

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta filozofická

Diplomová práce

Plzeň 2013

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra antropologických a historických věd

Studijní program Antropologie

Studijní obor Antropologie populací minulosti

Diplomová práce

**Identifikace zubního kazu a srovnání
výsledků hodnocení mezi osteologem a
stomatologem na souboru z pozdně
středověkého a novověkého hřbitova „U Zvonu“**

Jiří Šneberger

Vedoucí práce:

Mgr. Anna Pankowská

Katedra antropologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2013

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

Plzeň, duben 2013

.....

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce Mgr. Anně Pankowské za ochotu, zájem, odborné vedení a velké množství času, který obětovala mě i této práci.

Dále děkuji prof. MUDr. Janu Kilianovi, DrSc. za jeho neuvěřitelnou ochotu, pomoc a rady bez kterých bych se neobešel při vypracování diplomové práce.

Stejně tak děkuji doc. MUDr. Vlastě Merglové, CSc. a RNDr. Petře Stránské za čas věnovaný této práci a také za ochotu mi s prací pomoci.

V neposlední řadě bych rád poděkoval MUDr. Luboru Hostičkovi za pomoc při rentgenování dentálního souboru a Mgr. Danielu Sosnovi PhD. za pomoc při fotografování zubů.

And I also have to thank my friend B.Sc. Luke Lobo for his advice and assistance in statistical calculations.

Obsah

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | ABSTRAKT | 1 |
| 2 | ÚVOD..... | 2 |
| 3 | ZUBNÍ KAZ..... | 5 |
| | 3.1 Stádia zubních kazů | 7 |
| | 3.2 Faktory ovlivňující zubní kazy | 9 |
| 4 | PROBLEMATIKA IDENTIFIKACE A HODNOCENÍ ZUBNÍCH KAZŮ | 12 |
| 5 | CÍL | 20 |
| 6 | MATERIÁL | 21 |
| | 6.1 Historie | 23 |
| 7 | METODY..... | 23 |
| | 7.1 Analytické metody | 24 |
| | 7.2 Statistické metody | 28 |
| 8 | VÝSLEDKY..... | 31 |
| | 8.1 Určení typu zubu..... | 31 |
| | 8.1.1 Shoda v řazení zubu do kategorie | 31 |
| | 8.1.2 Shoda v umístění v čelisti | 35 |
| | 8.1.3 Shoda v identifikaci zubu mezi všemi badateli | 38 |

| | |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 8.2 Hodnocení zubních kazů..... | 39 |
| 8.2.1 Shoda v přítomnosti zubního kazu | 39 |
| 8.2.2 Shoda v určení rozsahu zubního kazu | 43 |
| 8.3 Hodnocení jistoty..... | 47 |
| 8.4 Shoda mezi hodnocením badatelů a RTG snímky | 53 |
| 8.5 Přítomnost zubního kazu | 55 |
| 9 DISKUZE | 60 |
| 10 ZÁVĚR..... | 73 |
| 11 LITERATURA | 76 |
| 12 PŘÍLOHY | 88 |

1 ABSTRAKT

U moderních i minulých populací jsou zubní kazy důležitým ukazatelem zdravotního stavu a složení stravy. Zubní kazy se však neobjevují jen ve formě kavity, ale také jako iniciální kaz ve formě tmavé léze na zubní tkáni, který sám o sobě indikuje přítomnost onemocnění. Proto je důležité, aby odborníci kaz dokázali správně rozeznat a klasifikovat různé druhy zubních kazů. Cílem práce je srovnání vizuální identifikace zubů, hodnocení rozsahu zubních kazů a několik dalších základních analytických kroků mezi stomatology a antropology formou sledování jejich intra-observační a inter-observační shody. Dva stomatologové a dva antropologové identifikovali každý zub ze souboru 233 izolovaných zubů z období pozdního středověku a novověku, přiřadili ho do čelisti, zhodnotili přítomnost zubního kazu, jeho rozsah a zaznamenali, s jakou jistotou provedli předchozí hodnocení. Pro každé hodnocení byl vytvořen samostatný soubor kritérií a pro statistické hodnocení byly použity metody Cohenovo Nevážená kappa, Cohenovo Vážená kappa a Fleiss kappa. Pro kontrolu výsledků a předvedení komplikovanosti vizuálního hodnocení zubních kazů byl vytvořen menší referenční soubor rentgenových snímků, na kterých byly zcela patrné zubní kazy a jejich rozsah. Celkové výsledky ukazují dobrou intra-observační shodu, ale ve většině případů špatnou inter-observační shodu. To by u reálné studie dentálního souboru minulé populace mohlo vést ke zkreslené interpretaci. Výsledky srovnání jednotlivých hodnocení zubních kazů s referenčním souborem RTG snímků ukazují také nízkou shodu. V konečném důsledku studie přináší podněty pro přehodnocení dosavadních postupů a upřednostňování pouhého vizuálního hodnocení zubních kazů a dentice celkově.

Abstrakt

Dental caries are important indicators of health and diet of modern and past populations. Dental caries, however, not appear only in the form of cavities but also as initial caries in form of dark lesion which indicates disease too. So it is important, that anthropologist can correctly detect and classify lesions of varying severity. The main aim of present study is evaluation of intra-observation and inter-observation agreement of identification of teeth, evaluation of the extent of dental caries and other analytics steps between dentists and anthropologists. Two dentists and two anthropologists identified each tooth from assemblage of 233 isolated teeth from the late Middle Ages and Modern Times, assigned them to jaws, evaluated the presence of tooth decay, its scope and recorded certainty with which they made the previous evaluations. For each evaluation was made a separate set of criteria and for statistical evaluation were used Cohen's Unweighted kappa, Cohen's Weighted kappa and Fleiss kappa. To check the results and demonstration of the complexity of visual assessment of dental caries was created the small reference set of radiographs on which were quite evident dental caries and their scope. Overall results show good intra-observation agreement but in most cases poor inter-observation agreement. That may result in biased interpretation of dental assemblage of past populations. Results from a comparison of dental caries with a reference set of radiographs also show low agreement. Ultimately, the study offers suggestions for revision of existing procedures and favour a simple visual assessment of dental caries and dentition overall.

2 ÚVOD

Vzhledem k množství minerálních látek obsažených v zubních tkáních představuje dentice nejvíce resistantní součást lidského těla vůči

post-depozičním procesům (patrné na Obrázku 1 a 2), kterým ostatní části skeletu bez výjimky podléhají (Kohn et al., 1999; Lee et al., 2011; Wesolowski, 2006). Dentice je vedle artefaktové náplně hrobu často jediným zdrojem informací o životě minulých a recentních populací se kterými mohou retrospektivní a forenzní vědy pracovat (Bowers, 2004; Larsen, 1999; Scott & Turner, 1997).

Dentice z archeologických souborů poskytuje důležité informace pro rekonstrukci života minulých populací (Larsen et al., 1991). Mezi léze, které na zubech sledujeme, patří: zubní kazy, pulpitida, peri-apikální zánět (např. Arnold et al., 1956; Banerjee et al., 2000, Hillson, 1996; Infante & Russell, 1974; Jarošová, 2006; Klein & Palmer, 1938; Scott & Turner, 1988), dentální hypoplazie (Hillson, 1997), abraze, atrice, eroze (Deter, 2009; Hillson, 2008; Kaidonis, 2009/2010), ante-mortem ztráta zubu (např. Hillson, 1996; 2001; Waldron, 2009), zubní kámen a sním spojený zánět závěsného aparátu zubu (Hillson, 2005), nebo traumata v oblasti splachnocrania (Buikstra & Ubelaker, 1994). Všechna tato onemocnění, postižení, zranění zubních tkání a kostí nacházejících se v kontaktu s denticí pomáhají utvářet alespoň částečné představy o podobě životního stylu (Sheiham, 2006), sociálního postavení (Infante & Russell, 1974; Garcia-Closas et al., 1997; Piovesan et al., 2011; Reisine & Psoter, 2001; Sheiham & Bönecker, 2008), věku (Kilian & Vlček, 1989; Lovejoy, 1985; Ubelaker, 1987), pohlaví daného jedince (Keenleyside, 2008; Lukacs, 2008), způsobu subsistence a rozdílch mezi jednotlivými skupinami a populacemi. Tyto dílčí analýzy bývají součástí rozsáhlejších bioarcheologických studií, které kooperují s více přístupy vhodnými pro sledování definovaných otázek (např. Hillson, 2008; Keenleyside, 2008; Kovačiková & Brůžek, 2008a; 2008b).

Právě takto zaměřené výzkumy pomohly antropologům a archeologům vymezit rozdílné způsoby získávání a zpracování potravy u obyvatel rozličných geografických poloh a v průběhu různých prehistorických a historických období. Nejčastěji sledovanou změnou

subsistence je přechod lovecko-sběračského způsobu života k zemědělství (např. Barret, 2011; Larsen et al., 1991; Layton et al., 2001; Lubell et al., 1994; Nelson et al., 1999; Price, 2000; Zvelebil, 1986; 2001; 2002; 2009). Ve starších archeologických publikacích se setkáváme s názorem, že neolitizace představovala určitý progres, který znamenal zlepšení zdravotního stavu, prodloužení života a zlehčení práce potřebné pro získání obživy (Lee, 1968). Výzkumy posledních dekád tento předpoklad však vyvrací. S přechodem k zemědělství dochází k celkovému zhoršení zdravotního stavu jedinců (Larsen, 1995), což bylo způsobeno omezením příjmu potravy bohaté na proteiny (maso) a jejím nahrazením stravou bohatou na sacharidy a škroby jako například obilovinami a kukuřicí. Takováto změna je antropologicky i archeologicky relativně dobře zachytitelná. Archeologicky je možné zaznamenat reliktu brázd, artefakty sloužící k jejich obdělávání, či palynologickými analýzami zachytit různé pylové stopy pěstovaných plodin (Zápotocká, 2007). Po antropologické stránce se modifikace subsistence nejvíce projevuje na kazivosti a abrazi zubů. Obecně platí, že lovce a sběrače postihuje menší kazivost zubů a větší abraze a zemědělci mají naopak větší množství zubních kazů a malou abrazi (např. Deter, 2009; Hillson, 1996; 2001; 2005; 2008; Keenleyside, 2008; Larsen et al., 1991; Larsen, 1995; Lubell et al., 1994; Lukacs, 2008; Scott & Turner, 1988). Je to dáno tím, že strava zemědělců byla více „lepkavá“ tedy snáze ulpívala na zubech a hůře se odstraňovala. Oproti tomu převážně masitá strava lovců a sběračů se tak snadno nezachytávala, ale svojí tvrdostí způsobovala abrazi chrupu (např. Hillson, 1996; 2001; 2005; 2008). V průběhu transformace jednotlivých prehistorických a historických období se na základě geografického umístění podoba subsistence dále měnila, nicméně žádná změna nebyla tak markantní jako ta v době neolitizace. Až v moderních dějinách, kdy se začal vyrábět rafinovaný cukr, došlo k další velké a na dentici jasně zachytitelné změně. Tato změna měla za následek nejen nárůst prevalence zubních kazů v populaci, ale také změnu umístění, způsob vývoje a růstu zubního kazu (Marhaler, 2004).

Můžeme tedy hovořit o dvou, pro složení stravy, zásadních přechodech: neolitizaci a industrializaci (Waldron, 2008). Ve 20. století pak došlo k rozvoji hygienické a preventivní péče, která měla v rozvinutých zemích za následek snížení množství kazů mezi jedinci (Arnold et al., 1956; Fejerskov, 2004; Garcia-Closas et al., 1997; Infante & Russell, 1974; Shelley et al., 1997). Novější výzkumy však upozorňují na variabilitu výskytu onemocnění ve vztahu ke změně subsistence v závislosti na regionu, časovém období a environmentálních podmínkách (souhrnně Pinhasi & Stock, 2011). Informace zde uvedené platí jako obecná teze. Je však potřeba zmínit, že ne vždy jsou pravdivé a můžeme se setkat se studii zaměřenými na konkrétní populace, které tomuto modelu neodpovídají. Například recentní společnosti odpovídající zemědělskému neolitu nevykazují téměř žádné stopy zubních kazů atd. (např. Watson, 2008; Weiss, 2009).

3 ZUBNÍ KAZ

Zubní kazy jsou přesně lokalizovanou destrukcí postihující tvrdé zubní tkáň z důvodu působení kyselin vzniklých při kvasných bakteriálních procesech v zubním plaku (Salwitz et al., 2007). Za tyto procesy jsou zodpovědné bakterie skupiny *Streptococcus mutans*, jež jsou nejvíce agresivní. Dále to jsou bakteriální skupiny *S. oralis*, *S. milleri*, *S. salivarius*, následované *Actinomyces neaslundii*, *A. viscosus* a *Lactobacillus acidophilus*. Přičemž v dnešních populacích jsou nejběžnější kombinací *Streptococcus mutans* a *Lactobacillus acidophilus*, které se nejvíce vyskytují ve spojení s potravou bohatou na cukry a mají největší podíl na vytváření zubních kazů v podobě kavity. Ostatní jmenované bakterie nejsou ve svém výskytu v dnešních populacích tak časté (Hillson, 1996). Otázkou zůstává zastoupení jednotlivých bakteriálních skupin v ústní dutině minulých populací a jejich podíl na

vytváření zubních kazů. V této otázce by nám mohly v budoucnu pomoci analýzy zubního kamene (Warriner et al., 2012).

Zubní kaz je jedním z nejvíce rozšířených chronických onemocnění na světě (Jarošová, 2010; Selwitz et al., 2007). Nejedná se však o infekční onemocnění, jak v dřívějších dobách tvrdili někteří badatelé (např. Ismail, 1997), ale o multifaktoriálně způsobené poškození zubních tkání vlivem organických kyselin (Keenleyside, 2008; Larsen, 1995). Odolnost zubních tkání, intenzita a síla působení bakterií v dutině ústní jsou kromě jejich složení ovlivněny mnoha dalšími faktory: druhem konzumované potravy (Lubell et al., 1994; Nelson et al., 1999), věkem jedince (Buikstra & Ubelaker, 1994; Selwitz et al., 2007), pohlavím (Jarošová, 2006; Klein & Palmer, 1938; Lukacs, 2008), nebo také prostředím (s ohledem na přítomnost a množství fluoridu v půdě a vodě) ve kterém daná populace žila (Fejerskov, 2004; Keenleyside, 2008). Dříve se také objevovaly interpretace, že některé populace jsou vůči zubním kazům imunní, jako například Eskymáci (Scott & Turner, 1988). Recentní studie však prokázaly, že se nejednalo o imunitu, ale o multifaktoriální působení na dentici daných populací, které do velké míry zamezovalo vzniku a projevu zubních kazů. Příkladem může být velké zastoupení masité složky v potravě a naopak vyloučení stravy bohaté na cukry a sacharidy (Scott & Turner, 1988).

Zubní kaz se může vyskytovat na chrupu již od chvíle, kdy se zub začíná prořezávat a dostává se do kontaktu s mikroflórou dutiny ústní (Hillson, 1996). Kazy jsou silně spjaty se zubním plakem a hustotou bakterií na povrchu zubů, pro které představuje zubní plak ideální životní prostředí (Hillson, 2005). Poměrně velkou složku zubního plaku tvoří sacharidy (na základě přijímané potravy), které umožňují bakteriím provádění kvasných procesů a zapříčiňují tak vznik organických kyselin. Působením těchto kyselin na zubní sklovinu dochází k její demineralizaci a následnému otevírání původně skrytých zubních tkání mikroflóře dutiny ústní (např. Hillson, 1996; 2001; 2005; 2008; Ismail, 1997; Klein &

Palmer, 1938; Larsen et al., 1991; Liebe-Harkort et al., 2010; 2011; Marthaler, 2004; Selwitz et al., 2007; Waldron, 2009; Zangooei et al., 2011).

3.1 Stádia zubních kazů

Postupující demineralizace se nejprve projevuje na povrchu zubní korunky jako bílo hnědá, spíše tvrdá skvrna (Hillson, 1996) a na povrchu kořene jako žluto hnědá, měkká skvrna (Nyvad & Fejersov, 1997). Tento stav demineralizace je patrný na Obrázku 3 a nazýváme jej iniciální zubní kaz (např. Hillson, 1996; 2001; 2005; 2008). Aby se zubní kaz dostal do této fáze a byl viditelný pouhým okem, musí projít třemi předcházejícími stupni vývoje:

1) objevuje se mikroskopická translucenční oblast pod povrchem korunky

2) tato průsvitná zóna se začíná zvětšovat a ve svém středu tvoří malý černý „flíček“

3) průsvitná oblast se rozšířila natolik, že má ve svém středu jasně patrné černé „tělo“ kazu (Hillson, 1996). Takto narušený povrch se stává „křídovým“ a může být bez problémů proražen například dentální sondou.

Poslední jasně definovanou fází zubního kazu je okamžik, kdy demineralizace dosáhne takové míry, že se „křídový“ povrch sám od sebe, nebo působením vnější síly, propadne dovnitř a vznikne jasně patrná a prostorově vymezená kavita viditelná na Obrázku 4 (např. Arnold et al., 1956; Banerjee et al., 2000; Infante & Russell, 1974; Klein & Palmer, 1938).

Už jen z tohoto popisu musí být jasné, že vývoj zubního kazu vyžaduje relativně dlouhý časový úsek, než je vůbec patrný pouhým

okem ve své iniciální fázi, natož pak ve formě kavity. Z tohoto důvodu je velmi důležité využívat další metody a nové technologie pro zachycení zubních kazů, které nejsou patrné pouhým okem. Nicméně vývoj zubního kazu ještě dále pokračuje v ne explicitně definovaných etapách vývinu. Po vytvoření kavity začnou kyseliny napadat dentin a vzniká tzv. dentinový kaz. Vzhledem ke struktuře dentinu ve formě tubul, ve kterých probíhají Tomesova vlákna směrem od skloviny k pulpě, do místa kam směřuje zubní kaz, se začne vytvářet terciární dentin. Ten chrání pulpu před jejím otevřením mikroflóře dutiny ústní. Pokud však dojde k narušení terciárního dentinu a bakterie proniknou do pulpy, dochází k „odumření“ zubu a následnému peri-apikálnímu zánětu. Při tomto zánětu se začne u hrotu kořene objevovat hnisavý váček, ze kterého se může skrze drenážní otvor dostat hnis do krve a způsobit sepsi. To může v kritických případech vést až ke smrti jedince. Zánět může způsobovat velké bolesti a z důvodu vytržení zubu je hlavní příčinou ante-mortem ztráty zubu (Hillson, 1996). U dětí mohou zubní kazy nepříznivě ovlivňovat růst a vývoj. To nejenom z důvodu bolesti při žvýkání a tím pádem omezení množství a druhu přijímané potravy, ale při vývoji zubního kazu se také do krevního oběhu uvolňují látky, které mohou samy o sobě omezovat růst (Liebe-Harkort, 2011; Sheiham, 2006). Postup zubních kazů může být extrémně rychlý i extrémně pomalý (což je častější případ). Mohou se opakovaně dostat do aktivní a stabilní fáze, kdy buď demineralizace postupuje směrem k pulpě, nebo se úplně zastaví. Ve stabilní fázi může dojít až k re-mineralizaci, kdy dochází k „hojení“ zubních tkání a jejich obnově. To však může vést k uzavření kavity na povrchu a zachování dutiny uvnitř zubu, což komplikuje vizuální hodnocení zubních kazů na osteologickém souboru (např. Hillson, 1996; 2001; 2008; Ismail, 1997).

3.2 Faktory ovlivňující zubní kazy

Faktory ovlivňující zubní kaz jsou: typ zubu, věk jedince, pohlaví, složení stravy, socioekonomický status, hygiena (např. Buikstra & Ubelaker, 2004; Hillson, 2001; Shelley et al., 1997).

Nejčastěji postiženými lidskými stálými zuby jsou moláry (převážně na okluzních a aproximálních plochách). Horní moláry jsou napadeny zubním kazem o něco více, než moláry dolní. Řezáky a špičáky jsou ovlivněny mnohem méně (hlavně aproximální plochy), než laterální dentice. Stále však přetrvává myšlenka, že horní frontální dentice je postižena více než dolní frontální dentice (Hillson, 2005). Mezi pravou a levou polovinou zubních oblouků není v prevalenci zubních kazů žádný rozdíl (Hillson, 1996; 2001; 2005; 2008; Pretty, 2006).

Na lokalizaci zubního kazu může mít velký vliv věk jedince. V tomto kontextu je třeba si uvědomit a pracovat s faktem, že u zubů probíhá v průběhu let neustálá erupce, což vede k iniciaci zubních kazů na místech, kde to u mladších jedinců není možné (sklovino-cementový přechod a kořen zubu). Výskyt zubních kazů v těchto oblastech může být v pokročilejším věku vyšší, než v oblasti korunky. To je způsobeno menší mechanickou a chemickou odolností vrstev sklovino-cementového přechodu a dentinu, které chrání zub v těchto partiích (např. Hillson, 2001; Liebe-Harkort, 2010; 2011; Marthaler, 2004; Selwitz et al., 2007; Waldron, 2009; Weselowski, 2006; Zangoeei et al., 2011). Navíc ve spojení s abrazí, atricí a erozí zubů, která se s přibývajícím věkem zvětšuje (hlavně v oblasti okluzních ploch) se přímo úměrně snižuje výška zubů a tím přicházejí o oblasti hrbolků a fisur, které jsou nejnáchylnější ke vzniku zubního kazu (Klein & Palmer, 1938). Čím je tedy jedinec starší, tím více má ohroženou oblast kořene zubu a méně oblast okluzních ploch. Za racionální však můžeme považovat i tvrzení, že s větší abrazí zubů se bude zvětšovat i náchylnost jedince k okluzním kazům z důvodu odkrytí dentinu a následně i pulpy (Keenleyside, 2008).

V tomto kontextu je vždy potřeba zohlednit kulturní vlivy, způsob subsistence a environment, ve kterém zkoumaná populace žije, nebo žila (Deter, 2009; Eshed et al., 2006; Minozzi et al., 2003; Molnar, 2008).

Stejně tak bychom měli pracovat se samostatnými skupinami pro muže a pro ženy. U žen dochází k dřívější erupci zubů, jsou tedy delší dobu vystaveny působení plaku a kvasných procesů (Klein & Palmer, 1938). Mají také odlišné biochemické složení slin. V době těhotenství jsou na úkor matky upřednostňovány potřeby plodu a tak může docházet ve velké míře k demineralizaci dentice a celého skeletu. V neposlední řadě je třeba také zmínit působení odlišných hormonů (Lukacs, 1996). Můžeme však narazit na studie, které tvrdí, že mezi stejně starými muži a ženami není žádný rozdíl v prevalenci zubních kazů (Shelley et al., 1997).

Vztah složení stravy a výskytu zubních kazů se na jednu stranu zdá být zcela zřejmý, neboť ve většině minulých i recentních populací se vyskytuje trend zvýšení prevalence zubního kazu při přechodu k zemědělství (Larsen, 1995). Na straně druhé existují některé studie, které tento úzus narušují. Přicházejí s výsledky stejné prevalence zubních kazů mezi lovci sběrači a zemědělci, či dokonce větší prevalence u lovců a sběračů (Watson, 2008; Weiss, 2009). Z mnoha studií i z výše uvedeného textu je však patrný vztah stravy bohaté na sacharidy a cukry a velké prevalence zubních kazů (např. Hillson, 2008; Keenleyside, 2008; Marhaller, 2004). Proto vysvětlení odchylek od tohoto obecně přijímaného faktu musíme hledat ve specifických faktorech působících na dané populace. Příkladem může být velké množství fluoru v okolním prostředí (Fejerskov, 2004), genetické predispozice k pozitivním vlastnostem zubních tkání (např. Chung et al., 1964; Shuler, 2001), hygiena,

nebo množství přírodních antibiotik ve stravě přijímané danou populací (Weiss, 2009).

Vliv socioekonomického statusu je velmi problematický, už samotné toto téma by vydalo na další diplomovou práci. Dle obecně přijímané teorie platí, že čím vyšší příčku v socioekonomickém postavení jedinec zastává, tím má menší výskyt zubních kazů. To může být opodstatněno faktem, že výše postavený jedinec má přístup k lepší a tedy prestižnější potravě, což je většinou masitá strava. Na druhé straně si vezměme komunity lovců a sběračů, nebo tzv. přechodové společnosti mezi lovci sběrači a zemědělci (Feinmen & Neitzel, 1984), jejichž hlavní složkou potravy bylo maso. V tomto případě by prestižnější potravou mohly být obiloviny, či jiné „zemědělské“ produkty. To by tedy znamenalo, že v takovýchto populacích byly zubní kazy více rozšířeny mezi socioekonomicky výše postavenými jedinci. Nicméně je potřeba mít na paměti, že mezi lovci a sběrači se zubní kazy téměř nevyskytují. Do hypotéz je také potřeba zapojit behaviorální vlivy jako používání dentice při vydělávání kůží, které by silným obrusem zakrylo stopy po kazech. Vzniká nám tedy několik otázek. Je možné u výše postavených jedinců vyloučit použití dentice při zpracovávání kůží, nebo celkově vyloučit práci s kůžemi? A je možné na základě přítomnosti zubních kazů mezi lovci sběrači a přechodovými společnostmi odhadovat postavení jedince? Toto byl jen příklad problémů a otázek, které mohou provázet pokusy o hodnocení socioekonomického postavení na základě stravy u relativně krátkého prehistorického úseku našich dějin. Každé prehistorické, historické i moderní období má své specifické potíže týkající se stravy, se kterými je potřeba pracovat. Pro příklad: Měli chudí jedinci ve středověku přístup k masité složce stravy? Jak se po industrializaci lišil přístup bohatých a chudých

k cukru? Při takovýchto studiích je potřeba zohlednit skutečně všechny faktory, které mohou hrát roli. To jsou často faktory specifické pro danou populaci a je proto těžké stanovit nějaká obecně platná pravidla (např. Infante & Russell, 1974; Garcia-Closas et al., 1997; Piovesan et al., 2011; Reisine & Psoter, 2001; Sheiham & Bönecker, 2008).

