. V tabulce č. 16 můžeme vidět, že spolehlivost

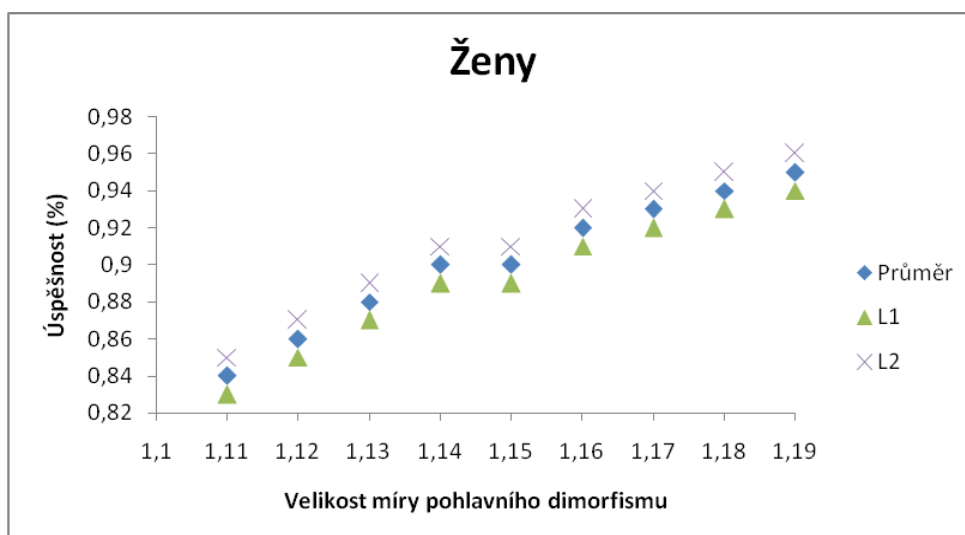
metody dosahuje u mužů úspěšnosti 93 % při změně průměru rozměru. S 95% pravděpodobností se úspěšnost metody u mužů pohybuje v intervalu 0,92 – 0,94 (92 – 94 %). U žen je spolehlivost metody dokonce vyšší. S 95% pravděpodobností se úspěšnost metody u žen pohybuje v intervalu 0,94 – 0,96 (94 – 96 %). Při změně směrodatné odchylky se také úspěšnost metody zvyšuje se zvyšující se mírou pohlavního dimorfismu (viz kap. 5.3.2).

5.3.1 Výsledky simulace metody podle velikosti pohlavního dimorfismu při změně průměrů rozměrů

Prvním úkolem při zjišťování úspěšnosti metody na základě velikosti pohlavního dimorfismu bylo vygenerovat soubory mužů a žen tak, aby se měnila velikost pohlavního dimorfismu nejprve při změně průměru, druhým úkolem pak bylo vygenerovat soubory mužů a žen tak, aby se měnila směrodatná odchylka. Nebyla uvažovaná změna obou parametrů najednou, tedy změna průměrů i směrodatných odchylek najednou, protože by míra pohlavního dimorfismu zůstávala stále stejná. Úspěšnost metody se zvyšuje s vyšším koeficientem rozdílnosti mezi průměrem mužů a průměrem žen, jak lze vidět v grafu č. 8, kde je znázorněna závislost úspěšnosti metody na velikosti míry pohlavního dimorfismu při změně průměrů rozměrů u mužů. Totéž lze vidět na grafu č. 9, kde je znázorněna závislost úspěšnosti metody na velikosti míry pohlavního dimorfismu při změně průměrů rozměrů u žen. Pro každý koeficient rozdílnosti jsem vypočítala horní a dolní hranice intervalu spolehlivosti (číselně viz Tabulka č. 6).



Graf č. 8. Závislost úspěšnosti metody na míře pohlavního dimorfismu u mužů při změně průměrů



Graf č. 9. Závislost úspěšnosti metody na míře pohlavního dimorfismu u žen při změně průměrů

V tomto případě jsem generovala soubory mužů podle naměřených tabulkových hodnot tak, jak je při svém výzkumu naměřil Černý v roce 1971. Soubory žen jsem generovala se speciálním koeficientem vyjadřujícím jinou míru pohlavního dimorfismu, než jak je tomu ve skutečnosti. Skutečná míra pohlavního dimorfismu se rovná násobku rozdílu mezi průměrem žen a mužů. Ta ve skutečnosti odpovídá velikosti 1,15. O 1,15 násobku se liší průměr mužů od průměru žen. Násobek 1,15

jsem zvolila jako střed a generovala jsem tedy soubory žen na základě koeficientů nižších i vyšších, jak lze vidět v tabulce č. 16.