Kontext hygieny je spojen hlavně s recentními populacemi a etnografickým pozorováním. V retrospektivních vědách se vliv tohoto faktoru zohledňuje jen velmi těžko, nebo se nedá zohlednit vůbec. Je otázkou do jaké míry mohly minulé populace pečovat o svůj chrup a zda to měly vůbec zapotřebí. Což je opět spojeno se způsobem subsistence, kterou dané populace provozovaly (např. Arnold et al., 1956; Fejerskov, 2004; Garcia-Closas et al., 1997; Infante & Russell, 1974; Shelley et al., 1997)

Důležité je, také rozdělení zubních kazů do individuálních skupin na základě fází, ve kterých postihují zub. V tomto ohledu je hlavní oddělit iniciální kazy od kazů nabývajících různou podobu kavity (Pitts, 2001). Na jedné straně z důvodu ovlivnění životního stylu, neboť hluboké kazy mohou působit bolest, zvláště pokud přecházejí v zánět. Na druhé straně z důvodů metodologických, protože zachytit iniciální kaz je velký problém a pokud s nimi chceme skutečně pracovat, musíme použít jiné technologie a postupy než jaké jsou vhodné pro evaluaci kavity. Rozdíl je také v charakteristice dané formy kazu. Iniciální kaz nám značí přítomnost nemoci, zatímco pokročilejší fáze kazu jsou označeny jako nemoc se symptomy (Liebe-Harkort, 2011).

4 PROBLEMATIKA IDENTIFIKACE A HODNOCENÍ ZUBNÍCH KAZŮ

V kontextu informací podporujících důležitost a uživatelnost údajů, jenž nám dentice z archeologických souborů může poskytnout, je

potřeba zmínit potíže, které provázejí analýzu tohoto typu dat. Už samotná metodologie hodnocení a následného skórování zubních kazů je velmi problematická (Hillson, 2008). Nikdy nebyl stanoven žádný postup s pevně definovanými kroky evaluace, kterého by se badatelé drželi (Hillson, 2001). Tato záležitost se týká rozpoznávání zubních kazů a jejich zařazení do předem vymezených skupin, definování co je to kaz, co už nikoliv (z antropologického hlediska), způsoby hodnocení a jejich následné interpretace. Bohužel doposud měla většina badatelů svůj vlastní přístup, ve kterém si sami určovali, co bude hodnoceno jako zubní kaz. To často vedlo k přehlížení iniciálních zubních kazů (Hillson, 1996). Každý badatel, či skupina badatelů si na základě vlastní úvahy přejímali definice a metodologii od stomatologů a ty následně upravovali pro své potřeby. Je pravdou, že za dobu zájmu o dentální antropologii udělal tento sub-obor velký posun vpřed. To však nic nemění na skutečnosti, že dokud se odborníci neshodnou na jednotném, jasně definovaném postupu hodnocení a zaznamenávání dentálních patologií, tak nebude možné jednotlivé studie porovnávat a tím hledat rozdíly mezi jednotlivými populacemi ve stravování, celkovém zdraví, či sociálním postavení (např. Hillson, 1996; 2001; 2005; 2008; Karlsson, 2010; Liebe-Harkort et al., 2010; 2011; Zangooui et al., 2011). Nejde však pouze o porovnávání populací mezi sebou. Už samotná interpretace zdravotního stavu zkoumané části obyvatel může být zcela chybná. Z čehož pak vychází velkou měrou zkreslený obraz o podobě určité části tehdejší společnosti. Na to se pak nabalují další a další chybné interpretace, až je naše představa o minulosti člověka zcela zkreslena informacemi, které mohou například vycházet z toho, že badatel záměrně přehlíží iniciální kazy, neboť tento typ zubních kazů má v archeologických souborech největší zastoupení (Buikstra & Ubelaker, 1994; Ismail, 1997).

Identifikace zubního kazu v podobě kavity není problém. Dostačujícím nástrojem může být vizuální prospekce podpořená rentgenovým snímkem pro přesné určení hloubky kazu. Oproti tomu je

velký problém identifikovat iniciální kaz. Takový kaz je sice možné odhalit pouhým okem, či za pomoci zvětšovacího skla, ale pravděpodobnost je velmi malá. Navíc má iniciální kaz tři vývojové fáze, které nejsou při vizuálním hodnocení patrné (jak bylo popsáno výše). V případě stomatologů je rozhodující objevit kaz co nejdříve, aby došlo k co nejmenšímu poškození zubních tkání. Proto se v jejich klinické praxi setkáváme se snahou využívat technologické přístroje a s nimi spojené metody, které dokážou přesně a spolehlivě takovéto dentální patologie odhalit. Naopak v antropologické praxi se často setkáváme s přístupem opačným. Antropologové se iniciálním kazům záměrně vyhýbají a způsobují tak zkreslení výsledků při hodnocení dentálních souborů. Důvodem jejich přehlížení jsou jednak identifikační problémy, snadná zaměnitelnost za post-depoziční alterace, cena přístrojů vhodných pro identifikaci a také ušetřený čas.

Nejsnazší metodou pro identifikaci zubních kazů je vizuální prospekce (např. Hillson, 2001; Hopcraft & Morgan, 2005; Karlsson, 2010; Liebe-Harkort et al., 2010; 2011). Do této kategorie můžeme zařadit pozorování pouhým okem, což bývá často spojeno vyšetřením za pomoci dentální sondy. Dentální sonda pomůže odhalit zubní kaz, ale na úkor toho, že způsobí destrukci zubní tkáně (Liebe-Harkort et al., 2010). Dále použití zvětšovacích skel, optických a elektronových mikroskopů. Tyto metody se převážně používají pro hodnocení kavit. Mohou však pomoci i při identifikaci iniciálních kazů. Bohužel neodhalí jejich počáteční fáze (Hillson, 1996).

Další skupinou metod jsou rentgenové snímky (dále jen RTG). Rentgen můžeme rozdělit do několika skupin. Jak na základě výstupních dat (obyčejný snímek/ digitální snímek), tak na bázi místa odkud přístroj snímá pacienta (intra-orální; extra-orální; panoramatický). Postupy definované na základě místa odkud je pacient snímán nemají žádnou hodnotu pro antropologické studie (Naitoh et al., 1998; Rushton et al., 2001). Nejběžnější formou RTG využitelnou pro stomatology i

antropology jsou tzv. *bitewing* snímky, které dříve nabývaly podobu obyčejného snímku, zatímco v dnešní době se ukládají v digitální formě do počítače (např. Dowker et al., 2006; Hillson, 2001; Hopcraft & Morgan, 2005; Liebe-Harkort et al., 2011). Ve stomatologii se primárně jedná o snímkování z labiálních a bukálních ploch, proto se nejvíce hodí pro hodnocení kavit na oklusních a aproximálních plochách (např. Pretty, 2006; Zangooui et al., 2011). Antropolog má však možnost se zubem, či čelistí manipulovat. V jeho případě je tedy možné použít tento typ RTG pro hodnocení i jiných ploch. Bohužel je tato metoda nepoužitelná pro odhalení iniciálních kazů. Je však vhodná pro identifikaci tzv. *hidden caries*, které vznikají re-mineralizací tkání zubní korunky (Ismail, 1997). Další metodou je mikro-tomograf pracující na bázi strukturálního zobrazování v podélné ose jen s tím rozdílem, že je schopen zobrazovat řezy po mikrometrech. Výhodou je také možnost zobrazovat minimální rozdíly v koncentraci minerálních látek v určité oblasti zubu (Zangooui et al., 2011). V budoucnu bude mikro-tomograf znamenat preciznější, rychlejší a spolehlivější možnosti hodnocení zubních kazů. V dnešní době je však největší překážkou jeho cena. Výbornou metodou je tzv. *Transverse microradiography* (TMR), jež je široce přijímanou technologií pro investigaci de- a re- mineralizace tvrdých tkání dentice (Dowker et al., 2006). Tyto metody jsou primárně využívány *in vivo*. Další je technologie podélné mikro-radiologie (*Longitudinal Micro Radiography* – LMR), která byla vytvořena speciálně pro účely antropologie a forenzních věd. Je založena na destrukci zubu, ze kterého je potřeba pro analýzu část extrahovat. Další technologií *Tuned Aperture Computed Tomography* (TACT). Původně byla navržena k *in vitro* kontrole, zda studenti stomatologie dokázali správně odhalit zubní kaz. Údajně dokáže odhalit a ve 3D projekci zobrazit jakékoliv dentální anomálie a patologie (Zangooui et al., 2011). Zatím není známá aplikace této technologie v kontextu retrospektivních věd. Není tedy jasné, do jaké míry dokáže rozlišit mezi diagenetickými a patologickými změnami na zubních tkáních. *Computer Aided Radiographic Method* (CARM) funguje na stejném principu, jako

metody předcházející. Rozdíl je ve způsobu analýzy dat, kdy vyhodnocování provádí počítač. Ten naskenovanou tkáň srovná s rozsáhlou stomatologicko-patologickou databází a vybere tu nejvíce podobnou. Databáze neobsahuje data o diageneticky alterovaných zubních tkáních. Aplikovatelnost na archeologické soubory je tedy možná až v okamžiku co se databáze rozšíří pro naše účely. Poslední technologií pracující na bázi rentgenového záření je *Terahertz Pulse Imaging* (TPI). Využívá terahertzové neionizované impulzy radiace. Není však tak citlivý jako ostatní přístroje pracující na bázi RTG (např. Dowker et al., 2006; Pretty, 2006; Zangoeei et al., 2011). Všechny tyto přístroje mají výborné technické možnosti pro odhalování iniciálních zubních kazů ve viditelné i skryté fázi. U většiny z nich je však použitelnost pro antropologické analýzy velmi nízká.

Zajímavou technikou je *Caries indicator dyes*. Zmiňuji ji jen okrajově, neboť není příliš vhodná pro evaluaci dentálního materiálu z archeologického souboru. Jedná se o speciální barvivo, které ve sto procentech případů odhalí demineralizaci zubních tkání. Problém je, že na základě této metody již nedokážeme rozpoznat, zda se jedná o demineralizaci způsobenou kazem, nebo aktivitou půdních bakterií (Zangoeei et al., 2011). Pokud bychom tedy chtěli aplikovat tuto metodu do antropologie, museli bychom ji používat v kooperaci s dalšími metodami. Ty by potvrdily, o jaký typ demineralizace se jedná, popřípadě její rozsah a hloubku.

Následující skupina metod evaluace zubního kazu využívá různé škály světelných hodnot pro nasvícení a zobrazení demineralizace zubních tkání. První z nich je tzv. *Fiber optic transillumination* (FOTI). Pracuje na bázi vyzařování světelných fotonů na zubní plochu a hodnocení ztmavení jednotlivých jejích částí, neboť zubní kaz je do jisté míry schopen pohlcovat a lámat světlo. Proto pokud je přítomna demineralizace, tak vznikají snadno patrné šedé skvrny na sklovině a oranžovohnědé na dentinu. V nedávné době byla tato metoda upravena

do digitální podoby: *Digital Imaging Fiber Optic Transillumination* (DIFOTI). Práce je naprosto shodná jako u starší verze jen s tím rozdílem, že přístroj obsahuje malou kameru, která snímá osvětlený zub a data zobrazuje prostřednictvím počítače (např. Hillson, 2001; Ismail, 1997; Karlsson, 2010; Pretty, 2006; Zangooui et al., 2011). Do této skupiny lze zařadit i *Quantitative light induced fluorescence* (QLF). Je založena na intenzivním modrém světle vyzařovaného na zubní tkáň, která na základě minerálního složení modré světlo pohlcuje a vyzařuje světlo zelené. Různé spektrum zeleného světla na základě přítomnosti minerálních látek v tkáni. Přístroj by měl být schopen odhalit iniciální kazy a malé kavity lépe než vizuální vyšetření (Zangooui et al., 2011). Obdobnou metodou *Laser induced fluorescence* pracující s červeným světlem o vlnové délce 655nm na základě kterého rozeznáváme mezi zdravou a poškozenou zubní tkání (Alwas-Danowska et al., 2002). Tato technologie prodělala několik úprav na základě, kterých vznikly přístroje speciálně upravené pro evaluaci jednotlivých částí zubu (Angnes et al., 2005).

Následuje metoda založená na faktu, že každá látka má určité fyzikální vlastnosti, které určují její elektrickou vodivost (Zangooui et al., 2011). Touto metodou je *Electronic conductance measurement* (ECM). Samotné testování probíhá tak, že jednu speciální sondu umístíme na testovanou plochu (hrbolek, nebo fisuru). Pustíme do ní slabý elektrický impuls a senzorem (železná tyč) vloženým pacientovi do ruky zjistíme vodivost. Zdravá zubní tkáň není sama o sobě téměř vůbec vodivá (dentin je vodivější než sklovina). Demineralizovaný prostor je však vyplněný kapalinou, která je vodivá více než zubní tkáň. Na základě změřeného proudu tedy dokážeme určit stupeň demineralizace tkání (Pretty, 2006).

Posledním způsobem hodnocení zubních kazů je použití ultrazvukových technologií. Ty dokážou proniknout jakoukoliv plynnou, kapalnou i pevnou látkou., přičemž se některé zvukové vlny odrážejí od

dané látky zpět. Množství odražených vln je dáno fyzikálními vlastnostmi materiálu, kterým ultrazvuk proniká. Toto vlnění se odráží k přístroji, z něhož byly vyslány a na základě jejich množství počítač zobrazí přesnou podobu zubních tkání. Při testování této metody badatelé dosáhli hodnot „sensitivity“ 1.0 a „specificity“ 0.92 (Pretty, 2006). Většina těchto studií byla provedena na zubech *in vitro*, což dává dobré možnosti pro využití při analýzách archeologických souborů.

Předchozím textem jsem směřoval k problému, kterým je zcela odlišné pracovní prostředí stomatologů a antropologů. Jedná se o zázemí, technologie, metodologie, vzdělání/zkušenosti, soubory se kterými pracují atd. Tyto faktory můžeme rozdělit do několika skupin:

- 1) Zázemí stomatologů je vystavěno na faktu, že se nejčastěji setkávají s živými jedinci. Jejich primárním účelem je tedy odhalit zubní kaz co možná nejdříve, zastavit demineralizaci a tím zachránit co nejvíce zdravé zubní tkáně pacienta. Je logické, že na péči o pacienty bude vyhrazeno více prostředků než na antropologické výzkumy. Konec konců sami pacienti za tuto léčbu musí platit. Tím vzniká značný rozdíl mezi stomatology a antropology v možnostech kde, jak a s čím pracovat.
- 2) Faktor technologie je do jisté míry silně provázaný s prvním faktorem. Práce s živými pacienty, větší motivace, finanční podpora umožňují stomatologům nákup a práci s moderní technologií na odhalování zubních kazů, kterou si antropolog ve své praxi většinou nemůže dovolit.
- 3) Z metodologického hlediska je podstatné zmínit odlišné přístup stomatologa k zubnímu kazu, než má antropolog. Antropolog si jen ve velmi málo případech může dovolit při vyšetření poškodit zub, neboť to znamená ztrátu informace a nemožnost opakovaného vyšetření. Zatímco stomatolog ve své praxi zub, nebo zubní plochu klidně poškodí, zub vybrousí a vyplní, čímž zub ošetří. Jako příklad uvádím vyšetření dentální sondou, které

spočívá v poškození zubní tkáně. Proto je dentálními antropology odmítána.

- 4) Stomatolog na rozdíl od antropologa mnohem častěji pracuje se zubními kazy. Je to v podstatě jedna z hlavních oblastí zájmu každého stomatologa. Zatímco antropologů pracujících výhradně s denticí je velmi málo. Natož pak výhradně se zubními kazy. Z čehož vyplývá větší zkušenost stomatologa při evaluaci zubních kazů.
- 5) Avšak i bez ohledu na obor, ve kterém se badatel pohybuje, nebo v jakém byl vzdělán, jsou zkušenosti s určitým typem materiálu a jeho hodnocením zcela rozhodující.
- 6) Pokud jde o materiál, stomatolog nemá žádné zkušenosti s diagenetickými změnami na dentici. Zatímco antropolog se s ní setkává velmi často. To může mít za následek dvě možnosti. Stomatolog bude nadhodnocovat množství zubních kazů, neboť bude zabarvení zubních tkání vzniklé diagenetickými faktory považovat za zubní kazy. Nebo antropolog se bude záměrně vyhýbat hodnocení iniciálních kazů z obavy jejich záměny za diagenetické alterace. Ani jedna z těchto možností není v pořádku a vytváří chybné interpretace života minulých populací.

Zmínil jsem zde jen několik faktorů a metod detekce a hodnocení zubních kazů. Jistě existují další. Nicméně tento výčet je dostačující pro upozornění na problematiku samotného přístupu k práci s dentálním materiálem minulých populací. Hlavním cílem stomatologa jsou živí pacienti, a pokud se zajímá o minulé populace, tak mu schází antropologické a archeologické vzdělání. Na druhé straně antropolog nemá, tak velké vzdělání v oblasti dentálních patologií, jako mívají stomatologové a může se tak snadno dopustit chyb. Ideální by bylo vytvoření určitého oborového mezistupně, jakým bývají dentální antropologové. Není mi však známo, že by oficiálně takový obor existoval

a odborníci, kteří se chtějí věnovat této problematice, to musí zvládnout samostudiem. Samozřejmě existují badatelé s vystudovanou antropologií i stomatologií, což je patrně nejlepší možnost, která je však velmi náročná. Pokud se tedy přeneseme přes problematiku vzdělání, zkušeností a metodologie, tak zde stále zůstává v dnešní době téměř neřešitelný problém finančních možností. Protože studium minulých populací si jen těžko může pro své vědecké záměry dovolit drahé technologie. Nyní hovořím v kontextu České republiky. V jiných státech je situace značně lepší. Tyto země by nám mohli být příkladem k uvědomění si faktu, že i život populací minulosti by mohl být důležitý pro život nás a našich současníků.

5 CÍL

Cílem diplomové práce je hodnocení shody v identifikaci zubního kazu mezi výzkumníky pocházejícími z odlišných vědních oborů, tj. z osteologie a ze stomatologie. Důvodem je předpoklad, že představitelé dvou různých vědeckých disciplín budou hodnotit stejný jev, jinými způsoby a s jinými výsledky. Jelikož je kazivost zubů centrem předních bioarcheologických studií, upozorňuji touto cestou na problematiku využitelnosti dat získaných metodou vizuální evaluace dentálních patologií a možnosti jejich interpretace minulých populací. V první části práce hodnotím shodu v určení kategorie zubu a jeho zařazení do horní či dolní čelisti. Ve druhé části shodu při určování typu, rozsahu a hloubku zubního kazu. Ve třetí hodnotím jistotu, s jakou jednotliví badatelé provedli hodnocení každé zubní plochy daného zubu. Otázkou je, zda se bude shoda v jednotlivých krocích lišit mezi badateli uvnitř jednoho oboru a mezi obory. Dále zda budou stomatologové nadhodnocovat a antropologové podhodnocovat přítomnost zubního kazu (na základě zkušeností s diagenetickými vlivy, z toho plynoucí nehodnocení iniciálních kazů). Naopak u stomatologů předpokládáme, že stomatolog nemá

zkušenosti se zuby alterovanými diagenetickými procesy. Proto v jeho případě existuje vyšší pravděpodobnost záměny zbarvení zubní tkáně vlivem post-depozičních procesů za zubní kaz. Na závěr bude vytvořen kontrolní soubor sestávající se z rentgenových snímků pro srovnání a ověření hodnocení přítomnosti a rozsahu zubních kazů pozorovaných jednotlivými badateli.

6 MATERIÁL

Zkoumaný soubor se skládá z 233 permanentních izolovaných zubů (patrně: 83 řezáků, 45 špičáků, 51 třenových zubů, 54 stoliček) nalezených při výzkumu středověkého a novověkého špitálního hřbitova Plzeň „U Zvonu“. Na této lokalitě proběhl v souvislosti s chystanou výstavbou nové budovy Západočeské galerie záchranný archeologický výzkum uskutečněný Západočeským muzeem v Plzni. Archeologický výzkum se uskutečnil v letech 2010 a 2011 a byla při něm odhalena část špitálního kostela sv. Máří Magdaleny a také část přilehlého hřbitova. Osteologický soubor je reprezentován 218 pohřbenými jedinci, na kterých byly provedeny základní antropologické analýzy. Soubor obsahuje 38 žen, 45 mužů a 134 indiferentních jedinců. Pokud jde o věk, zahrnuje 85 dospělých, 28 nedospělých, 3 perinatální, 6 indiferentních jedinců a 21 jedinců, u nichž nebyly zachovány žádné morfologické znaky, podle kterých by se dal odhadovat věk (Galeta et al., 2013). Vedle hrobů s kompletními pohřby, bylo na lokalitě velké množství izolovaných kostí. Přítomnost těchto kostí je pravděpodobně způsobena historicky doloženými přestavbami, požáry a povodněmi, které zde proběhly za dobu existence špitálního areálu, ale i po jeho zrušení.

Samotný soubor permanentních izolovaných zubů použitých pro tuto práci byl vybírán na základě několika kritérií:

- 1) Obrus na okluzních plochách laterálních zubů nesmí přesáhnout hodnotu B_1 na horní čelisti a hodnotu A na dolní čelisti dle Lovejoy (1985).
- 2) Na incizálních hranách frontálních zubů je tolerován obrus do stádia D na horní čelisti a do stádia C na dolní čelisti dle Lovejoy (1985).
- 3) Aproximální obrus by neměl být přítomný vůbec.
- 4) Stejně tak nesmí být hodnoceny zuby s odštípnutými částmi skloviny, či jiné zubní tkáně.
- 5) Na zubu nesmí být přítomen zubní kámen, který by mohl omezovat možnosti objektivního vizuálního hodnocení zubních kazů.
- 6) Zubní kazy přítomné v daném souboru se mohou svým rozsahem pohybovat od iniciálních kazů až po destrukci většiny korunky.
- 7) V souboru mohou být přítomny zuby s dentální hypoplázií.
- 8) Zub by měl mít zachovaný celý kořen. Tolerovaná zachovalost je přibližně do $2/3$ jeho délky (vztaženo k rozměrům korunky).
- 9) Hodnocené zuby mohou být do jisté míry alterovány post-depozičními vlivy (v rozsahu od zbarvení zubních tkání po jejich mírné poškození).

Za účelem zohlednění více faktorů, které mohou ovlivnit badatelovo hodnocení, byly do souboru zapojeny:

- 1) Celkově zdravé a nijak nepoškozené zuby.
 - 2) Zdravé zuby, ale alterované post-depozičními procesy
 - 3) Dentice s přítomnými zubními kazy bez alterace post-depozičními vlivy.
 - 4) Dentice s přítomnými zubními kazy s výskytem post-depoziční alterace.
- S možností vstupu dentální hypoplazie do tohoto schématu.

6.1 Historie

Špitální areál s kostelem na lokalitě Plzeň „U Zvonu“ byl založen roku 1320 plzeňským měšťanem a radním Konrádem z Dobřan. O rok později byl kostel vysvěcen pražským světícím biskupem Přibislavem (Strnad, 1981) a patrně začalo i pohřbívání v jeho nejbližším okolí. Umístění špitálního areálu na Plzeňském předměstí mělo za následek jeho opakované zničení v průběhu historie. Poprvé byl vypálen v roce 1433 při obléhání Plzně husity (Hejnic & Polívka, 1987). Podruhé došlo k požáru v roce 1507 (Strnad, 1883). Do třetice byl areál vypálen 30. září 1618, kdy Plzeňané preventivně spálili celé Pražské a Špitálské předměstí z obavy přicházejících vojsk Arnošta hraběte Mansfelda (Bělohlávek, 1965). Lokalita byla také mnohokrát ohrožena záplavami, které jsou zde doloženy v letech 1601, 1752, 1784, 1845, 1860, 1862 a 1890. Špitální kostel byl zrušen již v roce 1783 a o rok později z hygienických důvodů i hřbitov (Martinovský et al., 2004). Areál byl posléze zbořen a na jeho místě probíhaly různé přestavby až do roku 2002 (Schiebl, 1918), kdy byla celá lokalita zasažena povodní a zničena (Martinovský et al., 2004). Na lokalitě také proběhly v minulosti dva archeologické výzkumy. První v roce 1946 (Mencl, 1946) a druhý v roce 1999.

7 METODY

Primárním metodologickým cílem empirických výzkumů je vytvořit systematické objektivní pozorování, které může být opakovatelné. V řadě vědních disciplín zabývajících se hodnocením metrických i nemetrických znaků se odborníci dříve, nebo později střetnou s problémy, které představují systematické a náhodné chyby vzniklé při jejich hodnocení. Tato chyba se může projevit při opakovaném hodnocení (intra-observační

chyba), či při hodnocení stejného jevu mezi více pozorovateli (inter-observační chyba). Výzkum shody hodnocení se nejvíce uplatňuje v experimentálních vědách, kde je zvláště kladen důraz na přesnost (Garpert & Last, 2005; Kiserund et al., 1999; Sim & Wright, 2005). Dále například v technických oborech (Alwas-Danowska et al., 2002; Keller et al., 2003) a v dalších přírodovědných disciplínách (Palmerim, 1998).

V retrospektivních vědách jako je fyzická antropologie a archeologie se badatelé setkávají s problémy týkající se přesnosti a spolehlivosti metod založených zejména na morfoskopickém pozorování. To podléhá daleko více subjektivnímu pohledu než hodnocení metrické (např. Bruzek et al., 1994; Bruzek, 1996). Metody hodnocení intra- a inter- observačních chyb jsou aplikovány hlavně u testování nových metodologických postupů, kdy se rozdíly projevují při testování spolehlivosti dané metody v jiném souboru, než ve kterém byla vytvořena. Při testování jinými výzkumníky se přesnost metody často snižuje. Tyto chyby mohou mít původ ve čtyřech faktorech:

- 1) Stav (kvalita) studovaného materiálu
- 2) Definice měrných bodů a měření samotného
- 3) Přesnost přístrojů
- 4) Chyba člověka při čtení nástrojů a zaznamenávání měření, popřípadě při vizuálním hodnocení materiálu (Bruzek et al., 1994).