Tabulka č. 16. Číselné vyjádření intervalů spolehlivosti jednotlivých koeficientů při změně průměrů

	Males				Females			
	Průměr	SD	L1	L2	Průměr	SD	L1	L2
1,11	0,83	0,05	0,82	0,84	0,84	0,05	0,83	0,85
1,12	0,84	0,05	0,83	0,85	0,86	0,05	0,85	0,87
1,13	0,86	0,05	0,85	0,87	0,88	0,05	0,87	0,89
1,14	0,88	0,05	0,87	0,89	0,90	0,04	0,89	0,91
1,15	0,89	0,05	0,88	0,9	0,90	0,04	0,89	0,91
1,16	0,9	0,04	0,89	0,91	0,92	0,04	0,91	0,93
1,17	0,92	0,04	0,91	0,93	0,93	0,04	0,92	0,94
1,18	0,92	0,04	0,91	0,93	0,94	0,03	0,93	0,95
1,19	0,93	0,04	0,92	0,94	0,95	0,03	0,94	0,96

Dále jsem počítala Cohenovo d , které měří míru pohlavního dimorfismu a které se používá pro hodnocení efektu. V tabulce č. 17 lze vidět, jakých hodnot nabývá Cohenovo d v různých mírách pohlavního dimorfismu. Při změně průměru rozměru o 1,11 násobku a 1,15 násobku nabývá Cohenovo d hodnoty 0,2, což lze interpretovat jako malý efekt. Při změně průměru rozměru o 1,16 násobku nabývá Cohenovo d hodnoty 0,5, což interpretujeme jako střední efekt, stejně tak pro násobky 1,12, 1,13, 1,14 a 1,17, kde Cohenovo d nabývá hodnoty 0,4, respektive 0,3. Velký efekt můžeme vidět při změně průměru rozměru u násobků 1,18 a 1,19, kde Cohenovo d nabývá hodnoty 0,6.

Tabulka č. 17. Cohenovo d

	Males		Females		Cohenovo d	
	Průměr	SD	Průměr	SD	SD _{sdílené}	d
1,11	0,83	0,05	0,84	0,05	0,05	0,2
1,12	0,84	0,05	0,86	0,05	0,05	0,4
1,13	0,86	0,05	0,88	0,05	0,05	0,4
1,14	0,88	0,05	0,90	0,04	0,05	0,4
1,15	0,89	0,05	0,90	0,04	0,05	0,2
1,16	0,9	0,04	0,92	0,04	0,04	0,5
1,17	0,92	0,04	0,93	0,04	0,04	0,3
1,18	0,92	0,04	0,94	0,03	0,04	0,6
1,19	0,93	0,04	0,95	0,03	0,04	0,6

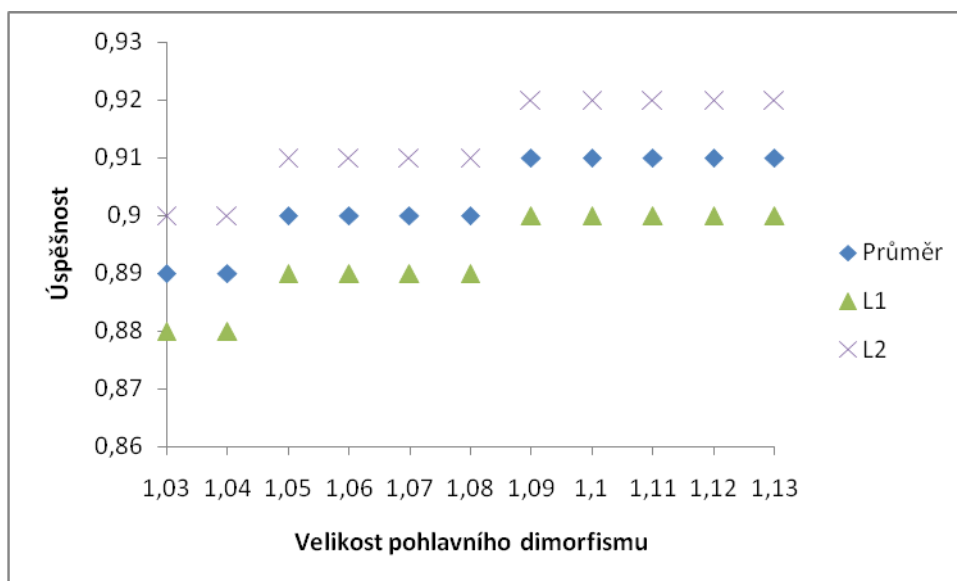
5.3.2 Výsledky podle velikosti pohlavního dimorfismu při změně směrodatných odchylek

Druhým úkolem při zjišťování úspěšnosti metody na základě velikosti pohlavního dimorfismu bylo vygenerovat soubory mužů a žen tak, aby se měnila velikost pohlavního dimorfismu při změně směrodatné odchylky. Jak již bylo zmíněno při popisu postupu, se soubory mužů nebylo nijak manipulováno. Měnila se pouze směrodatná odchylka u souboru žen, průměrný rozměr pro soubory žen zůstal též nezměněn.

Tabulka č. 18. Číselné vyjádření intervalů spolehlivosti jednotlivých koeficientů při změně směrodatné odchylky.

	Males				Females			
	Průměr	SD	L1	L2	Průměr	SD	L1	L2
1,03	0,88	0,04	0,87	0,89	0,89	0,04	0,88	0,90
1,04	0,89	0,05	0,88	0,90	0,89	0,04	0,88	0,90
1,05	0,89	0,04	0,88	0,90	0,90	0,04	0,89	0,91
1,06	0,89	0,04	0,88	0,90	0,90	0,04	0,89	0,91
1,07	0,89	0,04	0,88	0,90	0,90	0,04	0,89	0,91
1,08	0,89	0,05	0,88	0,90	0,90	0,04	0,89	0,91
1,09	0,88	0,04	0,88	0,90	0,91	0,04	0,90	0,92
1,1	0,89	0,04	0,88	0,90	0,91	0,04	0,90	0,92
1,11	0,89	0,04	0,88	0,90	0,91	0,04	0,90	0,92
1,12	0,89	0,05	0,88	0,90	0,91	0,04	0,90	0,92
1,13	0,89	0,04	0,88	0,90	0,91	0,04	0,90	0,92

Na základě tabulky č. 18 můžeme stanovit, že intervaly spolehlivosti jsou ve všech příkladech stejné. Celková úspěšnost metody u mužů je velmi nízká, 89 %, přestože muži byli pouze souborem podpurným v tomto případě a nebyly nijak měněny ani průměry, ani směrodatné odchylky. V souborech žen je patrný nárůst úspěšnosti se zvyšující se mírou pohlavního dimorfismu. A to pouze do 91 % úspěšnosti.



Graf č. 10. Závislost úspěšnosti metody na míře pohlavního dimorfismu u žen při změně směrodatné odchylky

Na grafu č. 10 můžeme vidět, jak se v závislosti na různé míře pohlavního dimorfismu mění úspěšnost metody. Z grafu je patrné, že čím větší bude rozdíl mezi muži a ženami, tím vyšší spolehlivost touto metodou dosáhneme. Hranici 91% úspěšnosti dosahujeme při velikosti pohlavního dimorfismu 1,09, což je o jednu setinu vyšší míra pohlavního dimorfismu, než jaká skutečně mezi muži a ženami je. Zajímavé je, že stejné úspěšnosti, jaká je u skutečného pohlavního dimorfismu mezi muži a ženami, je dosaženo i v nižších mírách pohlavního dimorfismu a to již od velikosti pohlavního dimorfismu 1,05.

Dále jsem opět počítala Cohenovo d , které měří míru pohlavního dimorfismu. V tabulce č. 19 můžeme vidět, jakých hodnot nabývá Cohenovo d v různých mírách pohlavního dimorfismu. Při změně

směrodatné odchyly, podle které jsem generovala soubory žen, nabývá Cohenovo d u násobků od 1,03 do 1,08 hodnot, které lze interpretovat, že mají malý efekt. U násobků od 1,10 do 1,13 nabývá Cohenovo d hodnot, které odpovídají střednímu efektu. Při změně směrodatné odchyly nabývá Cohenovo d u násobku 1,09.

Tabulka č. 19. Cohenovo d

	Males		Females		Cohenovo d	
	Průměr	SD	Průměr	SD	$SD_{sdílené}$	d
1,03	0,88	0,04	0,89	0,04	0,04	0,3
1,04	0,89	0,05	0,89	0,04	0,05	0,0
1,05	0,89	0,04	0,90	0,04	0,04	0,3
1,06	0,89	0,04	0,90	0,04	0,04	0,3
1,07	0,89	0,04	0,90	0,04	0,04	0,3
1,08	0,89	0,05	0,90	0,04	0,05	0,2
1,09	0,88	0,04	0,91	0,04	0,04	0,8
1,10	0,89	0,04	0,91	0,04	0,04	0,5
1,11	0,89	0,04	0,91	0,04	0,04	0,5
1,12	0,89	0,05	0,91	0,04	0,05	0,4
1,13	0,89	0,04	0,91	0,04	0,04	0,5

6 DISKUZE

Uvědomuji si, že skutečný kosterní soubor by byl samozřejmě vhodnější pro ověření funkčnosti metody na konkrétním souboru. Nicméně pro potřeby samotné práce, jejímž cílem je simulace metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu navržené Albanesem a jeho kolegy, není úplně nezbytný. Málomocný soubor by plnil všechny naše požadavky, vycházející z cílů práce, tedy ověřit spolehlivost metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu v závislosti na různě velkých souborech nebo na základě poměrového zastoupení mužů a žen v souboru. Nakonec bychom museli mít k dispozici několik různých souborů pro naše potřeby ověření metody.