7.1 Analytické metody

Celkový počet 233 izolovaných zubů byl hodnocen celkem čtyřmi badateli. Jedná se o dva klinické stomatology s dlouholetou odbornou a pedagogickou praxí. A o dva dentální antropology, první s velkými zkušenostmi s osteologickým materiálem a druhým začátečníkem. Každý z badatelů hodnotil soubor dvakrát po sobě v minimálním rozestupu dvou

týdnů. Samotné hodnocení bylo rozděleno do tří po sobě pevně jdoucích krocích:

- 1) Nejprve badatel určil, o jaký typ zubu se jedná a zda je z horní nebo dolní čelisti (*mandibula x maxilla*).
- 2) Následně hodnotil jednotlivé zubní plochy na přítomnost a rozsah zubního kazu v pořadí: korunka zubu, kořen zubu a sklovino cementový přechod (dále jen SCP).
- 3) Po evaluaci zubních kazů každý badatel zaznamenal jistotu, s jakou hodnotil dané plochy.

Hodnocení se zapisovalo pro každý zub zvlášť do předem připraveného záznamového archu vytvořeného v Microsoft Excel (Tabulka 1). Přičemž každý evaluační krok měl svá vlastní definovaná pravidla. Určení typu zubu se zaznamenávalo malým písmenem „x“ do protokolu, kde byla pro každý permanentní zub připravena jedna specifická buňka. Odhad přítomnosti a rozsahu zubního kazu byl rozdělen do tří částí. V první se hodnotila oblast korunky zubu, kde byl použit numerický systém v rozsahu od 0 do 7, kdy 0 značí zdravý zubní povrch a 7 absenci velké části, nebo celé korunky v důsledku zubního kazu. Tento jev je poměrně dobře postihnutelný, neb na okrajích zbytků korunky, či SCP musí být patrná demineralizace. Nesmí tam být ostré lomy, ani odštípnuté části. Pokud budou sledována a dodržena tato kritéria, tak by nemělo být pochyb o destrukci korunky z důvodu rozsáhlého zubního kazu. Je velmi nepravděpodobné, že by tuto destrukci mohly způsobit post-depoziční procesy a přitom by kořen zůstal zcela zachovaný. Stejný postup hodnocení byl zvolen i při hodnocení kořene a sklovino cementového přechodu. Při evaluaci SCP hodnoty opět nabývaly rozsahu 0 – 7. Zatímco při hodnocení zubního kořene se hodnoty pohybovaly pouze v rozsahu 0 – 5. Tato redukce je dána hlavně absencí skloviny na kořenu a vyloučení možnosti destrukce celého, či většiny zubního kořene působením bakterií mikroflóry dutiny ústní. Stále platí, že 0 je zdravý povrch a čím vyšší hodnota, tím více poškozená zubní tkáň. Všechny

hodnoty jsou popsány v Tabulce 2. Hodnocení kazu podle jednotlivých zubních tkání bylo učiněno na základě několika faktorů:

- 1) Všechny tkáně zařazené do samostatných skupin mají odlišné histologické složení a tedy i odlišné vlastnosti a možnosti odolat působení kyselin vzniklých kvasnými procesy v zubním plaku.
- 2) Každá z tkání má vzhledem k umístění na zubu a vystavení působení mikroflóry dutiny ústní jiný faktor ohrožení zubním kazem měnící se v průběhu věku jedince.
- 3) V neposlední řadě znamená vytvoření těchto tří skupin značné ulehčení a systematizaci celkové evaluace. Neboť SCP skupina může obsáhnout tzv. přechodové kazy, které se vyskytují jak na korunce, tak na kořenu.

Ve třetím kroku každý badatel zaznamenal do protokolu, s jakou jistotou hodnotil danou zubní plochu. Zde byla použita numerická škála v rozsahu 0 – 4 (Tabulka 3), kdy 0 značí naprostou jistotu zdravého povrchu a 4 absolutní jistotu přítomnosti zubního kazu na hodnocené ploše. Hlavně nás zajímala jistota, s jakou jednotlivý badatelé budou hodnotit zubní kazy a do jaké míry se bude jejich jistota v tomto ohledu podobat, či lišit. Toto téma nemá přímý vliv na kvalitu prací hodnotících dentici, či jiné části skeletu minulých populací. Jedná se spíše o sledování zajímavého fenoménu, který může mít určitou vypovídací hodnotu o zkušenostech jednotlivých badatelů s daným materiálem, či zkušenostech v oboru.

Samotné hodnocení dentálního materiálu probíhalo pouze vizuálně bez pomoci zvětšovacích skel, optických, elektronových mikroskopů a dentální sondy. Tendence byla taková, aby všichni badatelé měli stejné, nebo alespoň velmi podobné podmínky. To spočívalo v hodnocení za přirozeného světla, popřípadě kombinaci přirozeného a umělého. Na evaluaci každé plochy musel být vyhrazen dostatečný čas, aby nedošlo k přehlédnutí kazu. Časový harmonogram byl navržen tak, aby na každou hodnocenou plochu bylo alespoň 30 vteřin. To znamená, že na evaluaci

celého zuby bylo potřeba 6,5 minuty. Celkový čas by tedy odpovídal 1514,5 minuty, což je v podstatě jeden celý den. Doba věnovaná hodnocení jednoho zuby však nebyla kontrolována a bylo to ponecháno na úsudku každého odborníka zvlášť. Badatelé také museli být dostatečně odpočatí a fit, aby nedocházelo ke zbytečným chybám z nepozornosti a podobně. Všechna kritéria musela být splněna v obou případech hodnocení.

Celý soubor izolovaný zubů byl také zrentgenován za účelem vytvoření kontrolního souboru pro srovnání hodnocení badatelů a stavu, který zachytí rentgen. Tento kontrolní soubor nakonec obsahuje pouze 38 zubů, což bylo způsobeno hlavně vyřazením snímků zdravých zubů a nečitelností některých dalších. Smyslem tohoto kontrolního souboru je tedy obsáhnout zuby, u kterých jsou na RTG snímcích jasně patrné zubní kazy v podobě kavity. Všechny zuby byly snímkovány pouze z jedné plochy pro ověření nejasných ploch s ohledem na přítomnost zubního kazu. Přičemž pokud existovala možnost přítomnosti zubního kazu například na distální ploše, tak snímek byl pořízen z vestibulární, či orální plochy (pokud propojíme kavitu s místem průniku bakteriální mikroflóry do zuby, získáme přímkou a RTG snímek musí vytvářet kolmici na tuto přímkou). Důvodem je následné snazší čtení snímku, neboť pokud by se to neudělalo tímto způsobem, kavita nemusí být na snímku vůbec rozpoznatelná. Základními jednotkami tohoto hodnocení tedy byla zubní plocha s podezřením na zubní kaz a hodnocení dané plochy jednotlivými badateli. Toto hodnocení tedy není zaměřeno na hodnocení přítomnosti zubních kazů na celých zubech, ale na to do jaké míry se budou badatelé shodovat s RTG snímkem v zcela zjevných i problematických případech napadení konkrétní zubní plochy zubním kazem. Samotné rentgenování proběhlo ve Fakultní nemocnici Plzeň Lochotín za využití přístroje RVG Sensor, typ Ez Sensor 1.5 Vatech. Práci s rentgenovým přístrojem jsem po krátkém zaškolení prováděl já sám.

7.2 Statistické metody

Pro statistické hodnocení získaných dat byly vybrány tři alternativy statistické metody kappa. Tato metoda byla vytvořena v roce 1960 Jacobem Cohenem. Svým charakterem je vhodná pro práci s nominálními, ale i ordinálními daty. V tomto ohledu ji rozdělujeme na neváženou: *Cohen Unweight kappa* (Cohen, 1960) a váženou: *Cohen Weighted kappa* (Cohen, 1968). Od doby jejího vytvoření prodělal několik inovací a změn i v režii jiných badatelů, než byl právě Cohen. Jedna z těchto modifikací bude použita i v této práci: *Fleiss kappa* (Fleiss, 1971).

Statistické analýzy byly na základě použitých metod rozděleny do tří kroků:

- 1) Nejprve byla použita Cohenova Nevážená kappa (*Cohen Unweight kappa*) pro účely vyhodnocení shody, mezi jednotlivými badateli v určování z jaké čelisti dané zuby pocházejí a hodnocení přítomnosti zubních kazů na jednotlivých zubních plochách. Samotná metoda pracuje na bázi párového srovnání všech hodnot mezi všemi badateli. To znamená, že musíme srovnávat získaná data formou „každý s každým“ (tj.: 1. – 2., 1. – 3., 1. – 4., 2. – 3., 2. – 4., 3. – 4.) pro zjištění inter-observační shody. Pro zjištění intra-observační shody srovnáváme první a druhé hodnocení jednoho badatele (např. Carletta, 1996; Jakobsson & Westergren, 2005; Landis & Koch; 1977; Koch et al., 1977; Naitoh et al., 1998; Schuster, 2004; Viera et al., 2005).
- 2) Jako druhou jsem použil Cohenovu Váženou kappu (*Cohen Weighted kappa*) pro posouzení dat získaných z určování typů zubů, přítomnosti zubních kazů a jejich rozsahu na jednotlivých plochách, vyhodnocení jistoty s jakou badatelé prováděli daná hodnocení, ale také pro vyhodnocení shody mezi badateli a

RTG snímky z kontrolního souboru. Tato metoda pracuje stejným způsobem jako předchozí statistická metoda s tím rozdílem, že jednotlivým rozdílům mezi určenými hodnotami připisuje různé subjektivně stanovené váhy (Jakobsson & Westergren, 2005). Hodnoty pro jednotlivé váhy přikládám pro jejich objemnost a nepřehlednost ve formě příloh (Tabulka 4, 5, 6). Váhy pro určování typu zubu nabývají nelineárních hodnot (Tabulka 4), neboť bylo potřeba zohlednit rozdíl při zařazení zubu do horní či dolní čelisti mezi badateli, což lineární váhy neumožňují. Například když první badatel určí zub jako první horní řezák a druhý badatel jako druhý horní řezák, tak chyba má menší váhu než, když první badatel označí zub jako první horní řezák a druhý badatel jako třetí dolní stoličku. V uvedeném případě se jedná o největší možnou chybu a proto má nejvyšší váhu, neboť každý zub má přiřazenou hodnotu a rozdíly mezi jednotlivými hodnotami značí váhu chyby dané evaluace. Naopak při hodnocení zubních kazů byly použity váhy lineární (Tabulka 5). Kdy s rozsahem zubního kazu roste i hodnota váhy, která byla danému kazu přisouzena. Příkladem může být hodnocení, kdy první badatel označí zubní plochu jako zdravou (hodnota 0) a druhý badatel plochu označí jako přítomný iniciální kaz (hodnota 1). Rozdíl mezi hodnotami je 1 což značí i váhu chyby hodnocení. Zatímco, když první badatel ohodnotí plochu jako zničenou z důvodu přítomnosti zubního kazu (hodnota 7) a druhý badatel jako zdravou plochu (hodnota 0), rozdíl je 7, což značí největší možnou váhu. Stejně bylo přistupováno k váhám při hodnocení jistoty, jen s tím rozdílem, že váhy nabývají hodnot od 0 – 4 (Tabulka 6). Největší váhu bude mít rozdíl, když první badatel zaznamená váhu 0 a druhý váhu 4, zatímco nejnižší váhu bude mít například rozdíl mezi výrokem 0 a 1 (např. Bland & Altman, 1986; Lin et al., 2002; Nevill & Atkinson, 1997; Palmerine, 1998).

3) Jako poslední statistická metoda byla použita Fleissova kappa (*Fleiss kappa*), jež pomohla vyhodnotit shodu mezi všemi badateli najednou při určování typů zubů. Srovnává tedy všechny hodnoty v určité skupině dat mezi sebou. Tato metoda v podstatě obchází nutnost párového srovnávání získaných dat. Což je na jednu stranu výhoda, neboť srovná všechna data mezi sebou a výsledná hodnota nám říká, do jaké míry se spolu shodli všichni čtyři badatelé ve svých výrocích. Na druhé straně za pomoci této metody není možné srovnat pouze dva badatele ze čtyř mezi sebou (Fleiss, 1971). K těmto účelům nám však dobře poslouží metody uvedené výše.

Ze všech v této práci použitých statistických analýz jsme dostali stejné typy výsledků, normativně se skládající ze tří částí:

- 1) Výslednou hodnotu shody mezi dvěma měřeními (v tabulkách označovanou jako: „k“).
- 2) 95 % interval spolehlivosti.
- 3) Slovní popis výsledné hodnoty „k“ označený jako „Kappa“

Výsledky z metody kappa jsou statisticky signifikantní, pokud je shoda větší než 0 ($k > 0$), to znamená, že shoda je příliš velká na to, aby vznikla náhodou. V případě záporných hodnot se jedná o neshodu a platí nulová hypotéza o žádné konkordanci. Výsledná hodnota Kappa je interpretována podle tabulky ze studie Landis – Koch (1977), Tabulka 7.

Tabulka 1: Shoda dle Landis & Koch (1977)

| Kappa (k) | Síla shody |
|------------------|--------------------|
| < 0,00 | <i>poor</i> |
| 0,01-0,20 | <i>slight</i> |
| 0,21-0,40 | <i>fair</i> |
| 0,41-0,60 | <i>moderate</i> |
| 0,61-0,80 | <i>substantial</i> |

0,81-1,00

perfect

8 VÝSLEDKY

Výsledky jsou rozděleny do tří podkapitol sledujících jednotlivé oblasti hodnocení. V první části jsou uvedeny výsledky hodnocení identifikace zubu, ve druhé výsledky hodnocení přítomnosti zubního kazu a stupně jeho rozsahu a ve třetí jsou výsledky hodnocení jistoty, s jakou každý badatel prováděl jejich jednotlivá hodnocení. V každé části jsou nejprve uvedeny výsledky intra-observační shody, poté inter-observační shody.

8.1 Určení typu zubu

Tato sekce je rozdělena do tří částí, ve kterých jsou uvedeny výsledky shody určení zubů. V první části byla počítána shoda, s jakou jednotliví badatelé určili kategorii a umístění zubu v čelisti (Vážená kapa). Ve druhé části byla hodnocena shoda pouze v umístění zubu do čelisti (Nevážená kapa). Ve třetí části byla hodnocena shoda kategorie i umístění mezi všemi badateli zároveň (Fleiss kapa).

8.1.1 Shoda v řazení zubu do kategorie

a) Intra-observační shoda

Výsledky hodnocení intra-observační shody v zařazení do kategorie zubu jsou uvedeny v Tabulce 8 a Grafu 1. Shoda prvního a druhého hodnocení jednoho badatele byla velmi vysoká. Tři badatelé (Stomatolog 1, Antropolog 1, Antropolog 2) dosáhli *výborné* shody

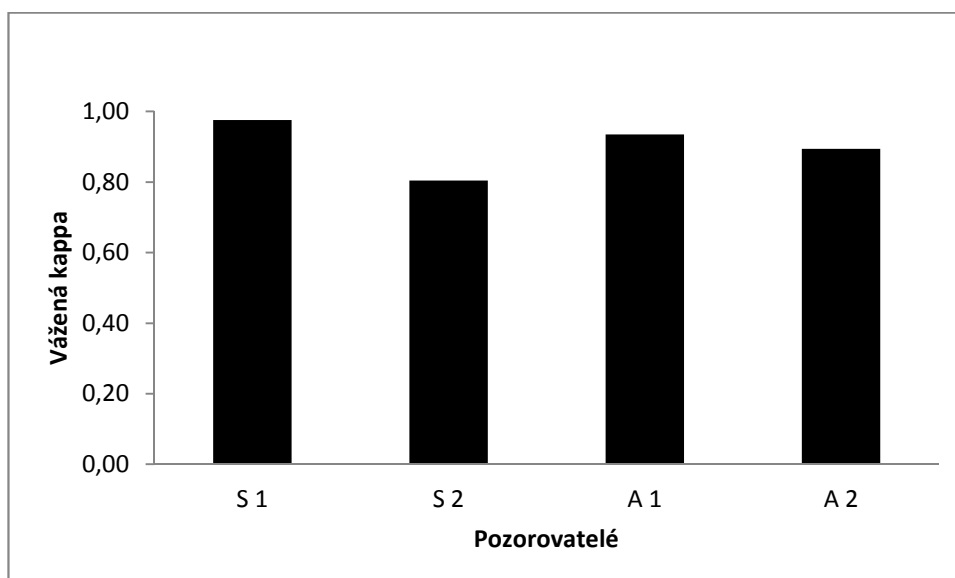
($k=0,81-1,00$) a čtvrtý badatel (Stomatolog 2) shody *podstatné* ($k=0,61-0,81$).

Tabulka 8: Intra-observační shoda pro řazení zubů do kategorií

| Pozorovatelé | k | IS | Kappa |
|--------------|-------------|--------------------|------------------|
| S 1 | 0,98 | 0,97 - 0,98 | výborná |
| S 2 | 0,80 | 0,78 - 0,83 | podstatná |
| A 1 | 0,94 | 0,93 - 0,94 | výborná |
| A 2 | 0,89 | 0,88 - 0,91 | výborná |

*S 1 (stomatolog 1), S 2 (stomatolog 2), A 1 (antropolog 1), A 2 (antropolog 2)

Graf 1: Intra-observační shoda pro řazení zubů do kategorií



b) Inter-observační shoda

Inter-observační shoda mezi badateli je uvedena v Tabulce 9 a Grafu 2 a 3. Sledování shody proběhlo ve dvou fázích. Nejprve byla sledována shoda mezi badateli v prvních hodnoceních a následně v hodnoceních druhých. V obou fázích bylo získáno šest výsledků:

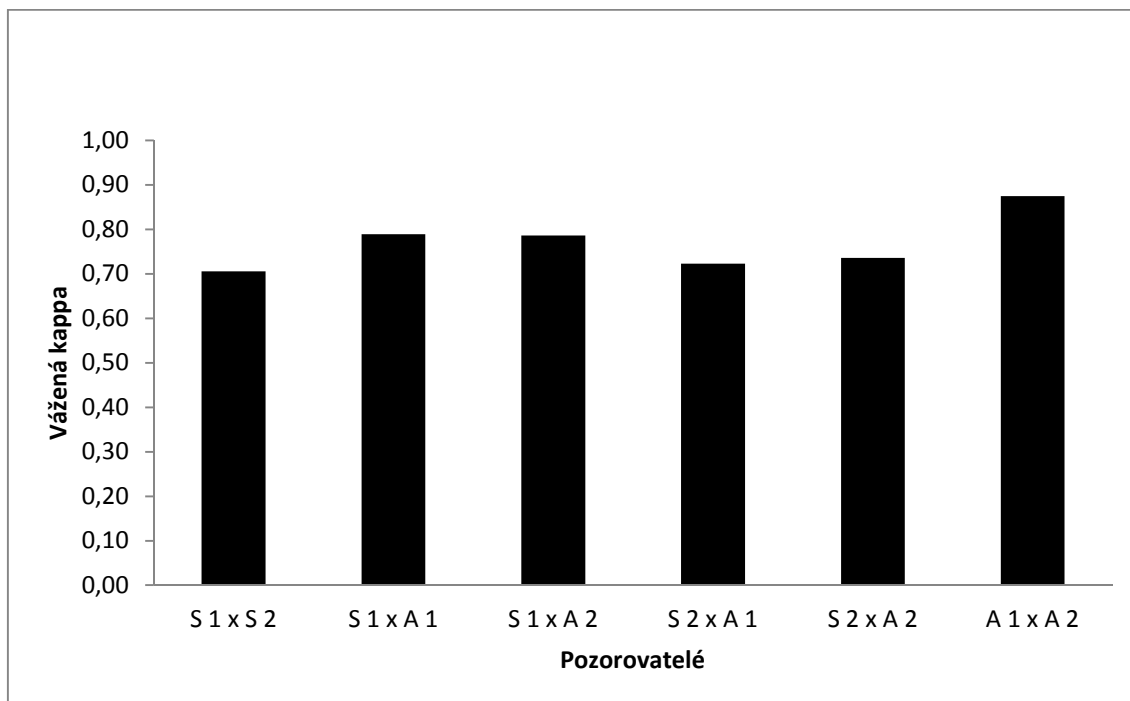
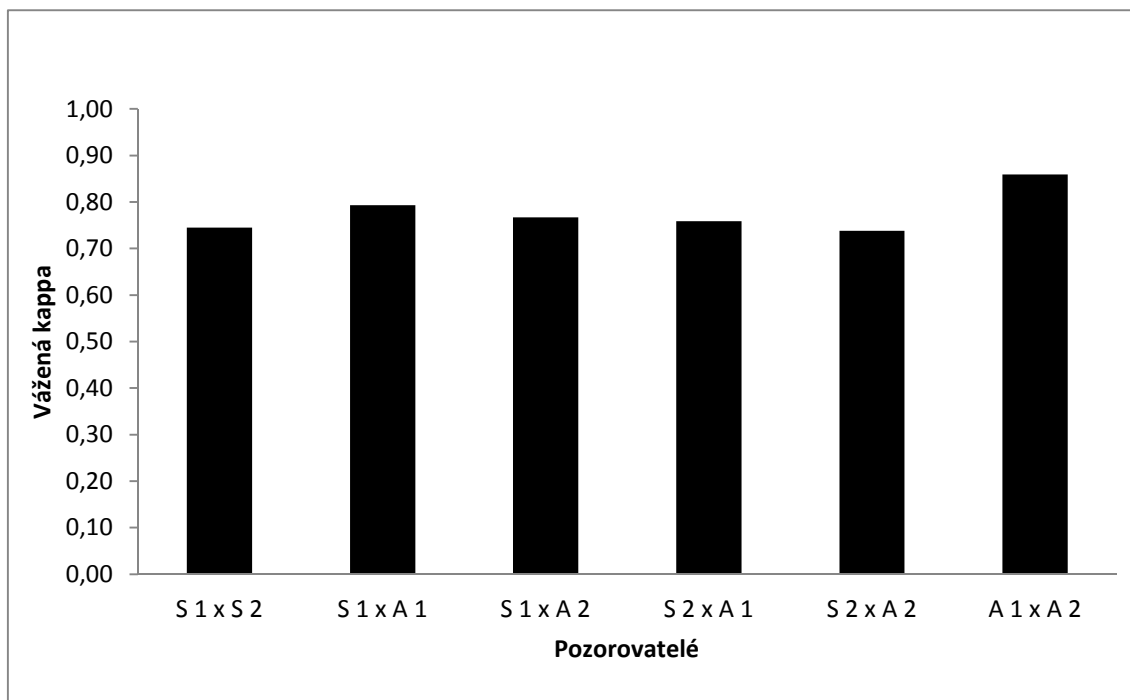
- a) Stomatolog 1 x Stomatolog 2
- b) Stomatolog 1 x Antropolog 1
- c) Stomatolog 1 x Antropolog 2
- d) Stomatolog 2 x Antropolog 1
- e) Stomatolog 2 x Antropolog 2

f) Antropolog 1 x Antropolog 2

Nyní byla dosažena shoda ($k=0,81-1,00$) pouze v případě hodnocení shody mezi Antropologem 1 a Antropologem 2 a to v prvním i druhém hodnocení. Kongruence v hodnocení mezi ostatními badateli dosáhla shodně v prvním i druhém hodnocení *podstatné* shody. Při srovnání prvního a druhého hodnocení za pomoci průměrných hodnot rozdíl dosahuje hodnoty 0,01, kdy průměrná hodnota prvního hodnocení je $k=0,77$ a druhého $k=0,78$. Při druhém hodnocení inter-observační shody bylo tedy dosaženo nepatrně lepší shody.

Tabulka 9: Inter-observační shoda pro řazení zubů do kategorií

| První hodnocení | | | | Druhé hodnocení | | | |
|-----------------|-------------|--------------------|------------------|-----------------|-------------|--------------------|------------------|
| Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa | Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa |
| S 1 x S 2 | 0,71 | 0,67 - 0,74 | podstatná | S 1 x S 2 | 0,75 | 0,71 - 0,78 | podstatná |
| S 1 x A 1 | 0,79 | 0,76 - 0,81 | podstatná | S 1 x A 1 | 0,79 | 0,77 - 0,81 | podstatná |
| S 1 x A 2 | 0,79 | 0,76 - 0,81 | podstatná | S 1 x A 2 | 0,77 | 0,74 - 0,80 | podstatná |
| S 2 x A 1 | 0,72 | 0,69 - 0,76 | podstatná | S 2 x A 1 | 0,76 | 0,73 - 0,80 | podstatná |
| S 2 x A 2 | 0,74 | 0,70 - 0,77 | podstatná | S 2 x A 2 | 0,74 | 0,71 - 0,77 | podstatná |
| A 1 x A 2 | 0,88 | 0,86 - 0,89 | výborná | A 1 x A 2 | 0,86 | 0,84 - 0,88 | výborná |

Graf 2: Inter-observační shoda pro řazení zubů do kategorií (první hodnocení)**Graf 3: Inter-observační shoda pro řazení zubů do kategorií (druhé hodnocení)**

8.1.2 Shoda v umístění v čelisti

V této části výsledků se objevil zajímavý faktor nižší shody než u určování konkrétních typů zubů, což může být způsobeno nelineárními váhami v předchozím hodnocení. Ukazuje se, že velká část rozdílného hodnocení pramení ze záměny horních a dolních špičáků a horních a dolních druhých řezáků. Tato chyba má u Vážené kappy minimální hodnotu, na rozdíl od záměny nesousedních zubů. Opět se zde objevuje zcela logický jev vyšší intra-observační shody.