Pažní kost výborně odráží fyzickou náročnost života minulých populací. Existuje rozdíl mezi robusticitou pažní kosti u mužů a u žen v důsledku odlišných činností, které muži a ženy vykonávali, resp. vykonávají. Odlišné činnosti souvisí i s dělbou práce, takže pažní kosti mužů a žen byly jinak namáhané, a tudíž je možné sledovat větší robusticitu jednotlivých znaků u mužů. Problém samozřejmě nastává ve chvíli, kdy nejsme schopni rozeznat na základě například transversální šířky hlavice pažní kosti, zda-li jde o robustní ženu či muže, nebo zda-li jde o gracilního muže či ženu. V takovém případě by bylo vhodné zvolit ještě další rozměr, který by domněnku vyvrátil, nebo potvrdil. Nebo doplnit tvrzení o další metodu odhadu pohlaví. U minulých populací, pokud budeme předpokládat tradiční dělbu práce, kdy muži byli lovci a jejich pažní kosti byly namáhány házením oštěpů nebo roztloukáním věcí kameny, a ženy namáhaly své paže podstatně menší fyzickou silou, bychom neměli mít problémy jasně odlišit mužské a ženské pažní kosti na základě metody dělicího bodu.

Právě v případě simulace metody na základě pohlavního dimorfismu, kdy se měnily průměry nebo směrodatné odchylky, abychom tak zjistili, jak pohlavní dimorfismus ovlivňuje úspěšnost odhadu pohlaví

podle dělicího bodu, byl problém, že při určitých mírách pohlavní dimorfismu by mohl rozdíl mezi muži a ženami být tak nízký, že bychom nebyli schopni rozeznat muže od žen. Bylo by tomu tak právě v případě velmi nízké míry pohlavního dimorfismu. Jinými slovy, nedokázali bychom rozlišit muže a ženu v případě, kdy by rozdíl mezi mužem a ženou byl velmi nízký. To je i důvod, proč jsem neuvažovala o mnohem širším spektru různých mír pohlavního dimorfismu, ale určila jsem skutečnou míru pohlavního dimorfismu jako střed a generovala jsem soubory na škále velmi blízké skutečnosti.

Je nutno zmínit i rozdíly v pravostranné, resp. levostranné orientaci. Vyšší nároky na upřednostňovanou paži, mohou vést k vyšší robusticitě. Opět vyvstává problém se záměnou robustní ženské pažní kosti za mužskou a naopak gracilní mužské kosti za ženskou v případě, že daná paže nebyla tolik namáhána v souvislosti s danou orientací. Dále například existuje rozdíl mezi sportovci a nespportovci, jejichž pažní kosti jsou samozřejmě namáhány odlišně a mohlo by zde dojít k záměně, pokud bychom se striktně drželi navrhované metody. Jak bylo již zmíněno, vliv na tento problém má i věk, kdy s rostoucím věkem může snadno dojít ke špatnému vyhodnocení žen za muže. Proto je vhodné mít i nějakou podpůrnou informaci o věku. Ne vždy to je ovšem možné. Tato metoda je vyvíjena právě pro případ, kdy budou kosterní pozůstatky natolik špatně zachovalé, že nebude moci být prováděna jiná pohlavní diagnóza a v takovém případě by mohlo být i velmi obtížné diagnostikovat věk.

Další roli v míře robusticity hrají samozřejmě hormony, především hormony pohlavní a růstové. Hlavní příčinou pohlavního dimorfismu je velikost těla. Velikost těla je ovlivněna růstovým hormonem somatotropinem, který je tvořen v adenohipofýze, předním laloku hypofýzy neboli podvěsku mozkovém. Nadbytek růstového hormonu somatotropinu vede ke gigantismu, nedostatek naopak k nanismu, který zvláště v dospělosti nemusí být patrný. Nadprodukce růstového hormonu

v dospělosti se projevuje zvětšováním koncových částí těla (zmohutnění lícních kostí, nadočnicových oblouků, mandibuly, nosu, prstů končetin) a orgánů a vede ke vzniku tzv. akromegalie. Pohlavní hormony jsou hormony steroidní povahy, které jsou zodpovědné na vznik některých primárních či sekundárních pohlavních znaků. Testosteron, mužský pohlavní hormon vzniká v tzv. Leydigových buňkách ve varlatech. Ovlivňuje spermatogenezi a vývoj sekundárních pohlavních znaků. Díky tomu je mužský pohlavní hormon testosteron zodpovědný za nárůst svalové hmoty a za vyšší robusticitu kostí. Patrný je jeho vliv především v pubertě. V dospělosti testosteron stimuluje spermatogenezi a brání rozvoji osteoporózy. Další příčinou pohlavního dimorfismu je adaptace na porod. Adaptace je evoluční proces, při němž se daný organismus (druh) přizpůsobuje vnějším podmínkám a dalším faktorům. Adaptace je umožněna skrze přirozený výběr. Přirozený výběr vybírá z náhodně vznikajících „vlastností“ ty, které jsou výhodné a užitečné. Hlavním rozdílem v adaptaci na porod je právě tvar kostí pánve.