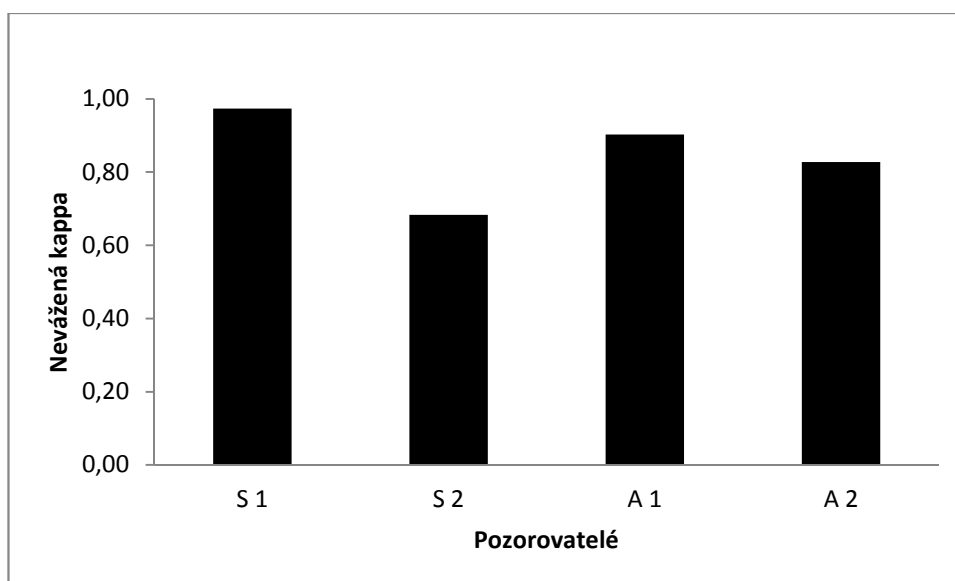
a) Intra-observační shoda

Výsledky sledování intra-observační shody jsou uvedeny v Tabulce 10 a Grafu 4. Při sledování této shody nejsou rozdíly oproti Vážené kappě příliš výrazné. I zde tři badatelé (Stomatolog 1, Antropolog 1, Antropolog 2) dosáhli *výborné* shody ($k=0,81-1,00$), zatímco poslední badatel (Stomatolog 2) dosáhl *podstatné* shody ($k=0,61-0,80$). Oproti předchozímu sledování intra-observační shody za pomoci Vážené kappy však hodnoty shody poklesly. Většinou se jedná jen o malý rozdíl (0,01–0,05), kromě Stomatologa 2, kde je hodnota rozdílu 0,12. Z hlediska rozdílu průměrných hodnot došlo při použití Nevážené kappy k poklesu shody mezi badateli o $k=0,05$, kdy při použití Vážené kappy byla hodnota $k=0,90$ a při použití Nevážené kappy shoda dosáhla hodnoty $k=0,85$.

Tabulka 20: Intra-observační shoda pro umístění zubu v čelisti

| Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa |
|--------------|-------------|--------------------|------------------|
| S 1 | 0,97 | 0,94 - 1,00 | výborná |
| S 2 | 0,68 | 0,59 - 0,78 | podstatná |
| A 1 | 0,90 | 0,85 - 0,96 | výborná |
| A 2 | 0,83 | 0,75 - 0,90 | výborná |

Graf 4: Intra-observační shoda pro umístění zubů v čelisti



b) Inter-observační shoda

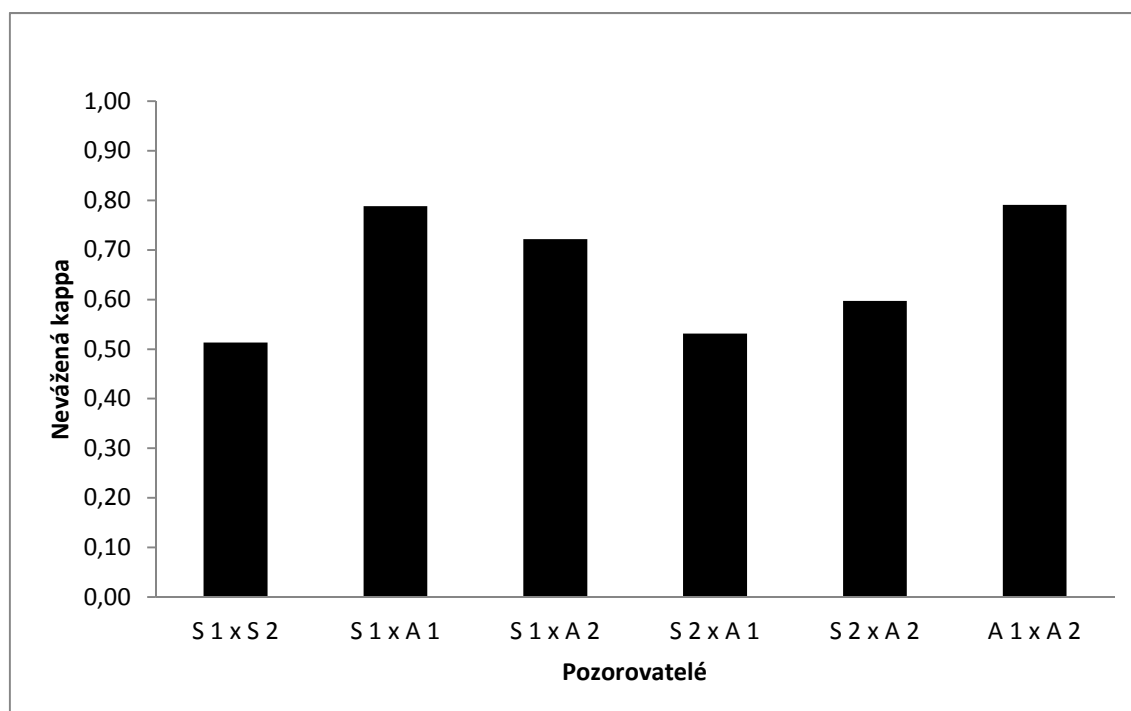
Výsledky inter-observační shody pro umístění zubu v čelisti jsou uvedeny v Tabulce 11 a Grafu 5 a 6. Sledování shody proběhlo ve dvou fázích, což je dáno dvěma hodnoceními v určitém časovém odstupu. V obou fázích bylo získáno opět šest výsledků a výsledné shody jsou znatelně nižší než u hodnocení intra-observační shody. Můžeme zde ve všech případech pozorovat jasnou tendenci nejnižší shody se Stomatologem 2. Naopak nejvyšší shodu můžeme se stejnými hodnotami pozorovat v prvním hodnocení mezi Stomatologem 1 x Antropologem 1 a Stomatologem 1 a Antropologem 2 ($k=0,79$). Ve druhém hodnocení nejvyšší shody dosahuje Stomatolog 1 a Antropolog 1 ($k=0,79$). Pokud se na výsledky podíváme obecně, tak dosahují nižších hodnot než v předchozích hodnoceních. Ani v jednom případě nebylo dosaženo *výborné* shody. V prvním hodnocení polovina výsledků dokonce dosahuje jen *průměrné* shody ($k=0,41-0,60$) a druhá polovina *podstatné* shody ($k=0,61-0,80$). Ve druhém hodnocení se shoda nepatrně zvýšila. Zlepšení shody je pozorovatelné jak na průměrných hodnotách prvního a druhého hodnocení, kdy v prvním hodnocení byla průměrná hodnota $k=0,66$ a ve druhém $k=0,67$ (rozdíl průměrných hodnot je tedy $k=0,01$).

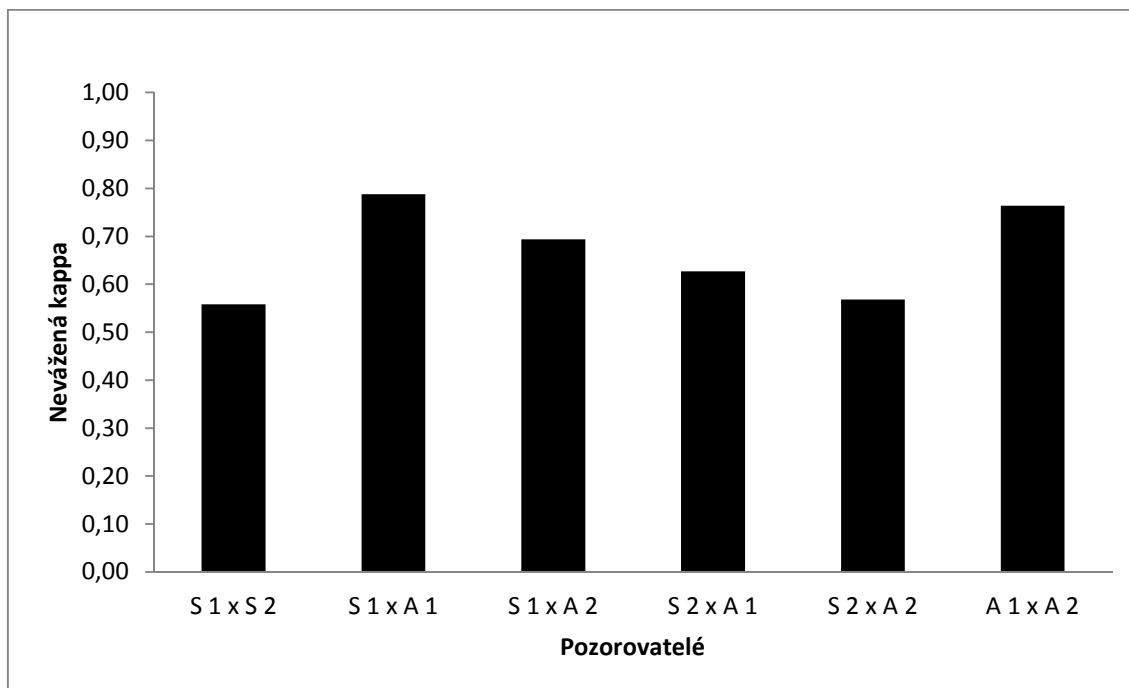
Shoda mezi Stomatologem 2 x Antropologem 1 se zvýšila z *průměrné* shody ($k=0,41-0,60$) na *podstatnou* shodu ($k=0,61-0,80$).

Tabulka 11: Inter-observační shoda pro umístění zubu v čelisti

| První hodnocení | | | | Druhé hodnocení | | | |
|-----------------|-------------|--------------------|------------------|-----------------|-------------|--------------------|------------------|
| Pozorovatelé | k | IS | Kappa | Pozorovatelé | k | IS | Kappa |
| S 1 x S 2 | 0,51 | 0,40 - 0,62 | průměrná | S 1 x S 2 | 0,56 | 0,45 - 0,66 | průměrná |
| S 1 x A 1 | 0,79 | 0,70 - 0,86 | podstatná | S 1 x A 1 | 0,79 | 0,70 - 0,86 | podstatná |
| S 1 x A 2 | 0,72 | 0,63 - 0,81 | podstatná | S 1 x A 2 | 0,69 | 0,60 - 0,78 | podstatná |
| S 2 x A 1 | 0,53 | 0,42 - 0,63 | průměrná | S 2 x A 1 | 0,63 | 0,53 - 0,72 | podstatná |
| S 2 x A 2 | 0,60 | 0,49 - 0,70 | průměrná | S 2 x A 2 | 0,57 | 0,46 - 0,67 | průměrná |
| A 1 x A 2 | 0,79 | 0,71 - 0,87 | podstatná | A 1 x A 2 | 0,76 | 0,68 - 0,85 | podstatná |

Graf 5: Inter-observační shoda pro umístění zubů do čelisti (první hodnocení)



Graf 6: Inter-observační shoda pro umístění zubů do čelisti (druhé hodnocení)

Srovnání průměrných hodnot získaných od všech badatelů při sledování míry shody s ohledem na identifikaci typu zubů a jejich zařazení do horní či dolní čelisti byl zjištěn značný rozdíl ve výsledcích. Průměrná hodnota shody v identifikaci typu zubu dosáhla hodnoty $k=0,77$ a průměrná hodnota zařazení zubu do čelisti dosáhla o poznání nižší hodnoty $k=0,66$. Rozdíl je tedy $k=0,11$. Stejný rozdíl můžeme spatřit i při srovnání prvních a druhých výsledků sledování shody při identifikaci typu zubu a jeho zařazení do čelisti, neboť v identifikaci typu zubu byly průměrné hodnoty a) $k=0,77$ a b) $k=0,78$, zatímco v zařazení zubu do konkrétní čelisti byly hodnoty a) $k=0,66$ a b) $k=0,67$.

8.1.3 Shoda v identifikaci zubu mezi všemi badateli

Jak již bylo uvedeno výše, zde se jedná o metodu schopnou vypočítat shodu mezi všemi badateli zapojenými do evaluace najednou. Není však použitelná pro výpočet intra-observační shody a proto zde sledujeme jen inter-observační shodu mezi badateli.

Výsledky inter-observační shody mezi všemi badateli jsou uvedeny v Tabulce 12. Byly provedeny dva výpočty shody, pro první a druhé hodnocení. Přičemž vzhledem k předchozím výsledkům byla předpokládána nízká shoda. To se i potvrdilo a v obou případech je výsledek roven *průměrné* shodě ($k=0,41-0,60$). Je zajímavé, že výpočty shody prvního i druhého hodnocení jsou shodné. To může značit relativní kompaktnost provedených hodnocení jednotlivými badateli.

Tabulka 12: Inter-observační shoda pro identifikaci zubů mezi všemi badateli

| První hodnocení | | | | Druhé hodnocení | | | |
|-----------------|----------|-------------|----------|-----------------|----------|-------------|----------|
| Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa | Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa |
| Všichni | 0,54 | 0,52 - 0,55 | průměrná | Všichni | 0,54 | 0,52 - 0,55 | průměrná |

8.2 Hodnocení zubních kazů

Druhým krokem hodnocení byla identifikace přítomnosti zubních kazů na jednotlivých zubních plochách a určení jejich rozsahu. Při hodnocení shody v určování zubních kazů a hodnocení jejich rozsahu byla nejprve použita Nevážená kappa a ve druhém případě byla použita Vážená kappa pro stanovení intra-observační a inter-observační shody. Zde bylo opět potřeba do hodnocení shody zapojit váhy pro jednotlivé zubní kazy a jejich rozsah. V této situaci byly použity lineární váhy, neboť je logické, že největší rozdíl musí být mezi zdravým/hladkým povrchem a zubním kazem s největším rozsahem (Tabulka 2).

8.2.1 Shoda v přítomnosti zubního kazu

a) Intra-observační shoda

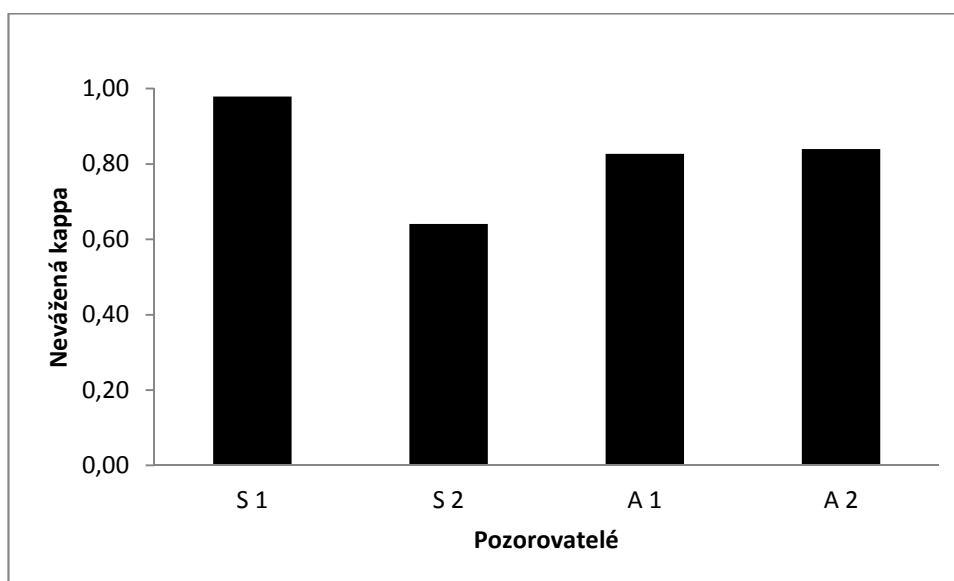
Výsledky hodnocení intra-observační shody při určování přítomnosti zubního kazu jsou uvedeny v Tabulce 13 a Grafu 7. Shoda

zde dosáhla u všech badatelů velmi dobrých výsledků, kdy se pohybují ve *výborné* shodě ($k=0,81-1,00$). Průměrným hodnotám shody v tomto hodnocení se vymykají oba stomatologové. Přičemž shoda Stomatologa 1 je $k=0,98$ s intervalem spolehlivosti $0,95-1,01$, což je *výborný* výsledek. Na druhé straně shoda Stomatologa 2 je pouhých $k=0,64$ s intervalem spolehlivosti $0,54 - 0,74$, což je *značná* shoda, ale oproti ostatním badatelům je o hodnotu $0,20$ nižší.

Tabulka 13: Intra-observační shoda pro přítomnost zubních kazů

| Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa |
|--------------|-------------|--------------------|------------------|
| S 1 | 0,98 | 0,95 - 1,01 | výborná |
| S 2 | 0,64 | 0,54 - 0,74 | podstatná |
| A 1 | 0,83 | 0,74 - 0,91 | výborná |
| A 2 | 0,84 | 0,76 - 0,92 | výborná |

Graf 7: Intra-observační shoda pro přítomnost zubních kazů



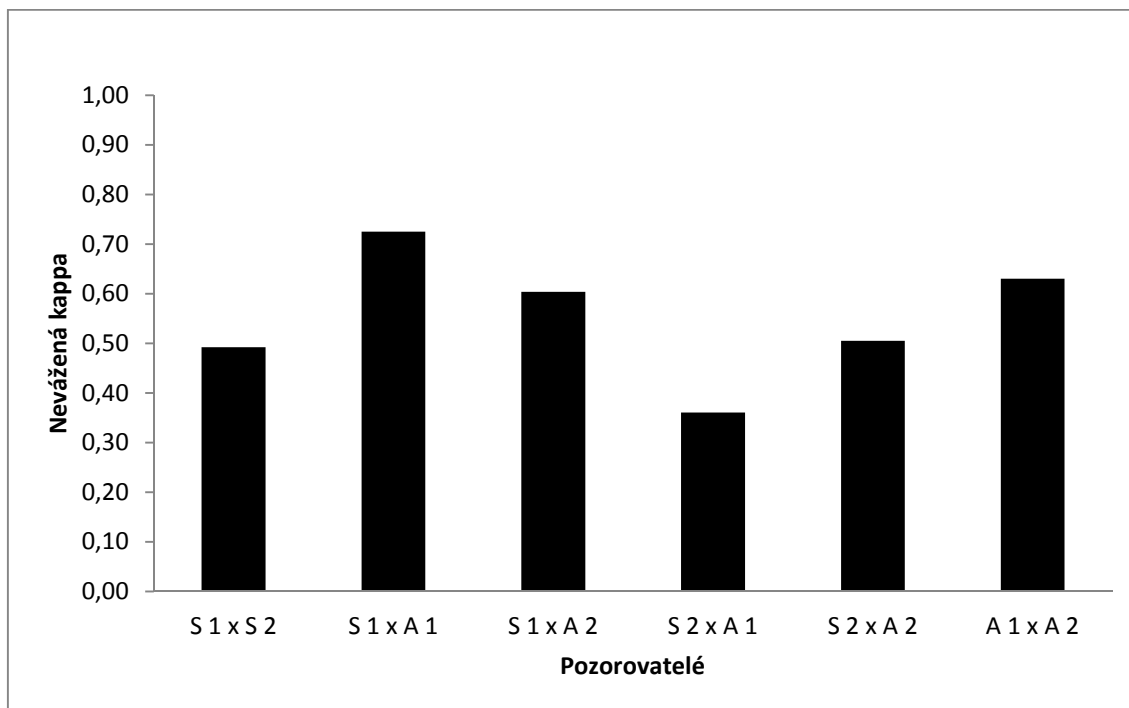
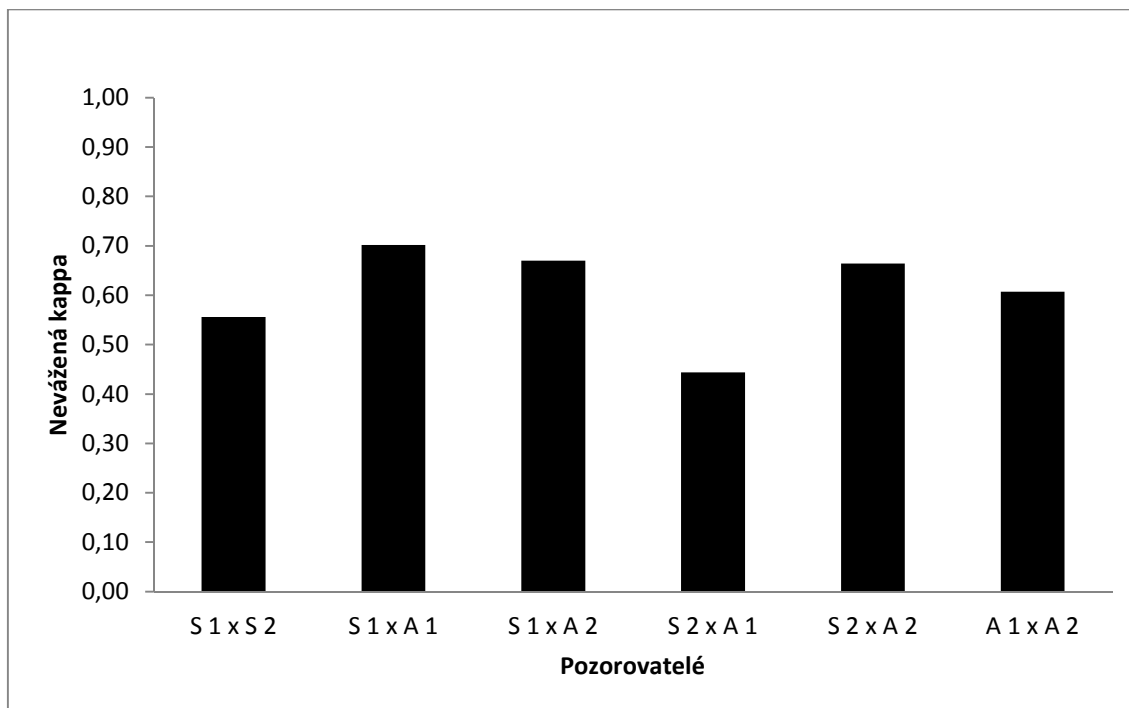
b) Inter-observační shoda

Výsledky inter-observační shody mezi všemi badateli jsou uvedeny v Tabulce 14 a Grafu 8 a 9. Hodnocení shody bylo rozděleno do dvou částí, ve kterých byla sledována shoda mezi jednotlivými badateli ve dvou od sebe časově vzdálených evaluacích. Srovnávána byla pouze

observace z časově stejných pozorování. Systém byl stejný jako v předchozím sledování inter-observační shody. V této fázi hodnocení je shoda dosti nižší než u hodnocení intra-observační shody, ale také nižší než u určování typu zubu v předcházející kapitole. V prvním hodnocení dosahují nejvyšší shody Stomatolog 1 x Antropolog 1 s *podstatnou* shodou ($k=0,73$). Druhá nejvyšší shoda je mezi Antropologem 1 x Antropologem 2 a činí $k=0,63$, což je téměř hraniční bod mezi *podstatnou* a *průměrnou* shodou. Nejnižší shody se všemi ostatními badateli dosáhl Stomatolog 2, kdy nejnižší shodu v této kapitole činí $k=0,36$ (*přijatelná* shoda). V ostatních případech shody mezi badateli dosahují *průměrných* hodnot ($k=0,41-0,60$). Ve druhém hodnocení dosáhla většina badatelů mezi sebou vyšší shody. To se promítá do průměrných hodnot získaných z výsledků shody mezi badateli při určování přítomnosti zubního kazu, kdy v prvním hodnocení dosáhli badatelé průměrné shody $k=0,55$ a ve druhém hodnocení dosáhli průměrné shody $k=0,61$. Rozdíl tedy činí $k=0,06$. Stejně tak se promítá do stupňů shody dosažených shodou jednotlivých badatelů, kdy čtyři jsou na úrovni *podstatné* ($k=0,61-0,80$) a dva na úrovni *průměrné* ($k=0,41-0,60$) shody. Nejlepšího výsledku v tomto hodnocení opět dosáhla dvojice Stomatolog 1 x Antropolog 1 ($k=0,70$) a nejhoršího dvojice Stomatolog 2 x Antropolog 1 ($k=0,44$).