Metoda odhadu pohlaví podle dělicího bodu je celkem běžně používanou metodou v antropologii. Přínos této konkrétní metody vidím především v tom, že se snaží najít řešení ve chvíli, kdy všechny tradiční metody odhadu pohlaví selhaly. Ve chvíli, kdy se jedná o tak špatně zachovalé pozůstatky, že není možné odhadovat pohlaví ani z pánve, ani z lebky. Ve chvíli, kdy mnoho kostí není přítomno. Důležité ale určitě je zvolit si pro tuto metodu takový rozměr, který velmi dobře odráží pohlavní dimorfismus a zároveň je přítomný u většiny jedinců ve zkoumaném souboru. Samozřejmě se nejedná o metodu, kterou bychom měli volit na první na místě. Pokud nám to kosterní pozůstatky dovolují, vždy bychom měli dát přesnost osvědčeným metodám odhadu pohlaví z pánve, pak metodám odhadu pohlaví z lebky, přestože jejich spolehlivost je nižší než u pánve a takto postupovat. Jedná se tedy o metodu, která nám může dát spolehlivé výsledky odhadu pohlaví, když už není možné použít jinou spolehlivější metodu odhadu pohlaví. Samozřejmě i tato metoda má své limity právě ve zvolení si vhodného rozměru, který musí mít všichni jedinci

ze souboru, a dále je metoda limitována tím, že velikost souboru musí být větší než 40 jedinců, poměr pohlaví by měl co nejmenší a velikost pohlavního dimorfismu by měla být naopak co největší. Metoda je velmi spolehlivá u souborů, které čítají minimálně 40 jedinců. Nicméně od této velikosti souboru je úspěšnost více méně konstantní. Drobné výkyvy mohou být způsobeny náhodou. Ve statistice platí, že čím je větší soubor, tím méně má šanci se projevit náhoda.

U velikosti souboru 20 jedinců je interval spolehlivosti velmi široký. Obdobně tomu je i u intervalu spolehlivosti u velikostí souborů o 30 a 40 jedincích. V případě, kdy soubor není dostatečně velký nebo nesplňuje podmínku úspěšnosti, bych doporučovala metodu kombinovat s jinou metodou odhadu pohlaví. Další možností by bylo snížit hladinu úspěšnosti a zkusit metodu testovat například jen v 90% intervalu spolehlivosti, namísto 95% intervalu spolehlivosti. Samozřejmě tím snižujeme celkovou úspěšnost metody.

Výsledky této metody mohou být tolik pozitivní také díky tomu, že jsem zvolila rozměry na kostře, které velmi dobře odrážejí míru pohlavního dimorfismu. V případě že bych zvolila rozměry s menší mírou pohlavního dimorfismu, mohly by výsledky dosahovat mnohem nižší úspěšnosti. Stejně tak se domnívám, že při zvolení rozměru, který by ještě lépe odrážel pohlavní dimorfismus, mohly by výsledky dosahovat vyšší úspěšnosti. Zajímavé by bylo rozšířit metodu o další vybrané rozměry, které více či méně odrážejí pohlavní dimorfismus člověka. Jak již bylo řečeno, metodu je vhodné používat až jako poslední možnost, kdy nezbývá žádná jiná metoda odhadu pohlaví. Výsledky této analýzy také mohou být úspěšné díky tomu, že jsem si vybrala k analýze pažní kost, čili kost, která velmi dobře odráží pohlavní dimorfismus, a také díky tomu, že jsem na pažní kosti zvolila velmi pohlavně dimorfní znaky. Ale v praxi si člověk nevybírání, musí počítat pouze s tím, co se dochovalo a je měřitelné. A ne vždy bude možné použít metodu na vysoce pohlavně dimorfní znaky a díky tomu nebude metoda dosahovat takové úspěšnosti

jako ve výsledcích mé práce nebo i ve výsledcích práce původních autorů.