Tabulka 14: Inter-observační shoda pro přítomnost zubních kazů

| První hodnocení | | | | Druhé hodnocení | | | |
|-----------------|-------------|--------------------|------------|-----------------|-------------|--------------------|-----------|
| Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa | Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa |
| S 1 x S 2 | 0,49 | 0,38 - 0,60 | průměrná | S 1 x S 2 | 0,56 | 0,44 - 0,67 | průměrná |
| S 1 x A 1 | 0,73 | 0,62 - 0,83 | podstatná | S 1 x A 1 | 0,70 | 0,59 - 0,81 | podstatná |
| S 1 x A 2 | 0,60 | 0,49 - 0,72 | průměrná | S 1 x A 2 | 0,67 | 0,56 - 0,78 | podstatná |
| S 2 x A 1 | 0,36 | 0,24 - 0,49 | přijatelná | S 2 x A 1 | 0,44 | 0,32 - 0,57 | průměrná |
| S 2 x A 2 | 0,51 | 0,39 - 0,62 | průměrná | S 2 x A 2 | 0,66 | 0,56 - 0,77 | podstatná |
| A 1 x A 2 | 0,63 | 0,52 - 0,74 | podstatná | A 1 x A 2 | 0,61 | 0,49 - 0,73 | podstatná |

Graf 8: Inter-observační shoda pro přítomnost zubních kazů (první hodnocení)**Graf 9: Inter-observační shoda pro přítomnost zubních kazů (druhé hodnocení)**

8.2.2 Shoda v určení rozsahu zubního kazu

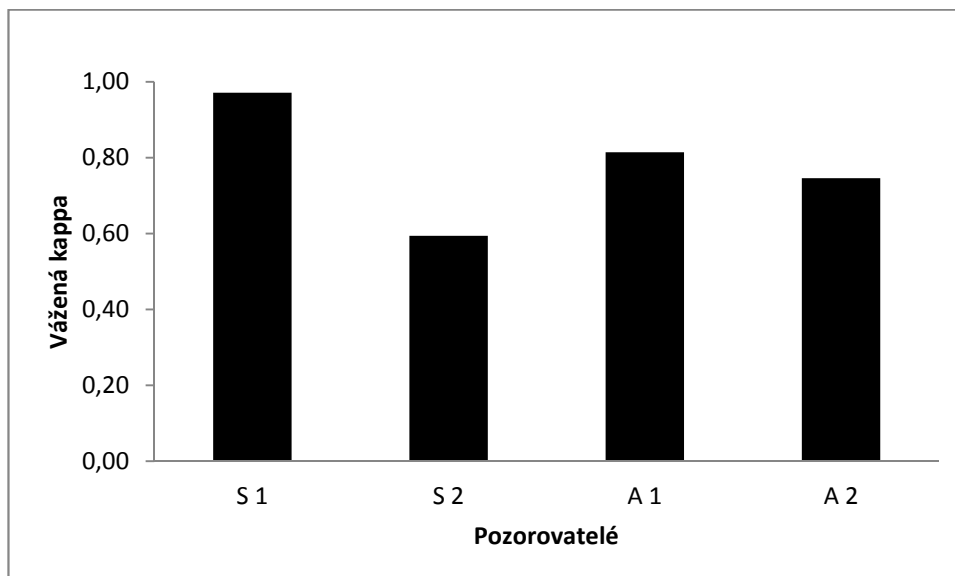
a) Intra-observační shoda

Výsledky intra-observační shody jsou uvedeny v Tabulce 15 a Grafu 10. S ohledem na tuto shodu dosáhli badatelé relativně dobrých výsledků. Dva z nich (Stomatolog 1 a Antropolog 1) dosáhli *výborné* shody ($k=0,81-1,00$) při hodnocení jejich první a druhé evaluace zubních kazů. Antropolog 2 dosáhl *podstatné* shody ($0,61-0,80$) a Stomatolog 2 dosáhl *průměrné* shody ($k=0,41-0,60$). Oproti intra-observační shodě sledované při použití Nevážené kappy se kongruence mezi prvním a druhým hodnocením badatelů snížila. To se částečně promítá do průměrných hodnot shody. Při použití Nevážené kappy pro hodnocení shody v identifikaci zubního kazu dosáhla průměrná intra-observační shoda hodnoty $k=0,82$, zatímco při použití Vážené kappy intra-observační shoda dosahovala hodnoty jen $k=0,78$. Mnohem více se tento rozdíl promítl do stupňů shody, kdy Stomatolog 2 i Antropolog 2 klesnou ve své shodě o jeden stupeň shody.

Tabulka 15: Intra-observační shoda pro určení rozsahu zubního kazu

| Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa |
|--------------|-------------|--------------------|------------------|
| S 1 | 0,97 | 0,97 - 0,97 | výborná |
| S 2 | 0,59 | 0,58 - 0,60 | průměrná |
| A 1 | 0,81 | 0,80 - 0,82 | výborná |
| A 2 | 0,75 | 0,74 - 0,75 | podstatná |

Graf 10: Intra-observační shoda pro určení rozsahu zubního kazu



b) Inter-observační shoda

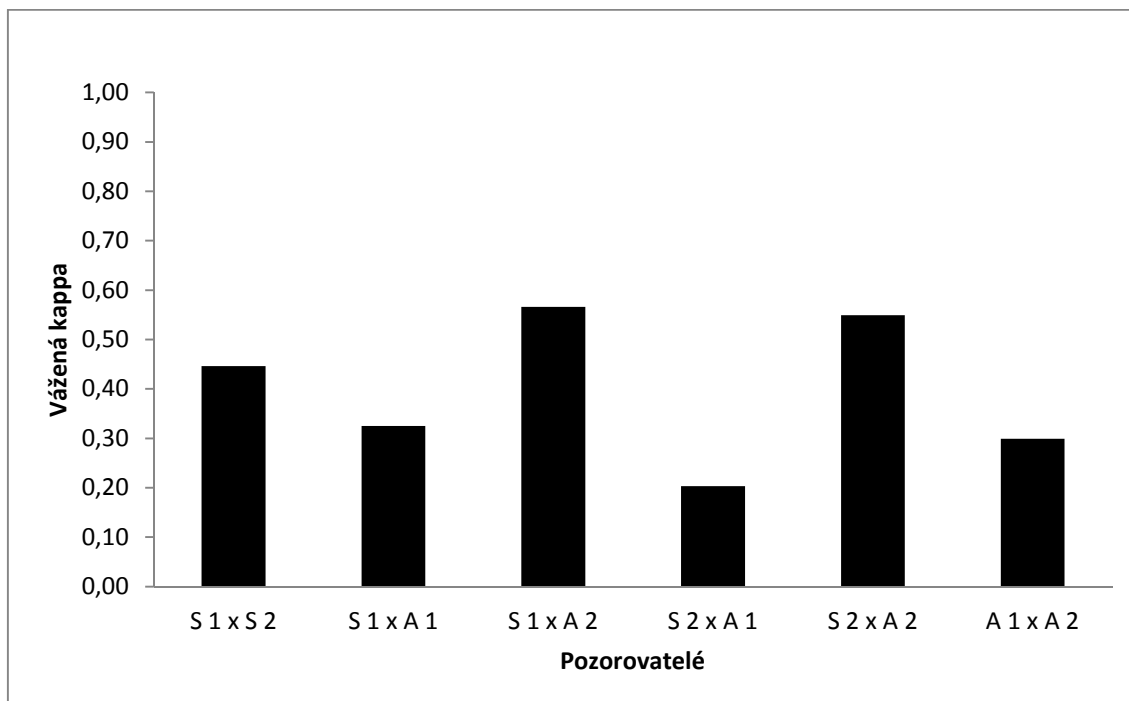
Výsledky inter-observační shody jsou uvedeny v Tabulce 16 a Grafu 11 a 12. Sledování shody bylo opět rozděleno do dvou částí, ve kterých byla nejprve sledována shoda mezi badateli v první evaluaci a následně ve druhé evaluaci. Struktura sledování shody je opět na základě časové hierarchie rozdělena do dvakrát šesti observací. S postupující složitostí a náročností hodnocení můžeme pozorovat snižující se shodu mezi jednotlivými badateli. To je patrné na rozdílu v kongruenci při sledování intra-observační a inter-observační shody, ale také při observaci inter-observační shody za použití Nevážené a Vážené kappy. V prvním hodnocení dosáhli nejvyšší shody Stomatolog 1 x Antropolog 2 ($k=0,57$) a druhé nejvyšší Stomatolog 2 x Antropolog 2 ($k=0,55$), což je *průměrná* shoda. Nejnižší shody dosáhla dvojice Stomatolog 2 x Antropolog 1 ($k=0,20$), tedy *slabé* shody. Na těchto výsledcích můžeme spatřovat velký pokles shody v hodnocení zubních kazů. Je zde také vidět změna trendu, kdy nejnižší shody dosahují všichni badatelé při srovnání s Antropologem 1, zatímco Stomatolog 2 dosáhl nejlepšího výsledku v této části evaluace. Ve druhém hodnocení dosáhli nejvyšší kongruence Stomatolog 1 x Stomatolog 2 a Stomatolog 2 x Antropolog 2,

obě dvojice s totožnou hodnotou shody: $k=0,56$ (*průměrná* shoda). Nejnižších shod dosahuje Antropolog 1, který se ani v jednom případě nedostal přes hodnotu $k=0,35$. Na rozdíl od Nevážené kappy zde nedosahují badatelé ani jedné *podstatné* shody ($k=0,61-0,80$), za to se zde pohybují v průměru na úrovni *průměrné* a *příjatelné* shody ($k=0,41-0,60$ x $k=0,21-0,40$). Nejnižší shoda byla pouze *slabá* ($k=0,01-0,20$). Stejně jako v prvním hodnocení zde žádní badatelé nedosáhli značné shody a navíc zde stejně jako v prvním hodnocení i zde můžeme sledovat výměnu pozice Stomatologa 2 a Antropologa 1. Srovnání prvního a druhého hodnocení ukazuje jen nepatrné rozdíly. K ilustraci bylo opět použito vyjádření průměrných hodnot obou hodnocení. V prvním hodnocení dosahuje průměrná inter-observační shoda hodnoty $k=0,40$ a ve druhém případě dosahuje hodnoty $k=0,42$. Rozdíl tedy činí pouhých $k=0,02$. S ohledem na stupně shody to přineslo pouze jednu změnu. To ve shodě mezi Stomatologem 2 x Antropologem 1, kde v prvním hodnocení dosáhli *slabé* shody a ve druhém *příjatelné* shody. Jedná se tedy o zlepšení kongruence těchto dvou badatelů.

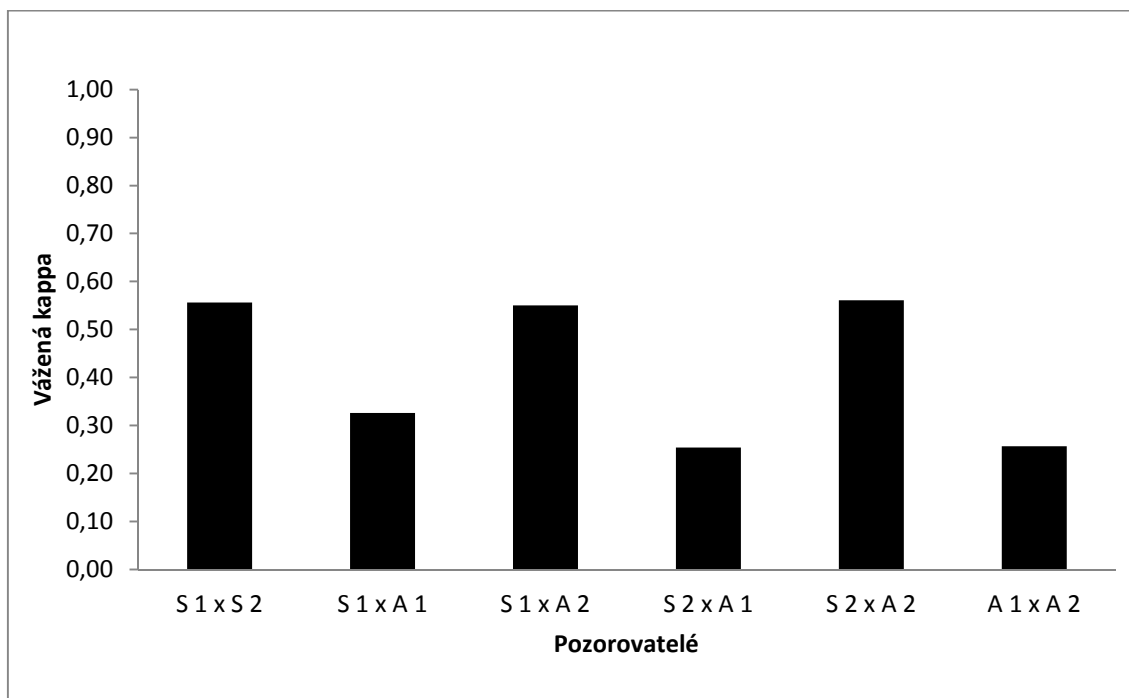
Tabulka 16: Inter-observační shoda pro určení rozsahu zubního kazu

| První hodnocení | | | | Druhé hodnocení | | | |
|-----------------|-------------|--------------------|-------------------|-----------------|-------------|--------------------|-------------------|
| Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa | Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa |
| S 1 x S 2 | 0,45 | 0,43 - 0,47 | průměrná | S 1 x S 2 | 0,56 | 0,54 - 0,57 | průměrná |
| S 1 x A 1 | 0,33 | 0,30 - 0,35 | příjatelná | S 1 x A 1 | 0,33 | 0,30 - 0,35 | příjatelná |
| S 1 x A 2 | 0,57 | 0,55 - 0,58 | průměrná | S 1 x A 2 | 0,55 | 0,53 - 0,57 | průměrná |
| S 2 x A 1 | 0,20 | 0,17 - 0,23 | slabá | S 2 x A 1 | 0,25 | 0,23 - 0,28 | příjatelná |
| S 2 x A 2 | 0,55 | 0,53 - 0,57 | průměrná | S 2 x A 2 | 0,56 | 0,54 - 0,58 | průměrná |
| A 1 x A 2 | 0,30 | 0,27 - 0,32 | příjatelná | A 1 x A 2 | 0,26 | 0,23 - 0,28 | příjatelná |

Graf 11: Inter-observační shoda pro určení rozsahu zubního kazu (první hodnocení)



Graf 12: Inter-observační shoda pro určení rozsahu zubního kazu (druhé hodnocení)



Při srovnání průměrných hodnot inter-observační shody z výsledků Nevážené kappy a Vážené kappy dostaneme poměr $k=0,77$ ku $k=0,41$ kdy rozdíl činí hodnotu $k=0,36$. Rozdíl je téměř propastný, což se odráží i

na stupních shody. Zatímco za použití Nevážené kappy byla kongruence průměrně okolo hladiny *podstatné* shody, tak při použití Vážené kappy dosahuje shoda průměrné hodnoty na úrovni stupně *průměrná* shoda. Při srovnání prvních a druhých průměrných hodnot inter-observační shody mezi Neváženou a Váženou kappou, dosahuje v prvních hodnoceních rozdíl hodnoty $k=0,37$ a ve druhých hodnoceních hodnoty $k=0,36$.

8.3 Hodnocení jistoty

V tomto hodnocení nás zajímá, s jakou jistotou badatelé určili, že zub je postižen kazem.

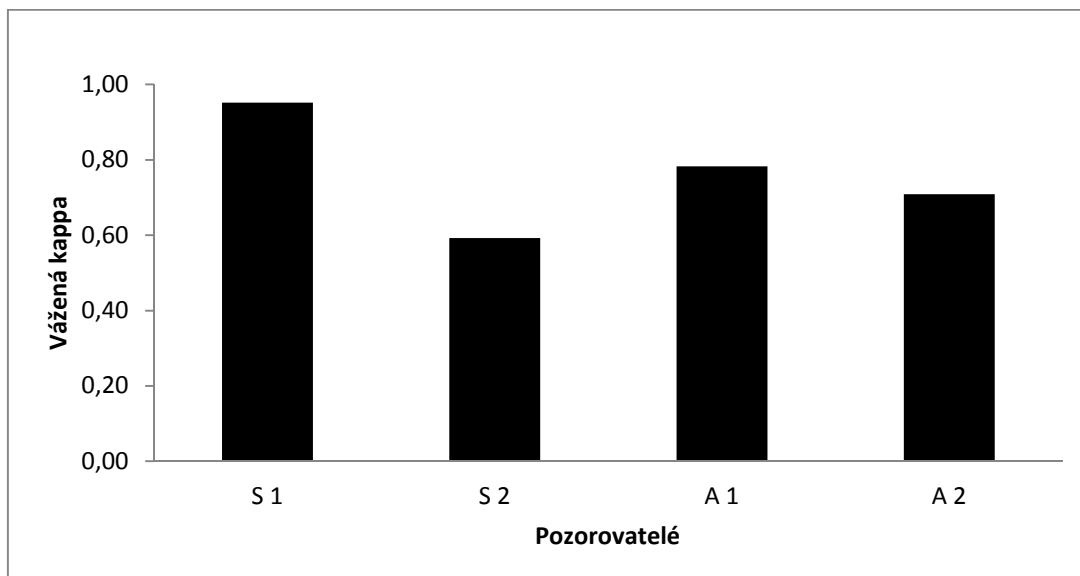
a) Intra-observační shoda

Výsledky intra-observační shody jsou uvedeny v Tabulce 17 a Grafu 13. Při sledování intra-observační shody v hodnocení byl zjištěn relativně velký rozptyl v tom, jak jsou si jednotliví badatelé jisti daným hodnocením v první a druhé evaluaci. U Stomatologa 1 pozorujeme shodu v jistotě $k=0,95$, což je *výborná* shoda. V tomto případě je tedy jistota jednotlivých hodnocení v první a druhé evaluaci téměř totožná. Na druhé straně shoda jistoty Stomatologa 2 je pouhých $k=0,59$ (*průměrná* shoda). Z toho vyplývá, že první a druhé hodnocení tohoto badatele provázela zcela jiná jistota evaluace, kterou prováděl. Oba Antropologové se pohybují v *podstatné* shodě v jistotě jejich jednotlivých hodnocení.

Tabulka 17: Intra-observační shoda v hodnocení jistoty

| Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa |
|--------------|-------------|--------------------|------------------|
| S 1 | 0,95 | 0,95 - 0,95 | výborná |
| S 2 | 0,59 | 0,58 - 0,60 | průměrná |
| A 1 | 0,78 | 0,78 - 0,79 | podstatná |
| A 2 | 0,71 | 0,70 - 0,72 | podstatná |

Graf 13: Intra-observační shoda v hodnocení jistoty



V kontextu předcházejících výsledků intra-observační shody badatelů byl zjištěn pokles v hladině jejich shody. V hodnocení intra-observační shody byl stav následující:

- 1) Určování zubů
 - a. Nevážená Kappa: $k=0,85$
 - b. Vážená Kappa: $k=0,90$
- 2) Hodnocení zubních kazů
 - a. Nevážená Kappa: $k=0,82$
 - b. Vážená Kappa: $k=0,78$
- 3) Hodnocení jistoty
 - a. Vážená Kappa: $k=0,76$

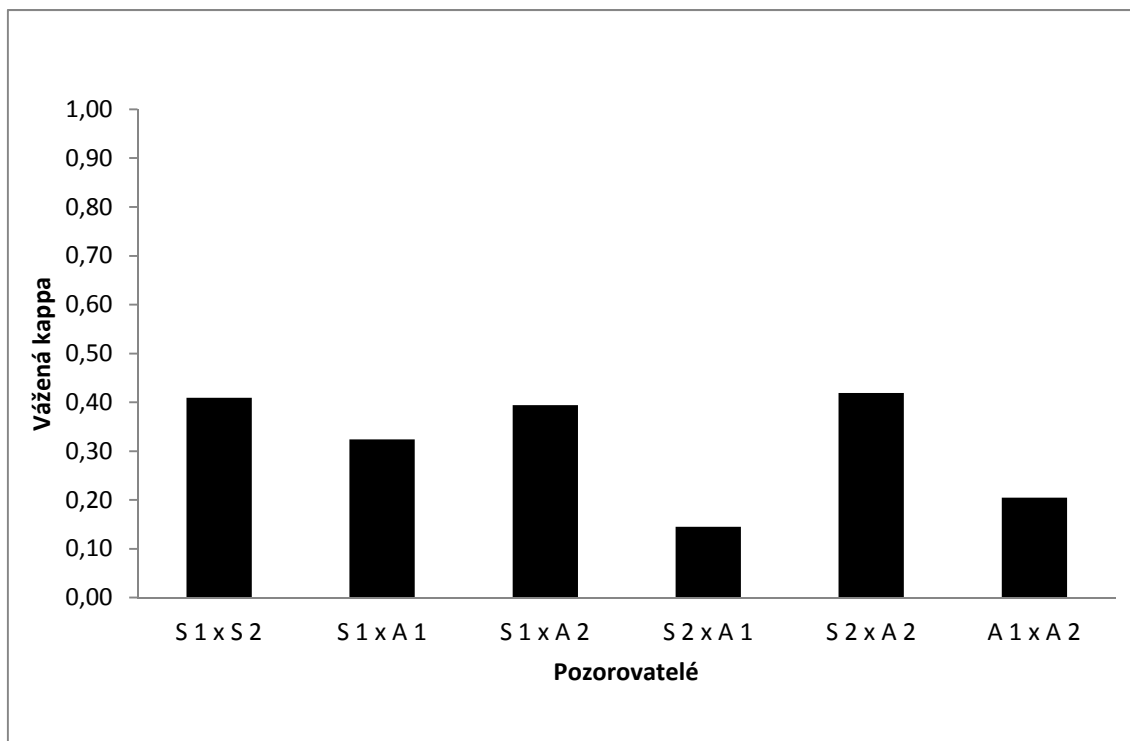
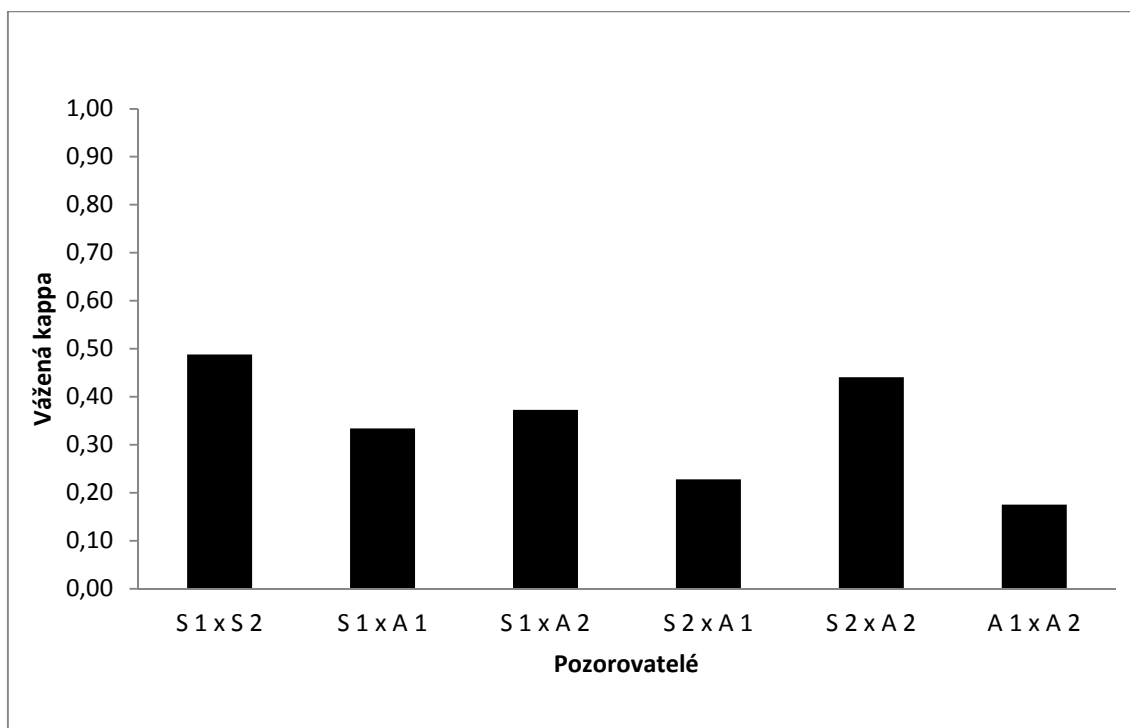
b) Inter-observační shoda

Konkrétní výsledky inter-observační shody při hodnocení jistoty evaluace jednotlivých badatelů mezi sebou jsou uvedeny v Tabulce 18 a Grafu 15. Výsledky inter-observační shody jsou již klasicky rozděleny do dvou částí. Nejprve byla sledována shoda v prvních hodnoceních a

následně ve druhých. Porovnávány byly pouze časově totožné evaluace. Struktura srovnání získaných dat od badatelů proběhla opět stejně jako v předchozích fázích této studie. Pokud jsme mohli s postupujícím hodnocením sledovat zhoršení shody mezi jednotlivými badateli, tak zde inter-observační shoda dosahuje nejnižších hodnot. V prvním hodnocení se průměrná míra kongruence pohybuje na úrovni *přijatelné* shody ($k=0,21-0,40$), což je shoda velmi nízká. Přičemž nejvyššího výsledku dosáhla dvojice badatelů Stomatolog 2 x Antropolog 2 s hodnotou $k=0,42$ (*průměrná* shoda). Nejnižší shody dosáhli Stomatolog 2 x Antropolog 1 s výslednou hodnotou $k=0,15$ (*slabá* shoda). Ve druhém hodnocení došlo ke zlepšení shody evaluace mezi jednotlivými badateli. Průměrné hodnoty vychází na $k=0,32$ v prvním hodnocení a $k=0,34$ ve druhém hodnocení. Rozdíl tedy činí jen hodnota $k=0,02$. Nejvyšší shody dosahují Stomatolog 1 x Stomatolog 2 s hodnotou $k=0,49$ (*průměrná* shoda). Nejnižší shody naopak dosáhli Antropolog 1 x Antropolog 2 s výslednou hodnotou $k=0,18$ (*slabá* shoda). Stejně jako v prvním hodnocení se průměrná hodnota shody i zde pohybuje na úrovni *přijatelné* shody ($k=0,21-0,40$).

Tabulka 18: Inter-observační shoda v hodnocení jistoty

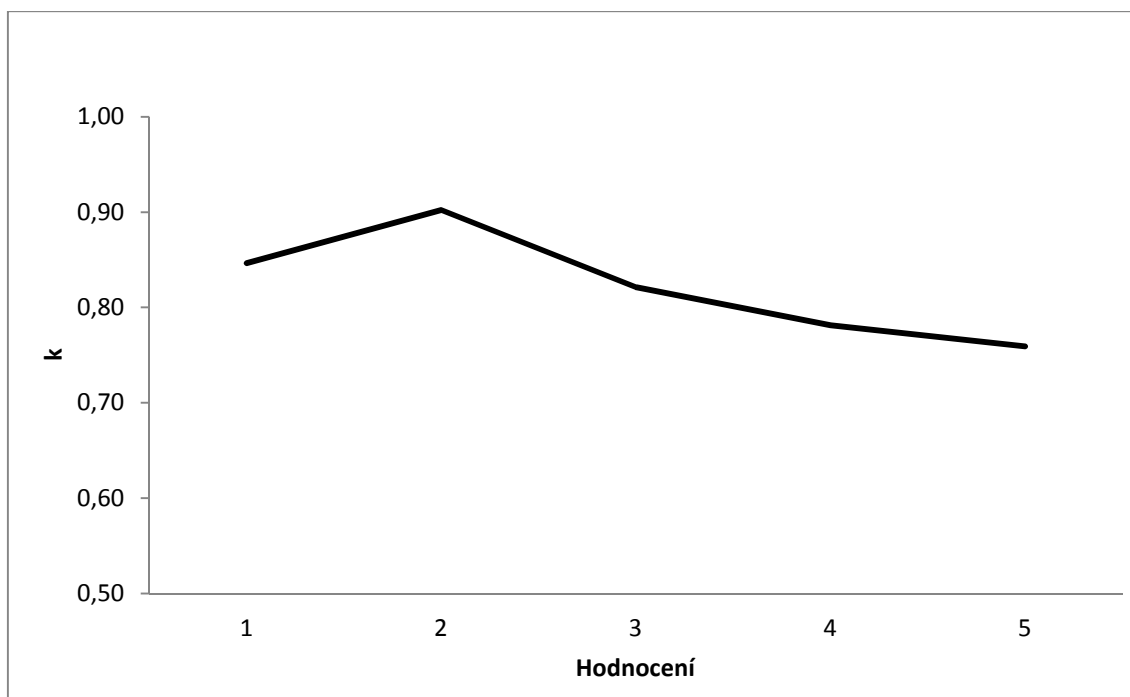
| První hodnocení | | | | Druhé hodnocení | | | |
|-----------------|-------------|--------------------|-------------------|-----------------|-------------|--------------------|-------------------|
| Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa | Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa |
| S 1 x S 2 | 0,41 | 0,39 - 0,43 | průměrná | S 1 x S 2 | 0,49 | 0,47 - 0,50 | průměrná |
| S 1 x A 1 | 0,32 | 0,30 - 0,34 | přijatelná | S 1 x A 1 | 0,33 | 0,31 - 0,36 | přijatelná |
| S 1 x A 2 | 0,39 | 0,37 - 0,42 | přijatelná | S 1 x A 2 | 0,37 | 0,35 - 0,40 | přijatelná |
| S 2 x A 1 | 0,15 | 0,11 - 0,18 | slabá | S 2 x A 1 | 0,23 | 0,20 - 0,25 | přijatelná |
| S 2 x A 2 | 0,42 | 0,40 - 0,44 | průměrná | S 2 x A 2 | 0,44 | 0,42 - 0,46 | průměrná |
| A 1 x A 2 | 0,21 | 0,18 - 0,23 | přijatelná | A 1 x A 2 | 0,18 | 0,15 - 0,20 | slabá |

Graf 14: Inter-observační shoda v hodnocení jistoty (první hodnocení)**Graf 15: Inter-observační shoda v hodnocení jistoty (druhé hodnocení)**

Zde uvádím průměrné hodnoty inter-observační shody Nevážené a Vážené kappy u jednotlivých hodnocení. Z těchto sumarizovaných dat je zcela patrný lineárně se snižující trend shody mezi jednotlivými badateli, a to jak u intra-observační shody (Graf 16), tak u inter-observační shody (Graf 17 a 18).

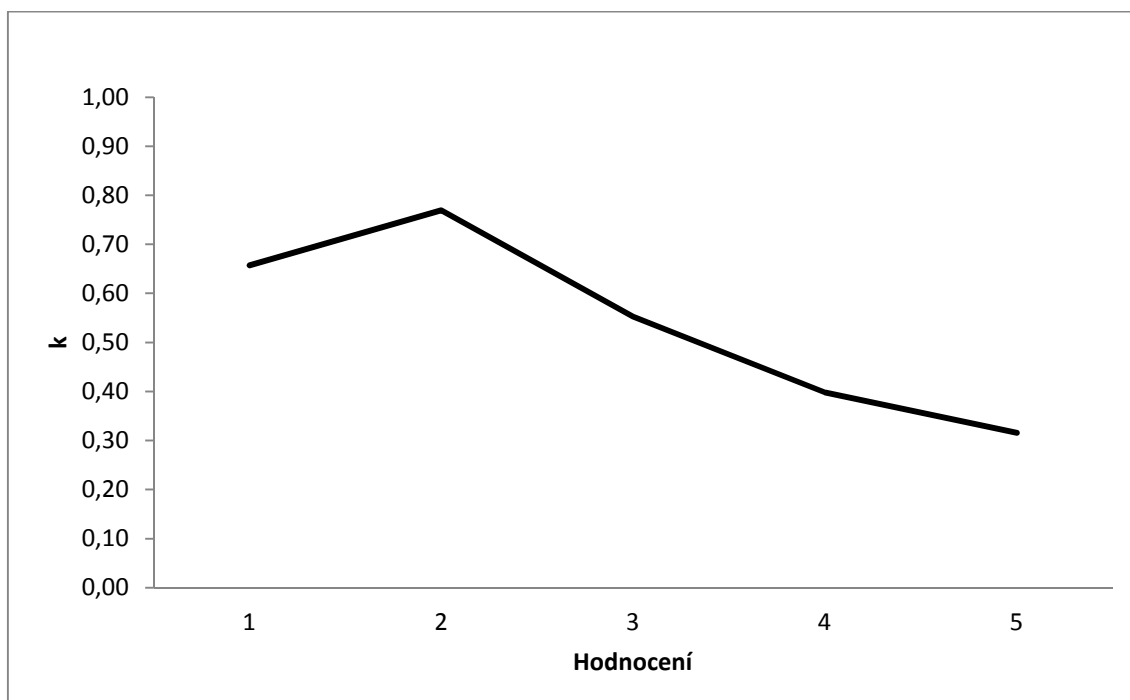
- 1) Určování zubů
 - a. První hodnocení
 - Nevážená Kappa: $k=0,66$
 - Vážená Kappa: $k=0,77$
 - b. Druhé hodnocení
 - Nevážená Kappa: $k=0,67$
 - Vážená Kappa: $k=0,78$
- 2) Hodnocení zubních kazů
 - a. První hodnocení
 - Nevážená Kappa: $k=0,55$
 - Vážená Kappa: $k=0,40$
 - b. Druhé hodnocení
 - Nevážená Kappa: $k=0,61$
 - Vážená Kappa: $k=0,42$
- 3) Hodnocení jistoty
 - a. První hodnocení
 - Vážená Kappa: $k=0,32$
 - b. Druhé hodnocení
 - Vážená Kappa: $k=0,34$

Graf 16: Snižující se tendence průměrných hodnot intra-observační shody při zvyšující se složitosti hodnocení

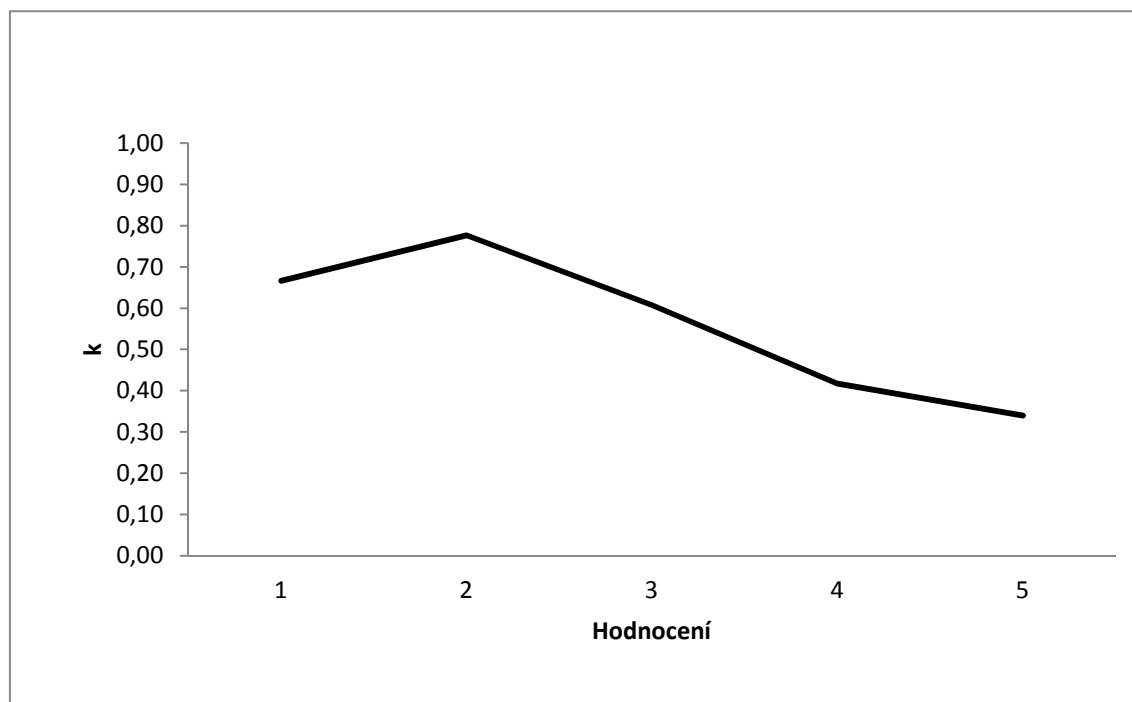


*Hodnocení: 1: zařazení zubu do čelisti (Nevážená Kappa); 2: Identifikace typu zubu (Vážená Kappa); 3: Určení přítomnosti zubního kazu (Nevážená Kappa); 4: Hodnocení rozsahu zubního kazu (Vážená Kappa); 5: Jistota jednotlivých hodnocení (Vážená Kappa)

Graf 17: Snižují se tendence průměrných hodnot inter-observační shody při zvyšující se složitosti hodnocení (první hodnocení)



Graf 18: Snižují se tendence průměrných hodnot inter-observační shody při zvyšující se složitosti hodnocení (druhé hodnocení)



8.4 Shoda mezi hodnocením badatelů a RTG snímky

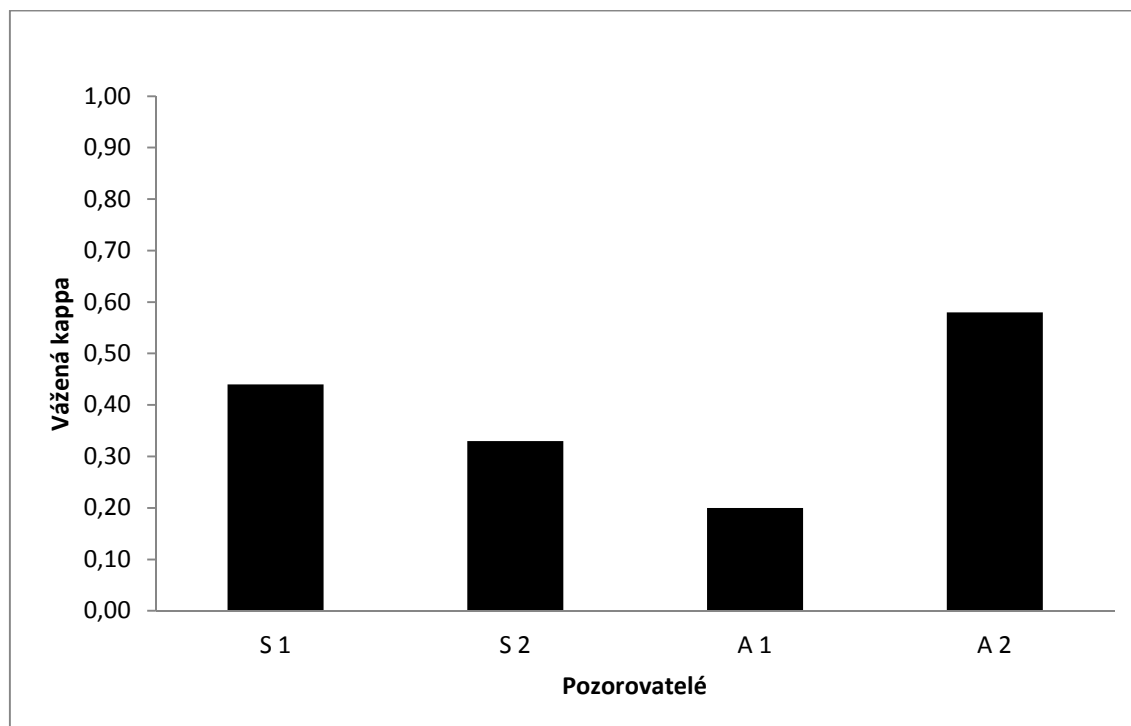
Výsledky inter-observační shody hodnocené mezi badateli na kontrolním souboru a RTG snímky jsou uvedeny v Tabulce 19 a Grafu 19 a 20. Shoda byla sledována odděleně u prvního a druhého hodnocení. V prvním hodnocení byly výsledky shody velmi nízké a nevyrovnané. Nejvyšších hodnot dosáhl Antropolog 2 ($k=0,58$; *průměrná* shoda), následovaný Stomatologem 1 ($k=0,44$; *průměrná* shoda). Stomatolog 2 dosáhl hodnoty $k=0,31$ (*přijatelná* shoda) a Antropolog 1 hodnoty $k=0,20$ (*slabá* shoda). U výpočtů inter-observační shody všech badatelů dosahovaly intervaly spolehlivosti velmi širokých intervalů (Tabulka 18). Ve druhém hodnocení jsou hodnoty shody také velmi nízké, nicméně o něco vyrovnanější. Stejně jako v prvním hodnocení dosáhli shodně nejvyšší shody Antropolog 2 a Stomatolog 1 ($k=0,43$; *průměrná* shoda).

Následně došlo ke změně, kdy Antropolog 1 dosáhl hodnoty $k=0,33$ (*přijatelná shoda*) a Stomatolog 2 hodnoty $k=0,24$ (*přijatelná shoda*).

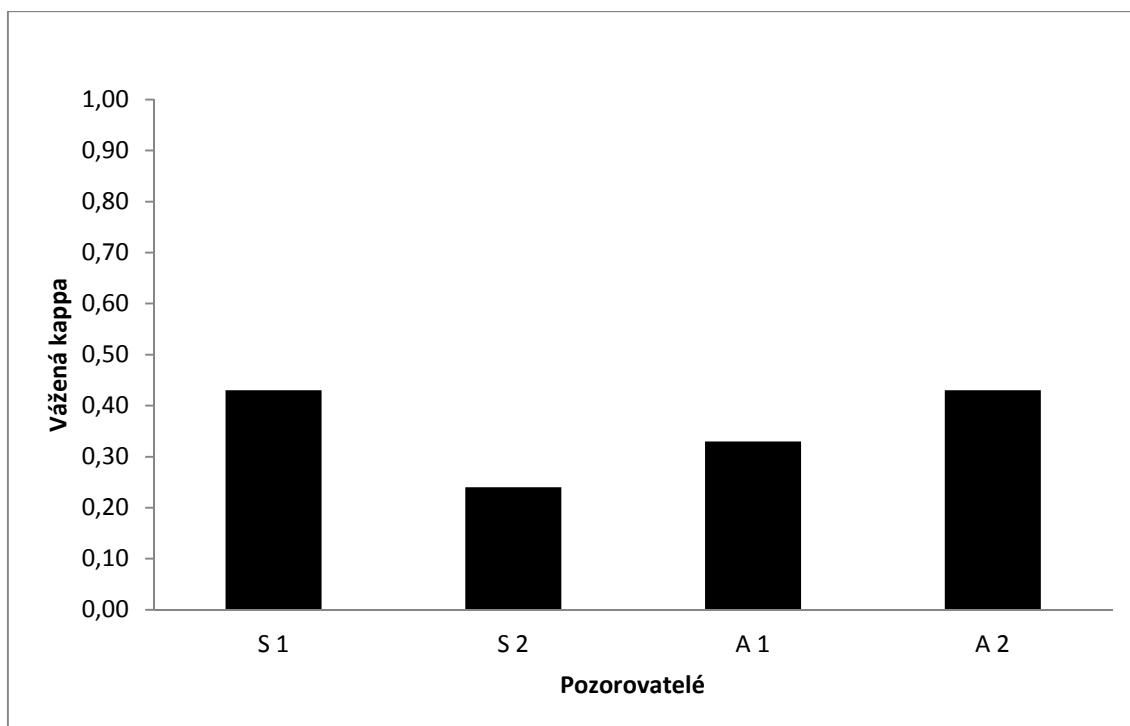
Tabulka 19: Inter-observační shoda mezi jednotlivými badateli a RTG snímky

| Pozorovatelé | První hodnocení | | | Druhé hodnocení | | | |
|--------------|-----------------|---------------------|-------------------|-----------------|-------------|--------------------|-------------------|
| | <i>k</i> | IS | Kappa | Pozorovatelé | <i>k</i> | IS | Kappa |
| S 1 | 0,44 | 0,27 - 0,61 | průměrná | S 1 | 0,43 | 0,25 - 0,60 | průměrná |
| S 2 | 0,33 | 0,12 - 0,54 | přijatelná | S 2 | 0,24 | 0,01 - 0,48 | přijatelná |
| A 1 | 0,20 | -0,05 - 0,45 | slabá | A 1 | 0,33 | 0,12 - 0,54 | přijatelná |
| A 2 | 0,58 | 0,45 - 0,71 | průměrná | A 2 | 0,43 | 0,25 - 0,60 | průměrná |

Graf 19: Inter-observační shoda mezi jednotlivými badateli a RTG snímky (první hodnocení)



Graf 20: Inter-observační shoda mezi jednotlivými badateli a RTG snímky (druhé hodnocení)



8.5 Přítomnost zubního kazu

Z celkového množství 3029 hodnocených zubních ploch byl shodně všemi badateli identifikován nízký počet zubních kazů. Zubním kazem alterované zubní plochy se v hodnocení jednotlivých badatelů pohybovaly v rozmezí od 1% až do 6%. Konkrétně v prvním hodnocení Stomatolog 1 identifikoval 4%, Stomatolog 2 identifikoval 5%, Antropolog 1 identifikoval 1% a Antropolog 2 identifikoval 6% zubních ploch s přítomným zubním kazem. Ve druhém hodnocení Stomatolog identifikoval 4%, Stomatolog 2 identifikoval 5%, Antropolog 1 identifikoval 2% a Antropolog 2 identifikoval 5% zubních ploch s přítomným zubním kazem. Při hodnocení zubních kazů na celých zubech uvádím minimální a maximální hodnotu, kdy minimální hodnota zubních kazů představuje zubní kazy, na kterých se shodli všichni badatelé, a maximální hodnota je dána nejvyšším počtem identifikovaných zubních kazů některým z badatelů. Minimální hodnota je

tedy 40 zubních kazů a maximální hodnota jest 186 zubních kazů (Stomatolog 2; první hodnocení). Přičemž stabilně vysoká intra-observační shoda Stomatologa 1 je zde potvrzena. Při srovnání prvního a druhého hodnocení se dopustil jen jedné chyby v určení počtu kazů, kdy v prvním hodnocení identifikoval 123 kazů a ve druhém hodnocení 122 kazů. S velmi vysokou shodou si počínal i při evaluaci rozsahu zubních kazů, kde se dopustil oproti prvnímu hodnocení pouze dvou změn v hodnocení (Tabulka 20). Stomatolog 2 dosáhl celkově nejvyššího počtu identifikovaných zubních kazů na použitém dentálním souboru. Dosáhl však také relativně vysoké intra-observační chyby mezi prvním a druhým hodnocením. V prvním hodnocení určil 186 přítomných zubních kazů, zatímco ve druhém pouze 166 zubních kazů. Mnohem markantnější jsou pak rozdíly hodnocení rozsahu identifikovaných zubních kazů v prvním a druhém hodnocení (Tabulka 21). Naopak nejnižšího počtu identifikovaných zubních kazů dosáhl Antropolog 1, který v prvním hodnocení určil 65 kazů a ve druhém hodnocení 62. V tomto případě se tedy badatel dopustil jen marginální intra-observační chyby. S ohledem na shodu v určení rozsahu jednotlivých zubních kazů je intra-observační chyba o poznání vyšší, nicméně v kontextu celého studovaného souboru je stále do jisté míry akceptovatelná (Tabulka 22). Antropolog 2 identifikoval při svých hodnoceních nejprve 153 přítomných zubních kazů a následně 154 zubních kazů. Jedná se o druhé nejvyšší hodnocení z pohledu přítomných zubních kazů mezi jednotlivými badateli. Z pohledu intra-observační shody je to společně se Stomatologem 1 nejvyšší shoda první a druhé evaluace. Ovšem pokud jde o shodu při určování rozsahu jednotlivých zubních kazů, tak se Antropolog 2 dopustil poměrně velké intra-observační chyby. V Tabulce 23 lze spatřit poměrně nekonzistentní evaluaci jednotlivých fází zubních kazů.

Tabulka 30: Stomatolog 1: Frekvence (četnost) zubních kazů podle jednotlivých fází rozvoje kazů

| První hodnocení | Druhé hodnocení |
|-----------------|-----------------|
|-----------------|-----------------|

| fáze | Absolutní četnost | Relativní četnost |
|--------|-------------------|-------------------|
| 0 | 2906 | 0,96 |
| 1 | 23 | 0,01 |
| 2 | 22 | 0,01 |
| 3 | 32 | 0,01 |
| 4 | 11 | 0,00 |
| 5 | 21 | 0,01 |
| 6 | 14 | 0,00 |
| 7 | 0 | 0,00 |
| celkem | 3029 | 1,00 |

| fáze | Absolutní četnost | Relativní četnost |
|--------|-------------------|-------------------|
| 0 | 2907 | 0,96 |
| 1 | 24 | 0,01 |
| 2 | 22 | 0,01 |
| 3 | 31 | 0,01 |
| 4 | 10 | 0,00 |
| 5 | 21 | 0,01 |
| 6 | 14 | 0,00 |
| 7 | 0 | 0,00 |
| celkem | 3029 | 1,00 |

Tabulka 21: Stomatolog 2: Frekvence (četnost) zubních kazů podle jednotlivých fází rozvoje kazu

| První hodnocení | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| fáze | Absolutní četnost | Relativní četnost |
| 0 | 2843 | 0,94 |
| 1 | 74 | 0,02 |
| 2 | 28 | 0,01 |
| 3 | 34 | 0,01 |
| 4 | 12 | 0,00 |
| 5 | 26 | 0,01 |
| 6 | 12 | 0,00 |
| 7 | 0 | 0,00 |
| celkem | 3029 | 1,00 |

| Druhé hodnocení | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| fáze | Absolutní četnost | Relativní četnost |
| 0 | 2863 | 0,95 |
| 1 | 52 | 0,02 |
| 2 | 36 | 0,01 |
| 3 | 26 | 0,01 |
| 4 | 19 | 0,01 |
| 5 | 11 | 0,00 |
| 6 | 22 | 0,01 |
| 7 | 0 | 0,00 |
| celkem | 3029 | 1,00 |

Tabulka 22: Antropolog 1: Frekvence (četnost) zubních kazů podle jednotlivých fází rozvoje kazu

| První hodnocení | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| fáze | Absolutní četnost | Relativní četnost |

| Druhé hodnocení | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| fáze | Absolutní četnost | Relativní četnost |

| | | | | | |
|--------|------|------|--------|------|------|
| 0 | 2964 | 0,98 | 0 | 2967 | 0,98 |
| 1 | 12 | 0,00 | 1 | 14 | 0,00 |
| 2 | 24 | 0,01 | 2 | 26 | 0,01 |
| 3 | 15 | 0,00 | 3 | 12 | 0,00 |
| 4 | 8 | 0,00 | 4 | 4 | 0,00 |
| 5 | 0 | 0,00 | 5 | 0 | 0,00 |
| 6 | 1 | 0,00 | 6 | 0 | 0,00 |
| 7 | 5 | 0,00 | 7 | 6 | 0,00 |
| celkem | 3029 | 1,00 | celkem | 3029 | 1,00 |

Tabulka 23: Antropolog 2: Frekvence (četnost) zubních kazů podle jednotlivých fází rozvoje kazu

| První hodnocení | | | Druhé hodnocení | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| fáze | Absolutní četnost | Relativní četnost | fáze | Absolutní četnost | Relativní četnost |
| 0 | 2876 | 0,95 | 0 | 2875 | 0,95 |
| 1 | 21 | 0,01 | 1 | 10 | 0,00 |
| 2 | 54 | 0,02 | 2 | 54 | 0,02 |
| 3 | 24 | 0,01 | 3 | 19 | 0,01 |
| 4 | 4 | 0,00 | 4 | 13 | 0,00 |
| 5 | 4 | 0,00 | 5 | 3 | 0,00 |
| 6 | 26 | 0,01 | 6 | 38 | 0,01 |
| 7 | 20 | 0,01 | 7 | 17 | 0,01 |
| celkem | 3029 | 1,00 | celkem | 3029 | 1,00 |

Podrobné výsledky sledování průměrných inter-observačních shod mezi badateli ze stejného i odlišného oboru v Tabulkách 24, 25, 26 a Grafu 21. Pokud sledujeme počty nejvyšších dosažených shod mezi badateli, tak nejčastěji nejvyšší inter-observační shody dosáhli badatelé Stomatolog 1 x Antropolog 1, kteří dosáhli čtyřikrát nejlepší shody. Druhý nejvyšší počet shod mají pak Antropolog 1 x Antropolog 2. Jako další jsou

se shodným počtem dvou nejvyšších shod badatelé Stomatolog 1 x Stomatolog 2 a Stomatolog 2 x Antropolog 2. V tomto ohledu nejnižšího počtu shod dosáhli badatelé Stomatolog 1 x Antropolog 2. Z hlediska průměrné hodnoty všech pozorovaných inter-observačních shod dosáhli nejvyšší hodnoty Stomatolog 1 x Antropolog 2 ($k=0,61$; $SD=0,14$). Druhé nejvyšší průměrné shody dosáhli Stomatolog 1 x Antropolog 1 ($k=0,59$; $SD=0,23$), třetí nejvyšší průměrná shoda je u badatelů Stomatolog 2 x Antropolog 2 ($k=0,58$; $SD=0,11$). Další jsou se shodnými výsledky k hodnoty Stomatolog 1 x Stomatolog 2 ($k=0,55$; $SD=0,11$) a Antropolog 1 x Antropolog 2 ($k=0,55$; $SD=0,28$). Nejnižší výsledné hodnoty dosáhli Stomatolog 2 x Antropolog 1 ($k=0,41$; $SD=0,28$).