Autoři původní navrhované metody vůbec nediskutují použitelnost této či nějaké podobné metody na dětské kostry. Dětské kostry by podle mého názoru neměly být opomíjené, neboť nám dávají mnoho informací o zkoumané populaci. Avšak se domnívám, že tato není nejvhodnější pro použití na dětské kostry, neboť metoda využívá pohlavně dimorfních znaků na kostře, které ještě nemusejí být plně vyvinuty. Navíc jsou dětské kostry mnohem variabilnější než kostry dospělců. Například rozměr celková délka pažní kosti by byl velmi špatně srovnávatelný, neboť právě délka pažní kosti (H1) se velmi mění v době růstu a každý jedinec roste individuálním tempem. Proto se domnívám, že by bylo vhodné tuto metodu používat pouze na soubory, které obsahují jen dospělé jedince. A pokud je nezbytné odhadovat pohlaví z dětských koster, dát raději přednost morfoskopickým metodám.

7 ZÁVĚR

Odhad pohlaví je jedna za základních antropologických metod, která spolu s odhadem věku slouží k lepšímu demografickému obrazu o minulých populacích. Odhad pohlaví je limitován možnostmi, které mohou poskytovat kosterní pozůstatky, především co se týče zachovalosti. K odhadu pohlaví antropologové používají morfometrické i morfologické metody, ty první jsou založeny na metrickém měření rozměrů kostí, ty druhé jsou založeny na aspektivním hodnocení a expresi znaků nebo sledování vývinu svalových drsnatin. Vedle těchto metod se používají i diskriminační analýzy založené především na metrickém měření. K odhadu pohlaví se používá i dělicí bod, což je hodnota, která odděluje mužské naměření rozměry od ženských naměřených rozměrů. Předpokládáme, že se jedná o normální rozdělení, z toho plyne, že čím větší bude překryv extrémních mužských a ženských hodnot, tím méně jedinců vyhodnotíme správně a úspěšnost metody bude klesat. Pokud bude překryv extrémních hodnot mužů a žen malý, metoda správně určí pohlaví mnohem více jedinců. Toto souvisí s pohlavním dimorfismem. Pohlavní dimorfismus je výraz, který se používá u živočichů a označuje, že samice vypadá jinak než samec. V antropologii minulých populací se tento termín používá pro pohlavní rozdíly na kostře. Pohlavní rozdíly na lidské kostře jsou patrné ve velikosti a tvaru těla nebo v robusticitě kostí.

Cílem práce bylo ověřit metodu odhadu pohlaví podle dělicího bodu, kterou navrhuje John Albanese et al. (2005). Metoda je použitelná na vysoce fragmentární, špatně zachovalé pozůstatky, dále smíšené pozůstatky, jakými jsou například kostnice. Dále je použitelná na různé pohlavně dimorfní znaky a není potřeba referenčního souboru o známém pohlaví pro srovnání. Výhodou této metody je, že pokud je poškozený nebo úplně chybějící nějaký důležitý znak na kosti, podle kterého se odhaduje pohlaví, můžeme si vybrat kterýkoliv jiný znak, který odráží pohlavní dimorfismus muže a ženy, a tento rozměr použít pro analýzu. Jedná se tedy o metodu, která je použitelná ve chvíli, kdy všechny ostatní

metody selhaly, například kvůli špatné zachovalosti, kvůli poškozenému klíčové znaku k odhadu pohlaví nebo kvůli tomu, že daná část kostry úplně chybí. Metoda využívá dělicího bodu, který je vypočítán jako průměr vybraného pohlavně dimorfního rozměru, který byl naměřen na celém souboru. Tento průměr je pak srovnán s jednotlivými naměřenými rozměry. Pokud je porovnávaný rozměr větší než hodnota dělicího bodu, jedince, kterému rozměr náleží, vyhodnotíme jako muže. Je-li porovnávaný rozměr menší než hodnota dělicího bodu, jedince, kterému daný rozměr náleží, vyhodnotíme jako ženu.

Cílem práce bylo simulovat metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu na základě stanovených kritérií, kterými byla velikost souboru, poměr pohlaví a míra pohlavního dimorfismu. V případě simulace metody na základě velikosti souboru a poměru pohlaví se potvrdily výsledky práce autorů původní metody. Metoda je velmi spolehlivá u souborů, které čítají minimálně 40 jedinců, přesně jak tvrdili i autoři původní metody. Nicméně od této velikosti souboru je úspěšnost více méně konstantní. Drobné výkyvy mohou být dány náhodou. Úspěšnost metody v případě simulace odhadu pohlaví na základě poměru pohlaví klesá se zvyšujícím se poměrem pohlaví. Největší úspěšnost byla zaznamenána při poměru pohlaví 1,1:1. Od poměru 1,4:1 klesá úspěšnost rychle.

Dalším cílem práce bylo prohloubit dosavadní poznatky i fungování navržené metody. Původní metoda autorů byla rozšířena o další kritérium, kterým byla míra pohlavního dimorfismu, které se autoři vůbec nevěnovali. Výsledky ukazují, že čím větší je míra pohlavního dimorfismu, to znamená, čím větší jsou rozdíly mezi muži a ženami, tím spolehlivěji metoda funguje. Toto bylo testováno pomocí změny průměru vždy s daným násobkem a pomocí změny směrodatné odchylky. Oba dva postupy potvrdily naši hypotézu.