Tabulka 24: Inter-observační shody mezi jednotlivými badateli v prvních hodnoceních

| Pozorovatelé | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| S 1 x S 2 | 0,00 | 0,51 | 0,49 | 0,71 | 0,45 | 0,41 |
| S 1 x A 1 | 2,00 | 0,79 | 0,73 | 0,79 | 0,33 | 0,32 |
| S 1 x A 2 | 1,00 | 0,72 | 0,60 | 0,79 | 0,57 | 0,39 |
| S 2 x A 1 | 0,00 | 0,53 | 0,36 | 0,72 | 0,20 | 0,15 |
| S 2 x A 2 | 1,00 | 0,60 | 0,51 | 0,74 | 0,55 | 0,42 |
| A 1 x A 2 | 2,00 | 0,79 | 0,63 | 0,88 | 0,30 | 0,21 |

*Hodnocení: 1: počet nejvyšších shod v jednotlivých hodnoceních (také znázorněno tmavými poli v tabulce); 2: shoda při zařazení zubu do čelisti; 3: Identifikace přítomného zubního kazu; 4: Identifikace zubu; 5: Určení rozsahu zubního kazu; 6: Hodnocení jistoty

Tabulka 25: Inter-observační shody mezi jednotlivými badateli ve druhých hodnoceních

| Pozorovatelé | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|
| S 1 x S 2 | 2,00 | 0,56 | 0,56 | 0,75 | 0,56 | 0,49 |
| S 1 x A 1 | 2,00 | 0,79 | 0,70 | 0,79 | 0,33 | 0,33 |
| S 1 x A 2 | 0,00 | 0,69 | 0,67 | 0,77 | 0,55 | 0,37 |
| S 2 x A 1 | 0,00 | 0,63 | 0,44 | 0,76 | 0,25 | 0,23 |
| S 2 x A 2 | 1,00 | 0,57 | 0,66 | 0,74 | 0,56 | 0,44 |
| A 1 x A 2 | 1,00 | 0,76 | 0,61 | 0,86 | 0,26 | 0,18 |

Tabulka 26: Inter-observační shody mezi jednotlivými badateli

| Pozorovatelé | 1 | 2 | 3 |
|--------------|---|---|---|
|--------------|---|---|---|

| | | | |
|-----------|------|------|------|
| S 1 x S 2 | 2,00 | 0,55 | 0,11 |
| S 1 x A 1 | 4,00 | 0,59 | 0,23 |
| S 1 x A 2 | 1,00 | 0,61 | 0,14 |
| S 2 x A 1 | 0,00 | 0,43 | 0,22 |
| S 2 x A 2 | 2,00 | 0,58 | 0,11 |
| A 1 x A 2 | 3,00 | 0,55 | 0,28 |

*1: suma nejvyšších shod ze všech použitých metod v prvním i druhém hodnocení; 2: průměrné hodnoty inter-observačních shod mezi jednotlivými badateli ve všech hodnoceních; 3: směrodatná odchylka od průměrných hodnot inter-observačních shod=bod 3

9 DISKUZE

Výsledky diplomové práce ukazují tyto základní zjištění: Jednotlivý badatelé se bez ohledu na obor, nebo zkušenosti v hodnocení liší. Intra-observační shoda je vždy vyšší než inter-observační shoda. S postupující náročností jednotlivých hodnocení se shoda dále snižuje. Nebyla potvrzena vyšší shoda mezi badateli ze stejného oboru, a stejně tak nebylo potvrzeno nadhodnocování a podhodnocování zubních kazů dle oborů jednotlivých badatelů. Následně budou rozebrány a diskutovány jednotlivé dílčí výsledky.

Při sledování výsledků identifikace typu zubu jsme získali velmi vysoké hodnoty intra-observační i inter-observační shody. Tyto hodnoty se pohybují okolo *výborné* (intra-) a *podstatné* (inter-) shody. Zcela pochopitelné je dosažení vyšší shody při sledování prvního a druhého hodnocení stejného badatele, než u srovnání hodnocení dvou různých badatelů. Tento trend provází celou práci a odráží se ve všech zde použitých metodách pro hodnocení shody. Nicméně s ohledem na skutečnost, že hodnocení provádí jedna a ta samá osoba bychom mohli očekávat, sto procentní shodu mezi prvním a druhým hodnocením. Je však potřeba si uvědomit, že se zde do hodnocení může zapojit celá řada faktorů, které mohou ovlivnit hodnocení daného badatele. Může se jednat o problémy od souvislosti s momentálním psychickým stavem pozorovatele, až po zachovalost a alteraci sledovaného dentálního

materiálu. Krom takovýchto relativně dobře definovatelných problémů je potřeba se také zamyslet nad tím, že mezi prvním a druhým hodnocením musely uběhnout minimálně dva týdny, což představuje dostatečně dlouhou dobu pro možnou změnu v hodnocení badatele. U inter-observační shody se objevují další faktory ovlivňující výslednou shodu. Jedná se o obory jednotlivých badatelů, neboť antropologové mají větší zkušenosti s post-depozičně ovlivněným materiálem. Antropologové také častěji pracují s izolovanými zuby, zatímco stomatologové pracují většinou v ústech pacienta a identifikaci zubu řešit nemusí. Podobně stomatolog nemusí řešit odhad rozsahu zubního kazu. Když si myslí, že je na některém zubu přítomný kaz, tak plochu testuje dentální sondou a pokud je test pozitivní, tak kaz jednoduše vybrousí na úroveň zdravé zubní tkáně. V tomto případě je vlastně primárním úkolem stomatologa zub poškodit a vyplnit. Nemusí tedy řešit odhad rozsahu zubního kazu jako antropologové, kteří většinou zkoumaný materiál poškodit nesmějí. Všechny tyto okolnosti hrají určitou roli v konečné shodě. S ohledem na ně tedy můžeme říci, že shoda ve výsledcích identifikace jednotlivých zubů dosáhla velmi dobrých hodnot.

Při sledování intra-observační shody při umístění zubu do čelisti dosáhli opět badatelé velmi dobrých výsledků, nicméně oproti výsledkům při identifikaci zubů jako takových došlo k jedné výrazné změně. Tato změna se týká stomatologa 2, jehož intra-observační shoda zde klesla z $k=0,80$ na $k=0,68$. Podobně můžeme sledovat snížení hodnot inter-observační shody. Toto snížení je patrné na výsledných hodnotách, ale téměř se neukazuje na stupních shody. Tento jev může být zarážející, neboť zařazení zubu do čelisti se může zdát jako lehčí diagnostický úkol, než celková identifikace zubu, nicméně Pankowská et al. (2013) došli ve své studii k podobným výsledkům. Otázka tedy je čím může být způsoben rozpor v obtížnosti těchto hodnocení a jejich výsledky. Patrně největší vliv tento rozdíl je způsoben zapojením nelineárních vah použitých pro Váženou kappu v předchozím hodnocení. Nelineární váhy bylo potřeba

vytvořit z důvodu podchycení i rozdílu mezi zuby horní a dolní čelisti, neboť při použití lineárních hodnot by nebyl žádný rozdíl v identifikaci zubu jako prvního horního řezáku, nebo prvního dolního řezáku. I přes neobvyklé zvýšení shody při použití Vážené kappy oproti Nevážené kappě si myslím, že vytvoření takových vah bylo nezbytné a zkreslilo výsledné hodnoty daleko méně, než by byly zkresleny zapojením lineárních vah.

Výsledky získané z použití Fleiss kappy pro hodnocení inter-observační shody mezi všemi badateli ukázaly průměrnou shodu v první i druhé evaluaci. Na jedné straně nejsou tyto hodnoty příliš vysoké ($k=0,54$). Na druhé straně je třeba si uvědomit, že tedy u všech zubů, jež byly v rámci práce identifikovány a následně řazeny do určité kategorie, došlo z hlediska průměru vždy alespoň ke shodě dvou badatelů. To má však stejně jako ostatní použité metody pouze vypovídací hodnotu o shodě samotné a nikoliv o pravdivosti daného hodnocení. Tak se může velmi snadno stát, že badatelé dosáhli shody v určení zubu, ale oba se dopustili chyby. Podobně i výsledek může být trochu zavádějící, neboť to je v podstatě průměrná hodnota, ve které dokážeme zohlednit přidané váhy. V některých případech tedy mohlo velmi snadno docházet ke shodě všech badatelů, například v identifikaci prvních stoliček a na druhé straně se mezi sebou nemuseli shodnout také žádní badatelé, příkladem mohou být první a druhý dolní řezák. Důležité hledisko jsou také samotné váhy zapojené do výpočtu, zda jsou lineární, nelineární a v podstatě jaká je jejich konkrétní podoba. Za to už nese zodpovědnost badatel, který je navrhl. Fleiss kappa je tedy z pohledu této práce spíše doplňkovou metodou výpočtu shody a byla použita za účelem možnosti zjištění nějakého zajímavého trendu shody mezi všemi badateli. To se však neukázalo a proto už nebyla použita ani pro výpočet inter-observační shody mezi všemi badateli při sledování přítomnosti a rozsahu zubního kazu.

Při hodnocení shody přítomnosti zubního kazu na jednotlivých zubních plochách se začíná projevovat trend klesající intra-observační a inter-observační shodě. To je dáno zvyšující se obtížností identifikace a určení jednotlivých pozorovaných faktorů. Tento klesající trend můžeme vidět na Grafu 16 a 17, kde při hodnocení intra-observační shody klesla průměrná shoda z hodnoty $k=0,90$ (identifikace zubů za použití Vážené kappy) na hodnotu $k=0,82$. Zatímco u inter-observační shody klesla shoda v prvním hodnocení z $k=0,77$ na $k=0,55$ a ve druhém hodnocení z $k=0,61$. To je do jisté míry dáno tím, že se jedná o dva odlišné diagnostické postupy. Identifikace zubu je zcela něco jiného, než diagnóza onemocnění. Je potřeba zcela jiných schopností. V podstatě se jedná o přechod ze stomatologie k paleopatologii.

V následném hodnocení rozsahu zubního kazu za využití metody Vážené kappy je i nadále patrný klesající trend shody. Ve výsledcích intra-observační shody průměrný rozdíl oproti určení přítomnosti zubního kazu činí pouhou hodnotu $k=0,04$. Při sledování výsledků inter-observační shody je rozdíl znatelně větší, a to o hodnoty $k=0,11$ v prvním a $k=0,06$ ve druhém hodnocení. Tato skutečnost byla v textu zmiňována již několikrát. Hraje zde obrovskou roli strmější gradient zvyšující se náročnosti jednotlivých pozorování. To se pochopitelně více podepisuje hlavně na pozorováních obou antropologů, kteří mají s hodnocením a celkově s prací se zubními kazy menší zkušenosti. Pro zachování korektnosti je potřeba zmínit i snížení shody u Stomatologa 2, jehož celkové výsledky jsou však velmi nízké. V žádném případě se nejednalo o začínajícího studenta, ale o zkušeného badatele s dlouholetou praxí v oboru. Jeho velmi nízké shody se pokusím interpretovat dále v textu.

Velmi specifickou podkapitolou ve výsledcích byla část věnující se evaluaci shody badatelů v jistotě jejich hodnocení přítomnosti a rozsahu zubního kazu. Samotná jistota hodnocení je velmi podstatnou složkou většiny antropologických analýz, jako například odhady věku, pohlaví a výšky postavy. V jejich případě používáme v protokolech různých druhů

závorek pro vyjádření jistoty. V závěru si stejně však musíme vybrat, zda s údajem budeme pracovat, či nikoliv. Proto, když uvidím, že badatel ohodnotil zubní kaz s vyšší nejistotou, tak ho mohu ze své další analýzy vyškrtnout. Podstatnou částí této sub-kapitoly byla hlavně intra-observační shoda, neboť sledování shody v jistotě dvou hodnocení stejného badatele má pro nás daleko přínosnější informaci, než shoda v jistotě hodnocení mezi dvěma odlišnými badateli. Nicméně i zde je zajímavé podívat se, do jaké míry se badatelé v jistotě hodnocení od sebe odlišovali a zda na to měl nějaký vliv obor, ze kterého pocházejí. Předem byla očekávána větší jistota, tedy i shoda v jistotě prvního a druhého hodnocení u stomatologů. Stomatolog 2 tento předpoklad narušil svými celkově nízkými výsledky, které se tohoto trendu držely i zde. Naopak *výborného* výsledku dosáhl Stomatolog 1 s hodnotou shody $k=0,95$ a intervalem spolehlivosti $0,95-0,95$. Oproti tomu na obou výsledcích obou antropologů bylo možné spatřit náznaky neshody v jistotě, která právě může plynout z malých zkušeností s prací se zubními kazy jako takovými. I přes tento velký handicap dosáhli Antropolog 1 výsledku $k=0,78$ a Antropolog 2 $k=0,71$, což je v obou případech *podstatná* shoda. Z výsledků inter-observační shody pak může vidět obrovský rozdíl v jistotě mezi jednotlivými badateli. Dobře patrné je to už na faktu, že ani jedna výsledná shoda nedosáhla hodnoty $k=0,50$. Ani v jednom případě tedy badatelé nedosáhli alespoň poloviční shody v jistotě hodnocení mezi sebou. Nicméně alespoň zde se potvrdil předpoklad vyšší shody badatelů ze stejného oboru, kdy v prvním hodnocení dosáhla nejlepšího výsledku dvojice antropologů a dvojice stomatologů měla o několik setin nižší výslednou shodu. Zatímco ve druhém hodnocení se pozice obrátily.

Výsledky získané ze sledování shody v hodnocení přítomnosti zubního kazu mezi jednotlivými badateli a rentgenovými snímky dosahovaly u všech badatelů nízkých hodnot. V tom může hrát roli i velikost souboru, neboť snímky byly záměrně vybrané, aby přítomnost a

rozsah kavity na nich byly zcela patrné na první pohled. Z tohoto důvodu je kontrolní soubor RTG snímků tak malý. Z velikosti souboru plyne problém, velký rozsah intervalu spolehlivosti, který se u Antropologa 1 v prvním hodnocení a Stomatologa 2 ve druhém hodnocení dostává dokonce do záporných hodnot. Na druhé straně, i když se bude řídit podle maximálních hodnot, co interval spolehlivosti nabízí, tak jsou hodnoty shody poměrně malé. Často se zde objevují odchylky při určování rozsahu kavity v jednom až dvou stupních rozsahu zubního kazu jako například zubní kaz dosahoval fáze 6 dle Tabulky 2 a badatel ho hodnotil jako fázi 4. Taková to chyba je zcela pochopitelná, zvláště když badatel nemá možnost přesně změřit hloubku, do jaké zubní kaz zasahuje, ani použít jiné metody hodnocení zubních kazů. Na druhé straně se zde poměrně často objevují velmi zvláštní chyby, kdy některý z badatelů nezachytil na zubu žádný zubní kaz, ač ten dosahoval například až hodnoty 7 (destrukce celé nebo většiny korunky zubu z důvodu působení zubního kazu). Pokud by k tomu došlo jen v několika málo případech, tak by se tento jev dal interpretovat, jako přehlédnutí, špatný záznam, nebo za záměnu zubů. Bohužel k tomu docházelo častěji a dokonce u dvou stejných badatelů. V několika případech dokonce na stejných zubech. To může být také způsobeno obavou badatele z toho, že destrukce korunky mohla být způsobena jinými faktory než zubním kazem. Předpoklad je nyní takový, že takto velké odchýlení od „skutečné“ rentgenované situace je způsobeno multifaktoriálně: únavou, nesoustředěností, nejasnostmi v metodologických postupech hodnocení a faktory zmíněnými výše. Zkušenosti v tomto ohledu nemohou hrát roli, a pokud ano, tak pouze marginální. Oba badatelé jsou zkušenými odbornými pracovníky a vědci s dlouholetou praxí ve svých oborech. Ani oborová preference zde nehraje roli, neb se v jednom případě jednalo o stomatologa a ve druhém o antropologa. U jakékoliv studie je však potřeba zohlednit veškeré faktory, které mohou ovlivnit hodnocení použitých dat a tím zkreslit, nebo úplně změnit výsledky práce a jejich následnou interpretaci. A bude nutné se veškerých faktorů, jež by mohly

zasahovat do hodnocení a výsledků práce vyvarovat. To je možné vyšší kontrolou lidského faktoru a dodržení všech stanovených podmínek, jako dostatečný odpočinek, čas vyhrazený jen na dané pozorování a jeho dodržení, ač se tyto faktory mohou zdát jako banality, tak na hodnocení mohou mít velký vliv. Subjektivitu badatele lze odstranit použitím různých moderních technologií a jejich kombinací.

Nadhodnocování a podhodnocování zubních kazů podle oborů nebylo potvrzeno. Předpokladem, že antropolog bude podhodnocovat přítomnost kazů, je jeho zkušenost s post-depozičními faktory. Tento předpoklad plyne z faktu menších zkušeností stomatologů s post-depozičně alterovaným materiálem a možnost záměny zbarvení na zubu, například způsobené uložením v rakvi za zubní kaz. V případě Stomatologa 2 tento předpoklad platí, v případě Stomatologa 1 neplatí. Naopak antropologové mohou iniciální zubní kazy považovat za zbarvení způsobené uložením zubů v půdě. Když se v tomto kontextu podíváme na maximální a minimální hodnoty identifikovaných zubních kazů, uvidíme, že skutečně maximální hodnoty dosahuje Stomatolog 2 (186 zubních kazů) a minimální hodnoty Antropolog 1 (62 zubních kazů). Stomatolog 1 a Antropolog 2 tento předpoklad narušují, neboť Antropolog 2 (154 kazů) identifikoval více zubních kazů, než Stomatolog 1 (123 kazů). Otázka je, čím tento stav může být způsoben. Nejvhodnější vysvětlení se může zdát částečné proniknutí obou badatelů do druhého oboru. Stomatolog 1 se podílel na několika antropologických studiích, zatímco Antropolog 2 prodělal částečné stomatologické vzdělání. Samozřejmě vysvětlení může být daleko jednodušší a to formou náhody, nicméně v kontextu všech okolností se mi nezdá příliš relevantní. Je potřeba se také pozastavit nad výsledky Stomatologa 2. Jeho velmi nízká shoda a spolehlivost hodnocení již byla diskutována výše. Jak by však skutečně vypadlo jeho hodnocení, kdyby se podařilo eliminovat hlavní příčinu jeho nízkých výsledných hodnot. Zda stále dosahoval nejvyššího počtu identifikovaných zubních kazů, či by se počet ještě zvýšil? Zde však

není možné odpovědět bez zopakování celého výzkumu. Pokud se zpětně podíváme na Tabulky 20 – 23 zjistíme stabilitu, s jakou si badatelé počínali ve svých hodnoceních zubních kazů v prvním a druhém hodnocení. U Stomatologa 1 je stabilita neuvěřitelně vysoká. Na 3029 hodnocených zubních ploch se ve druhém hodnocení dopustil pouze tři změn oproti prvnímu hodnocení. Vysoká stabilita je také patrná u Antropologa 1, která ovšem do jisté míry pramení z velmi malého počtu identifikovaných zubních kazů. V případě Antropologa 2 a Stomatologa 2 je stabilita znatelně nižší a v jejich hodnocení došlo k řadě změn v identifikaci rozsahu jednotlivých zubních kazů. Jak již bylo několikrát zmíněno výsledky Stomatologa 2, ač mají na jednu stranu pro tuto práci velmi velký přínos, na druhou stranu jsou velmi matoucí. Jedním a patrně největším z cílů práce bylo ukázat na možnost zkreslení výsledků, ze kterého plyne špatná interpretace zkoumaného souboru a následné překroucení obrazu o minulé populaci. A právě ke zdůraznění tohoto cíle výborně posloužily výsledky hodnocení získané od Stomatologa 2. Na druhé straně nejasnost faktoru, který takovéto zkreslení mohl způsobit, vytváří lehký zmatek a nemožnost přesné interpretace všech okolností provázejících hodnocení, a také nemožnost srovnání s výsledky ostatních badatelů a vyvodit přesné závěry v otázkách vyšší shody mezi badateli ze stejného oboru a nadhodnocování zubních kazů stomatology. Na druhé straně u Antropologa 2 je vysvětlení nestability hodnocení rozsahu identifikovaných zubních kazů na místě. Jedná se o nejméně zkušeného badatele jak v práci s dentálním materiálem, tak ve svém oboru celkově.

Dalším předpokladem byla pravděpodobnost vyšší shody mezi badateli ze stejného oboru. Tento předpoklad se zakládal na oborově odlišném teoretickém a praktickém vzdělání, přístupu k vědeckému problému a zkušenostech. Pokud však důkladně prostudujeme Tabulky 24, 25 a 26 zjistíme, že tento předpoklad se nenaplnil. Shoda vyšla nejvyšší mezi Stomatologem 1 a Antropologem 1, kteří dosáhli čtyřikrát nejvyšší shody z dvanácti hodnocení. Druhá nejvyšší shoda v tomto

ohledu byla mezi Antropologem 1 a Antropologem 2. Za účelem získání hodnoty shody mezi jednotlivými badateli byly výsledky získané z kappy zprůměrovány. Zde se ani v jednom ze tří nejvyšších průměrných shod nejednalo o shodu mezi badateli ze stejného oboru. Čistě na základě této informace jsme tedy získaly dva základní výsledky:

- a) Stomatologové nenadhodnocují počet přítomných zubních kazů
- b) Míra shody není na oboru závislá

Je však potřeba si uvědomit problém, který do interpretace výsledků zanesl Stomatolog 2 svými nízkými shodami. Na druhé straně, při pohledu na Tabulku 26 zjistíme, že shoda mezi badateli ze stejného oboru je shodná. V obou případech má hodnotu $k=0,55$. Totožnost těchto výsledků je zcela jistě dána faktem, že stomatologové po celou dobu práce drželi sice nízkou, ale velmi stabilní shodu, zatímco antropologové byli ve svých výsledcích velmi variabilní. Přesná shoda obou výsledných hodnot je patrně vlivem náhody.

V souboru bylo přítomno malé množství zubních kazů. Čím by byla v souboru vyšší prevalence zubního kazu, tím by patrně byla shoda v jeho identifikaci nižší, neboť u zdravých zubů byla v určení nepřítomnosti kazu velká shoda. Tyto změny by byly velké a s velkou pravděpodobností k horšímu. Je tedy potřeba vypíchnout fakt, že výsledné hodnoty u většiny badatelů dosahují v některých hodnoceních více, v některých méně uspokojivých výsledků, ale při rozsáhlejším souboru dentice alterované zubními kazy by se tato shoda mohla více snižovat. Navíc soubory z pohřebišť mohou dosahovat několika násobně vyšších počtů a mohou být daleko méně zachované. S narůstajícím počtem a klesající zachovalostí se bude logicky snižovat spolehlivost použitých analýz a výsledků z nich získaných. Toto omezení pramení z faktu, že většinou badatel hodnotí zuby, které jsou stále umístěny v alveolární kosti. Pokud u hodnocených jedinců nedošlo k posunu dentice, nebo v ní přirozeně měli velké mezery mezi jednotlivými zuby,

tak není zcela možné vizuálně hodnotit aproximální plochy na výskyt zubních kazů. Na druhé straně si můžeme být téměř jisti, že kořen zubu nebude postižený kazem.