Nutno dodat, že metoda je velice vhodná pro smíšené pozůstatky, které můžeme najít například v kostnicích, a pro velmi špatně zachovalé kosterní pozůstatky, kdy klasické metody odhadu pohlaví nemohou být

použity právě kvůli zachovalosti. V tom vidím velkou výhodou metody odhadu pohlaví podle dělicího bodu tak, jak ji navrhuji John Albanese s kolegy, neboť ne vždy se antropolog ve své praxi setká s velmi dobře zachovalými pozůstatky. Tato metoda mu umožňuje zvolit si jakýkoliv pohlavně dimorfní znak, který použije k odhadu pohlaví. Tato metoda nemá za cíl podle mého názoru nahrazovat dosavadní metody odhadu pohlaví, ale pouze pomáhat ve chvíli, kdy klasické metody selhávají, právě například z důvodu chybějící klíčové části kostry k odhadu pohlaví nebo z důvodu toho, že daná je část je značně poškozena, a diagnostikování pohlaví je tedy nemožné. V tom je výhoda navrhované metody.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

Afifi AA, Clark V. 1990. Computer-aided multivariate analysis. New York: Van Nostrand Reinhold.

Albanese, J., Cardoso, H.F.V., Saunders, S.R. (2005). Universal methodology for developing univariate sample-specific sex determination methods: an example using the epicondylar breadth of the humerus. *J Arch Sci* 32:143-152.

Acsádi, G, Nemeskéri, J. (1970): History of Human Life Span and Mortality. Budapest: Akademiai Kiadó.

Berrizbeitia EL. (1989). Sex determination with the head of radius. *J Forensic Sci* 34(5): 1206-1213.

Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science* 1 (3): 98-101.

Gunn MC, McWilliams KR. (1980). A method for estimating sex of the human skeleton from the volume of the patella, talus, or calcaneus. *HOMO* 31:189–198.

Black, TK. (1978): A New Method for Assessing the Sex of Fragmentary Skeletal Remains: Femoral Shaft Circumference. In: *Am J Phys Anthropol* 48: 227 - 232.

Bräuer G. 1988. Osteometrie in anthropologie. In: Knussmann R, editor. *Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie der Menschen. Band I. Wesen und Methoden der Antropologie.* Stuttgart, Jena, New York: Gustav Fischer Verlag.

Brůžek J. (2002). A method of visual determination of sex, using the human hip bone. *Am J Phys Anthropol* 117:157-168.

Brůžek, J, Likovský, J, Černý, V. 2002. Současné metody biologické antropologie a jejich využití při hodnocení kostry přisuzované českému knížeti Spytihněvovi I. Archeologické rozhledy LIV:439-456.

Bruzek J, Murail P. 2006. Methodology and reliability of sex determination from the skeleton. In: Schmitt A, Cunha E, Pinheiro J, editors. Forensic anthropology and medicine: complementary sciences from recovery to cause of death. Totowa, N.J.: Humana Press. p 225-242.

Černý, M. (1971): Určování pohlaví podle postkraniálního skeletu. In: Vlček, E. (ed): Symposium o určování stáří a pohlaví jedince na základě studia kostry. Národní muzeum v Praze. 46 - 62.

Černý, M, Komenda, S. (1980): Sexual diagnosis by the measurement of humerus and femur. In: Sborník prací Ped F UP Olomouc - Biologie 2, s. 147 -167.

Dittrick, J, Suchey, JM (1986). Sex Determination of Prehistoric Central California Skeletal Remains Using Discriminant Analysis of the Femur and Humerus. Am J Phys Anthropol 70:3-9.

Dobisíková, Miluše (1999a): Určování pohlaví. In: Stloukal, Milan et al., Antropologie: Příručka pro studium kostry. Praha: Národní muzeum, s. 168-234.

Ferembach, D, Schwidetzky, I, Stloukal, M (1980). Recommendations for age and sex diagnoses od skeleton. J Hum Evol 9:517-549.

Fingerová, M (2007). Sexuální dimorfismus člověka. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity Ústav antropologie.

Frayer, DW, Wolpoff, MH (1985). Sexual Dimorphism. Annu. Rev. Anthropol 14:429-473.

Frutos, LR (2003). Brief communication: sex determination accuracy of the minimum supero-inferior femoral neck diameter in a contemporary rural Guatemalan population. *Am J Phys Anthropol* 122:123-126.

Frutos, LR (2005). Metric determination of sex from the humerus in a Guatemalan forensic sample. *Forensic Science International* 147 : 153–157.

Holland, TD. (1991). Sex assessment using the proximal tibia. *Am J Phys Anthropol* 85: 221-227.

Holman, DJ, Bennet, KA (1991). Determination of sex from arm bone measurements. *Am J Phys Anthropol* 84:421-426.

Íscan MY, Loth, SR, King, CA, Shihai, D, Yoshino, M. (1998). Sexual dimorphism in the humerus: A comparative analysis of Chinese, Japanese and Thais. *Forensic Science International* 98:17–29.

Knussmann, Reiner (1988): *Antropologie: Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen* (4. Auflage des Lehrbuchs der Antropologie begründet von Rudolf Martin), Band I. Jena, New York, Stuttgart: Gustav Fischer.

Maat, GJR, Mastwijk, RW, Van der Velde, EA. (1997). On the reliability of non-metrical morphological sex determination of the skull compared with that of the pelvis in the low countries. *International Journal of osteoarchaeology* 7:575-580.

Martin, Rudolf - Saller, Karl (1956): *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung*. Stuttgart - Jena: Gustav Fischer Verlag.

MacLaughlin SM, Bruce MF. 1990. The accuracy of sex identification in European skeletal remains using the Phenice characters. *J Forensic Sci* 35:1384–1392.

Plavcan, JM. (2001). Sexual Dimorphism in Primate Evolution. *Yearbook of Physical Anthropology* 44:25–53.

Robinson, MS, Bidmos, MA. (2009). The skull and humerus in the determination of sex: Reliability of diskriminant function equations. *Forensic Science International* 186: 86.e1–86.e5.

Rogers, TL. (2009). Sex Determination of Adolescent Skeletons Using the Distal Humerus. *Am J Phys Anthropol* 140:143–148.

Steyn, M, Íscan, MY. (1999). Osteometric variation in the humerus: sexual dimorphism in South Africans. *Forensic Science International* 106: 77–85.

Thieme, FP, Schull WJ. (1957). Sex determination from the skeleton. *Human Biol* 20: 242-273.

Walkenbach J. 2004. *Excel 2003 power programming with VBA*. Indianapolis, IN: Wiley Pub.

White TD, Folkens PA (2000). *Human Osteology*. San Diego: Academic Press.

Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.

9 RESUMÉ

Sex determination is a basic anthropological method through which we can reconstruct demography of past populations and take into account other demographic indicators, which are dependent on an estimate of sex. Together with an estimate of age is one of the fundamental questions of anthropologists. Estimation of sex and its accuracy is limited to skeletal remains and preservation. A morphometric and morphological methods are used for sex estimation. They have an advantages and disadvantages. In both cases depend on the preservation of skeletal material.

John Albanese et al. presented in 2005 a new methodology for developing sample-specific metric sex determination methods using unidentified individuals (Albanese et al., 2005). John Albanese et al. (2005) propose a universal sex determination method, published by the example using the epicondylar breadth of the humerus. A sectioning point is defined as the total average measured dimensions collected from a set of unknown individuals. If size is greater than the sectioning point, then the individual is classified as a man, if size is less than the sectioning point, then the individual is classified as a woman. The method is applicable to highly fragmentary, poorly preserved remains, the remains of a mixed type of ossuaries. This method is applicable to a variety of sexually dimorphic characters, such as long bone length, diameter and midshaft of long bones, width of epicondyle of long bones and other sexually dimorphic features of the skeleton. The method is universal and can be applied to an unidentified individual according to authors. There is no need to have a reference file. This method is specific for a file. It was developed from a sample of individuals of unknown sex and does not require a large group of relatively complete individuals whose sex must be determined using morphological methods, nor does it require a reference set of known sex.

It is assumed that the sample should number about 40 individuals or more and that one sex does not outnumber the other at ratio of greater than about 1,5:1.

I focus to simulate the success of the sex determination method according to sectioning point, as proposed by John Albanese and colleagues. The method is based on criteria like degree of sexual dimorphism, sex ratio and a size of the file. The aim is to confirm or refute the results of this method, which assumes that the file must count at least 40 individuals. The aim of the thesis is to determine how the method works for small files, which consist of fewer than 40 individuals.

The second aim is to improve the information that we gave from results of proposed method. The results of the proposed method says that the method is very successful, if the sex ratio in the population is less than 1.5:1. The aim therefore is to find work as a reliable method of sex ratios in the other.

The third aim is to extend the original method. The authors did not reflex a degree of sexual dimorphism, although the degree of sexual dimorphism is a key parameter in the success of this method. The aim is to determine how sexual dimorphism affects the success of the method.

I confirmed the results of the authors. Sample sizes must number 40 individuals or more. If number of individuals in sample is less than 40 individuals, then the success of method is not good. The success decreases with increasing sex ratio. The greatest success was observed at a ratio of 1:1,1. This corresponds to 90% success of method. It was confirmed that if we have high degree of sexual dimorphism, then the method will achieve greater success.