Další věc je samotná identifikace zubu jako takového. Přítomnost zubu v alveolu eliminuje problém identifikace téměř na nulu. V případě izolovaných zubů, které tvoří velkou část kosterních souborů, schopnost rozlišení jednotlivých zubů a jejich umístění nezbytnou součástí analýzy. Proto relevance první části této práce je dána nutnou znalostí a schopností rozeznat jednotlivé zuby právě při práci s izolovanými soubory. Zuby jsou často izolované, jak mimo jednoho jedince, tak při kumulaci více jedinců, proto je nezbytná jejich znalost např. při počítání MNI a MLNI. Mohou být také jediným indikátorem života dané minulé populace. Samozřejmě znalost zubní typologie by měla být zcela elementární znalostí každého biologického antropologa a zuby jsou pevnou součástí velké většiny analýz, které provázejí jeho práci. V kontextu předchozího textu a výše uvedených výsledků ve shodě identifikace jednotlivých zubů použitých v této práci, je třeba znovu říci, že některé typy je od sebe téměř nemožné rozeznat. To může ve velké míře způsobit rozpory ve shodě mezi jednotlivými badateli, ale i ve shodě mezi prvním a druhým hodnocením jednotlivých badatelů. Mezi tyto problematické zuby řadíme dolní první a druhý řezák, horní a dolní špičáky a někdy také druhý horní řezák. Při vyfiltrování těchto typů by shoda dosahovala mnohem vyšších hodnot. Na druhé straně vzniká otázka, zda je možné některé typy zubu jen tak vyřadit ze sledovaného souboru. Každý zub může být nositelem určité informace. Pak by bylo řešením vyřadit ze souboru jen ty problematické zuby, které by na sobě nejevily žádné alterace, ani patologie, které by bylo možno hodnotit. Vyřazením takovýchto zdravých zubů bychom se však dopustili záměrného zkreslení souboru a tím by došlo k podhodnocení zdravých zubů a zvýšením procentuálního zastoupení těch patologicky alterovaných. Opravdovým řešením tedy musí být velmi podrobná znalost

morfologických znaků jednotlivých zubů. To je do jisté míry nemožné, neboť vývoj a tvar zubů je sice velmi silně geneticky řízen, ale je také ovlivněn populační afinitou. To sice není tak velký problém v archeologických souborech pocházejících z období bez velké migrační činnosti, ale v mladších souborech se to stává velkým problémem, nehledě na recentní populace. A pokud se podíváme na problematiku identifikace problematických zubů zcela objektivně, tak zjistíme, že v častých případech jsou například oba dolní řezáky zcela totožné a není možné je bez vložení do čelisti rozlišit. Stejně tak můžeme velmi často slyšet hlavně od zkušených klinických stomatologů, že pokoušet se tyto zuby rozlišit je v podstatě nemožné a oni se o to ani nepokoušejí. Osobně si myslím, že možnosti rozpoznat druhý horní řezák, nebo horní a dolní špičák existují, tak skutečně u dolních řezáků je to někdy nemožné. Proto bych volil střední cestu. Rozhodně bych žádný zub z analýzy nevyloučil. Zuby bych se pokusil v únosných mezích identifikovat. Pokud by to nebylo možné, tak vytvořit skupinu neidentifikovatelných a s ní pak pracovat dále. Nemůže nám sice poskytnout tolik informací, jako zuby identifikované, ale i tak nám oproti zubům vyřazeným alespoň nějakou informaci poskytnout. I pokud by došlo ke zkreslení souboru špatnou identifikací, tak si myslím, že zkreslení bude daleko menší než při celkové vyřazení zubu. Možnost je také vytvořit jednu skupinu pro všechny dolní řezáky a pracovat s ní v této podobě. Hlavní je, že takto se nemusíme zabývat možnými chybami způsobenými jejich špatným zařazením a i tato skupina nám může poskytnout všechny relevantní informace pro další analytické postupy.

Hodnocení intra-observační a inter-observační shody by mělo být součástí všech prací, ve kterých se hodnotí za použití analytických metod nějaký soubor (např. Gunst et al., 2003; Li et al., 2012; Mesotten et al., 2002; Olze et al., 2010; Prieto et al., 2004). Je také mnoho studií, které sledují tyto shody při testování nově navržených metod pro ověření jejich citlivosti a spolehlivosti (např. Alwas-Danowska et al., 2002; Bland &

Altman, 1986; Jakobsson & Westergren, 2005; Landis & Koch, 1977; Naitoh et al., 1998). Bohužel studie kompletně zaměřená na sledování shody pro ověření relevance dlouhodobě používaných a neověřených metod a upozornění na možnosti jejich zkreslení se téměř neobjevují. Na jedné straně je to nepříjemný druh práce, neboť částečně zpochybňuje a vyvrací minulé práce kolegů a dalších badatelů z příbuzných oborů. Což může vyvolat vlnu nevole vůči osobě, která takovéto práce produkuje, a také můžeme narazit na nechuť se na takovéto práci podílet, neboť badatelé mohou mít dojem, že chceme testovat a ověřovat jejich znalosti a ty následně označovat za nedostatečné. Skutečnost však v žádném případě taková není a studie tohoto typu jsou velmi důležité a přínosné. Jedny z mála těchto prací publikovala švédská autorka Liebe-Harkort s kolektivem (2010, 2011). Ta se však zabývá nejenom sledováním validity a spolehlivosti vizuálního hodnocení zubních kazů, ale také intra-observační a inter-observační shodou mezi badateli při čtení rentgenových snímků. Celou práci potom opírá o výbrusy použitých zubů pro stoprocentní ověření přítomnosti zubních kazů a jejich rozsahu. I přes metodologické rozdíly mezi publikací Liebe-Harkort a touto prací došly obě studie k jednomu stejnému závěru. Jedná se o vyšší inter-observační shodu během druhého hodnocení. Toto bylo shodně pozorováno v obou pracích, jen s tím rozdílem, že švédští autoři zaznamenali i vyšší shodu druhého hodnocení s výsledky získanými z výbrusů zubů. Na druhé straně jsme také došli ke dvěma rozdílným výsledkům. První, že v této práci se nepotvrdil předpoklad vyšší identifikace zubních kazů stomatology a ve druhé práci ano. Druhým rozporem mezi studiemi je nízká intra- a inter-observační shoda mezi morfoskopickým a radiologickým hodnocením nejméně zkušeného badatele potvrzená u Liebe-Harkort. To je naprosto logický a očekávatelný závěr, nicméně tato studie ho nepotvrzuje. Tím se opět dostáváme k vlivu Stomatologa 2, který ve všech krocích způsobuje odchylku. To ale není jediný důvod proč nejméně zkušený badatel (Antropolog 2) nemá nejnižší shodu, neboť jak je patrné z výsledků, tak se velmi často se svojí výslednou shodou

dostává i před Antropologa 1 a dosahuje tedy druhé a v několika případech i nejvyšší shody. Zde se může jednat jak o náhodu, tak o kombinaci vzdělání, které badatel prodělal. Možné je také uvažovat, že určitou roli hrál i čas věnovaný hodnocení jednotlivých zubů.

Předkládaná diplomová práce přináší jedinečné výsledky z oblasti hodnocení shody mezi badateli. Takovéto výzkumy se nejvíce uplatňují v experimentálních vědách, kde je zvláště kladen důraz na přesnost (Garpet & Last, 2005; Kiserund et al., 1999; Sim & Wright, 2005), dále například v technických oborech (např. Alwas-Danowska et al., 2002; Keller et al., 2003) a v dalších přírodovědných disciplínách (Palmeirim, 1998). Práce takového typu se příliš nevyskytují, pokud ano jejich primární zaměření je jiné a hodnocení shody používají jako nástroj pro ověření výsledků. Pokud se však už takováto práce objeví, tak se odlišuje výsledky. Ve smyslu predikovaných závěrů založených na předchozích studiích jsme v této práci došli k zcela opačným výsledkům. Hlavní důvodem rozličných výsledků je nejpravděpodobněji částečné zapojení dvou badatelů účastnících se výzkumu do druhého vědeckého oboru. To je také v podstatě jediný relevantní způsob jak vysvětlit výsledky identifikovaných přítomných kazů a shody mezi badateli ze stejného oboru. Podobné je to i s výsledky sledované intra-observační a inter-observační shody. Patrně nikdo neočekával, že výsledné shody budou v některých analýzách dosahovat tak nízkých hodnot. Nicméně v tom je právě přednost této práce. Úkolem bylo dokázat nejednoznačnost v hodnocení dentálních kazů, která je způsobená metodologickou absencí v diagnostikování kazů v osteologii, obtížnosti až nemožností hodnocení iniciálních kazů, ze kterých mohou plynout nesprávné interpretace a závěry. To se zde ukázalo na výsledcích několika ve svých oborech velmi uznávaných badatelů. Proto doufám, že to bude dostatečně silný podnět k tomu se zamyslet, nad celkovým přístupem k hodnocení dentice z archeologických souborů. Neboť nejčastěji používaný analytický nástroj, zrak se ukazuje jako nedostatečný a takto prováděná analýza se také

ukazuje jako snadno zkreslitelná. Do vizuální analýzy se také silně promítá subjektivita a zkušenosti. V některých případech je také badatel nucen hádat, zda je kaz skutečně přítomen, popřípadě jakého dosahuje rozsahu. Nejvíce je tento problém patrný u iniciálních kazů, kde se skutečně může jednat o hádání, zda je zubní kaz přítomen, či nikoliv. To vede k záměrnému vyhýbání se a nehodnocení těchto typů kazů, což ale silně mění zjištěný zdravotní stav hodnoceného souboru. Proto je velmi důležité kombinovat několik analytických metod. Nejlépe se zatím jeví kombinace vizuálního hodnocení, použití metod na bázi rentgenového záření a doplnění o metody schopné rozeznat iniciální zubní kazy (ultrazvukové, nebo pracující na základě různých světelných spekter). Zajímavou a přínosnou metodou by také byla *Computer- Aided Radiographic Method (CARM)* pracující na bázi nasnímání celého zubu a interobjektivního posouzení na základě srovnání snímků s databází uloženou v počítači. Snímkování i srovnání je prováděno počítačem. Jediný problém je doplnit databázi o snímky a projevy alterace zubů post-depozičními procesy, neboť tato metoda nebyla navržena pro antropologické účely.

10 ZÁVĚR

Tým dvou stomatologů a dvou antropologů hodnotil za použití vizuální perspektivy soubor izolovaných zubů z vrcholně středověkého a novověkého hřbitova z lokality Plzeň „U Zvonu“ za účelem identifikace zubu, jeho zařazení do čelisti, určení přítomnosti zubního kazu a jeho rozsahu. Obě hodnocení zaměřená na zubní kazy byla navíc podpořena záznamem jistoty, s jakou jednotliví badatelé daná hodnocení prováděli. Ze získaných dat jsme za pomoci Cohenovy kappy a Flaissovy kappy vypočítali intra-observační a inter-observační shodu. Výsledky ukazují nejvyšší shodu u identifikace zubu. Dále to bylo zařazení zubu do čelisti, následované přítomností zubního kazu, hodnocení jeho rozsahu a

nejnižší shoda byla dosažena při srovnání jistoty, s jakou badatelé prováděli jednotlivá hodnocení. Na těchto výsledcích je patrný trend snižující se shody s rostoucí obtížností a subjektivností provedených hodnocení. Samotná intra-observační shoda je až na výjimku Stomatologa 2 ve všech případech relativně vysoká natolik aby se s takovými hodnotami dalo pracovat. Na druhé straně inter-observační shoda dosahuje ve značném počtu výsledných shod velmi malé hodnoty. Akceptovatelné jsou jen shody v identifikaci zubu a v některých případech v řazení zubu do čelisti a identifikaci zubního kazu. Je však potřeba si uvědomit, že dobrá shoda nutně neznamená také správné hodnocení. Shoda může být i vysoká na základě chybných diagnostických rozhodnutí.

Na základě výsledků musíme zamítnout předpoklad vyšší shody mezi badateli ze stejného oboru. Při výpočtu průměrných hodnot inter-observační shody z Nevážené a Vážené kappy vyšlo, že hodnoty shody mezi badateli ze stejného oboru nejsou nijak výrazně vysoké. Větší shoda se spíše objevuje u badatelů z jiných oborů. Průměrné hodnoty inter-observační shody mezi badateli ze stejného oboru jsou u antropologů $k=0,55$ a u stomatologů $k=0,55$. Míra shody je tedy totožná, ale v konečném přehledu je druhá nejnižší. Nejnižší je průměrná hodnota shody, které dosáhli Stomatolog 2 x Antropolog 1 ($k=0,43$). V tomto ohledu nejvyšší průměrné inter-observační shody ve všech hodnoceních dohromady dosáhli Stomatolog 1 x Antropolog 2 ($k=0,61$). Druhý nejvyšší počet shod mají pak Antropolog 1 x Antropolog 2. což je zajímavé z pohledu procentuální sumy, kde byla jejich shoda druhá nejhorší. To může být do jisté míry překvapující, neboť při dosažení třikrát nejlepší shody musely být ostatní výsledné shody dosti nízké.

V otázce možného nadhodnocování a podhodnocování zubních kazů mezi badateli ze dvou různých vědních/medicínských oborů můžeme konstatovat, že v naší studii se tato možnost nepotvrdila. Je sice pravda, že Antropolog 1 se svým hodnocením zubních kazů (65; 62)

splňuje předpoklad podhodnocení přítomných zubních kazů. Podobně Stomatolog 2 (186; 166) splňuje předpoklad nadhodnocení zubních kazů v souboru oproti antropologům. Jsou zde však ještě Stomatolog 1 a Antropolog 2, kteří svými hodnoceními tento předpoklad vyvrací, neboť Antropolog 2 dosáhl při evaluaci vyšší výsledné hodnoty identifikovaných zubních kazů v souboru než Stomatolog 1.

Sledována byla také shoda mezi výsledky jednotlivých badatelů a menším referenčním souborem vybraných rentgenových snímků. V tomto ohledu shoda dosahovala velmi malých hodnot a pouze v jednom případě přesáhla hranici $k=0,50$ (Antropolog 2: $k=0,58$). Je však třeba brát zřetel na velmi malý použitý soubor, díky kterému jsme získali velmi široký interval spolehlivosti. To mohlo být způsobeno několika faktory navrženými a diskutovanými výše v textu.

Veškeré výsledné hodnoty intra-observační a inter-observační shody není možné brát jako rigidně vypovídající o kvalitách provedených hodnocení, neboť výsledky nemohly být přesně ověřeny. Smyslem bylo poukázat na možnost odlišného hodnocení dentálního souboru různými badateli za použití výhradně vizuální inspekce. Předmětem tedy nebylo hodnocení jednotlivých badatelů, ale metody jako takové. Získané výsledky ukázaly její velmi malou jistotu a spolehlivost při samostatném využití a tedy vysokou pravděpodobnost možného zkreslení interpretace souboru. Jakékoliv hodnocení dentálního souboru by se tedy mělo opírat o kombinaci více diagnostických metod, neboť samotná dentice je nositelem množství zásadních informací a její ztrátou či zkreslením se připravujeme o důležitý díl skládky, která nám pomáhá odhalovat život minulých populací.

11 LITERATURA

Alwas-Danowska HM, Plasschaert AJM, Suliborski S, Verdonschot EH. 2002. Reliability and validity issues of laser fluorescence measurements in occlusal caries diagnosis. *Journal of Dentistry* 30: 129-134.

Angnes G, Angnes V, Grande RHM, Battistella M, Loguercio AD, Reis A. 2005. Occlusal caries diagnosis in permanent teeth: an *in vitro* study. *Braz Oral Res* 19: 243-248.

Arnold FA, Dean HT, Jay P, Knutson JW. 1956. Effect of Fluoridated Public Water Supplies Dental Caries Prevalence. *Public Health Reports*: 652-658.

Banerjee A, Kidd EAM, Watson TF. 2000. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. *Journal of Dentistry* 28: 179-186.

Barrett JC. 2011. The Neolithic Revolution: an ecological perspective. In: Hadjikoumis A, Robinson E, Viner S, editors. *The Dynamics of Neolithisation in Europe*. Oxbow books: 66-90.

- Bělohlávek M. 1965. Dějiny Plzně I. Od počátků do roku 1788. Plzeň: Západočeské nakladatelství.
- Bland JM, Altman DG. 1986. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*: 307-310.
- Bowers CM. 2004. Forensic dental evidence, An investigator's handbook. London: Elsevier.
- Bruzek J, Murail P, Houet F, Cleuvenot E. 1994. Inter- and intra-observer errors in pelvic measurement and its implication for the methods of sex determination. *Antropologie* 32/3: 215-222.
- Bruzek J. 1996. Interprétation biologique de séries archéologiques. Impact d'une diagnose sexuelle erronée á partir de simulation dans un échantillon de sexe connu. *L'identité des populations archéologiques* 16: 415-425.
- Buikstra JE, Ubelaker DH. 1994. Standards For Data Collection From Human Skeletal Remains. Arkansas Archeological Survey Research Series No. 44.
- Carletta JC. 1996. Assessing agreement on classification tasks: the kappa statistic. *Computational Linguistics* 22/2: 249-254.
- Cohen J. 1960. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement* 20/1: 37-46.
- Cohen J. 1968. Weighted kappa: nominal scale agreement with provision for scale and disagreement or partial credit. *Psycho. Bull.* 70/4: 213-220.

- Chung CS, Witkop CJ, Henry JL. 1964. A Genetic Study of Dental Caries with Special Reference to PTC Taste Sensitivity. *American Journal of Human Genetics* 16/2: 231-245.
- Deter CA. 2009. Gradient of Occlusal Wear in Hunter-Gatherers and Agriculturalists. *American Journal of Physical Anthropology* 138: 247-254.
- Dowker SEP, Elliott JC, Davis GR, Wilson RM, Cloetens P. 2006. Three-dimensional study of human dental fissure enamel by synchrotron X-ray microtomography. *Eur. J. Oral Sci.* 114: 35 -359
- Eshed V, Gopher A, Hershkovitz I. 2006. Tooth Wear and Dental Pathology at the Advent of Agriculture: New Evidence From the Levant. *American Journal of Physical Anthropology* 130: 145-159.
- Fejerskov O. 2004. Changing Paradigms in Concepts on Dental Caries: Consequences for Oral Health Care. *Caries Research* 38: 182-191.
- Feinman G, Neitzel J. 1984. Too Many Types: An Overview of Sedentary Prestate Societies in the Americas. *Advances in Archeological Method and Theory* 7: 39-85.
- Fleiss JL. 1971. Measuring Nominal Scale Agreement Among Many Raters. *Psychological Bulletin* 76/5: 378-382.
- Galeta P. 2013. Ústní sdělení
- García-Closas R, García-Closas M, Serra-Majem L. 1997. A cross-sectional study of dental caries, intake of confectionery and foods rich in starch and sugars, and salivary counts of *Streptococcus mutans* in children in Spain. *Am. J. Clin. Nutr.* 66: 1257-1263.

- Garpet R, Last J. 2005. The adult human occipital bone: Measurement variance and observer error. In Zakrzewski SR, Clegg M, editors. Proceedings of the Fifth Annual Conference of the British Association for Biological Anthropology and Osteoarchaeology. BAR International Series 1383: 119-122.
- Gunst K, Messoten K, Carbonez K, Willems A. 2003. Third molar root development in relation of chronological age: a large sample sized retrospective study. Forensic Science International 136: 52-57.
- Hejnic J, Polívka M. 1987. Plzeň v husitské revoluci. Hilaria Litoměřického „Historie města Plzně“, její edice a historický rozbor. Praha.
- Hillson S. 1996. Dental Anthropology. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hillson S. 2001. Recording Dental Caries in Archaeological Human Remains. International Journal of Osteoarchaeology 11: 249-289.
- Hillson, S. 2005. Teeth. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hillson S. 2008. Dental Pathology. In: Katzenberg MA, Saunders SR, editors. Biological Anthropology of the Human Skeleton, Second Edition. John Wiley & sons: 301-341.
- Hopcraft MS, Morgan MV. 2005. Comparison of radiographic and clinical diagnosis of approximal and occlusal dental caries in a young adult population. Community Dent Oral Epidemiol 33: 212-218.
- Infante PF, Russell AL. 1974. An Epidemiologic Study of Dental Caries in Preschool Children in the United States by Race and Socioeconomic Level. J Dent Res: 393-396.
- Ismail AI. 1997. Clinical diagnosis of precavitated carious lesions. Community

Dent Oral Epidemiol 25: 13-23.

Jacobsson U, Westergren A. 2005. statistical methods for assessing agreement for ordinal data. Scand. J. Caring. Sci. 19: 427-431.

Jarošová I. 2006. Dental Caries from Osteological Material from Znojmo-Hradiště. Česká Stomatologie 106/1: 9-16.

Jarošová I. 2010. Dentice Jedinců z Krumlovského lesa (MMK II). In: Oliva M. editor. Pravěké Hornictví v Krumlovském lese. Moravské Zemské Muzeum: 409-418.

Kaidonis J. 2009/2010. Eroze a opotřebování zubů – antropologický pohled. Prophylaxis dialogue: 4-7.

Karlsson L. 2010. Caries Detection Methods Based on Changes in Optical Properties between Healthy and Carious Tissue. International Journal of Dentistry 2010: 1-9.

Keenleyside A. 2008. Dental Pathology and Diet at Apollonia, a Greek Colony on the Black Sea. International Journal of Osteoarchaeology 18: 262-279.

Keller TM, Rake A, Michel SCA, Seifert B, Efe G, Treiber K, Huch R, Marincek B, Kubik-Huch RA. 2003. Obstetric MR Pelvimetry: Reference Values and Evaluation of Inter- and Intraobserver Error and Intraindividual Variability. Radiology 227/1: 37-43.

- Kilian J, Vlček E. 1989. Age determination from teeth in the adult. In: Iscan YM, editors. Age markers in the human skeleton, Springfield, Ch. Thomas Publisher: 255-275.
- Kiserud T, Saito T, Ozaki T, Rasmussen T, Hanson MA. 1999. Validation of diameter measurements by ultrasound: intraobserver and interobserver variations assessed in vitro and in fetal sheep. *Ultrasound Obstet. Gynecol* 13: 52-57.
- Klein H, Palmer CE. 1938. Studies on Dental Caries. Sex Differences in Dental Caries Experience of Elementary School Children. *Public Health Reports* 53: 1685-1732.
- Koch GG, Landis JR, Freeman JL, Freeman DH, Lehnen RG. 1977. A General Methodology for the Analysis of Experiments with Repeated Measurement of Categorical Data. *Biometrics* 33/ 1: 133-158.
- Kohn MJ, Schoeninger MJ, Barker WW. 1999. Altered states: Effects of diagenesis on fossil tooth chemistry. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 68: 2737-2747.
- Kovačiková L, Brůžek J. 2008a. Stabilní izotopy a bioarcheologie – výživa a sledování migrací v populacích minulosti (1). *Živa* 1: 42-45.
- Kovačiková L, Brůžek J. 2008b. Stabilní izotopy a bioarcheologie – výživa a sledování migrací v populacích minulosti (2). *Živa* 2: 87-90.
- Landis JR, Koch GG. 1977. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics* 33/ 1: 159-174.
- Larsen CS, Shavit R, Griffin MC. 1991. Dental Caries Evidence for Dietary Change: An Archaeological Context. *Advances in Dental Anthropology*: 179-202.

- Larsen CS. 1995. Biological Changes in Human Population with Agriculture. *Annu Rev Anthropol* 24: 185-213.
- Larsen CS. 1999. *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Layton R, Foley R, Williams E. 2001. The Transition between Hunting and Gathering and the Specialized Husbandry of Resources. *Current Anthropology* 32: 255-274.
- Lee RB. 1968. What Hunters Do for a Living, or, How to Make Out on Scarce Resources.
- Lee S, Lee UY, Han SH, Lee SS. 2011. Forensic odontological examination of a 1500 year-old human remain in ancient Korea. *J Forensic Odontostomatol* 29: 8-13
- Li G, Ren J, Zhao S, Liu Y, Li N, Wu W, Yuan S, Wang H. 2012. Dental age estimation from the developmental stage of the third molars in western Chinese population. *Forensic Science International* 219: 158-164.
- Lin L, Hedayat AS, Sinha B, Yang M. 2002. Statistical Methods in Assessing Agreement: Models, Issues, and Tools. *Journal of the American Statistical Association* 97: 257-270.
- Liebe-Harkort C, Ástvaldsdóttir Á, Tranaeus S. 2010. Quantification of Dental Caries by Osteologists and Odontologists – A Validity and Reliability Study. *International Journal of Osteoarchaeology* 20: 525-539.

- Liebe-Harkort C, Ástvaldsdóttir Á, Tranaeus S. 2011. Visual and Radiographic Assessment of Dental Caries by Osteologists: A Validity and Reliability Study. *International Journal of Osteoarchaeology* 21: 55-65.
- Lovejoy CO. 1985. Dental Wear in the Libben Population: Its Functional Pattern and Role in the Determination of Adult Skeletal Age at Death. *American Journal of Physical Anthropology* 68: 47-56.
- Lubell D, Jackes M, Schwarcz H, Knyf M, Meiklejohn Ch. 1994. The Mesolithic – Neolithic Transition in Portugal: Isotopic and Dental Evidence of Diet. *Journal of Archaeological Science* 21: 201-216.
- Lukacs J. R. 1996. Sex Differences in Dental Caries Rates With the Origin of Agriculture in South Asia. *Current Anthropology* 37: 147-153.
- Lukacs JR. 2008. Fertility and Agriculture Accentuate Sex Differences in Dental Caries Rates. *Current Anthropology* 49: 901-914.
- Marthaler TM. 2004. Changes in Dental Caries 1953–2003. *Caries Research* 38: 173-181.
- Martinovský I, Douša J. 2004. Dějiny Plzně v datech: od prvních stop osídlení až po současnost. Praha: Nakladatelství Lidové noviny.
- Mencl V. 1946. Plzeň, výkop v kostelíku špitálu sv. Maří Magdaleny „U Zvonu“. Zpráva o místní poradě 17. a 18. V., archiv ArÚ AVČR v Praze, čj. 2551/46.
- Messoten K, Gunst K, Carbonez A, Willems G. 2002. Dental age estimation and third molars: a preliminary study. *Forensic Science International* 129: 110-115.
- Minozzi S, Manzi G, Ricci F, Lernia S, Tarli SMB. 2003. Nonalimentary Tooth Use in Prehistory: An Example From Early Holocene in Central Sahara

- (Uan Muhuggiag, Tadrart Acacus, Libya). *American Journal of Physical Anthropology* 120: 225-232.
- Molnar P. 2008. Dental Wear and Oral Pathology: Possible Evidence and Consequences of Habitual Use of Teeth in a Swedish Neolithic Sample. *American Journal of Physical Anthropology* 136: 423-431.
- Naitoh M, Yuasa H, Toyama M, Shiojima M, Nakamura M, Ushida M, Iida H, Hayashi M, Aiji E. 1998. Observer Agreement in the detection of proximal caries with direct digital intraoral radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 85: 107-112.
- Nelson GC, Lukacs JR, Yule P. 1999. Dates, Caries, and Early Tooth Loss During the Iron Age of Oman. *American Journal of Physical Anthropology* 108: 333-343.
- Nevill A, Atkinson G. 1997. Comment on the use of concordance correlation to assess the agreement between two variables. *Biometrics* 53/2: 775-777.
- Nyvad B, Fejerskov O. 1997. Assessing the stage of caries lesion activity on the basis of clinical and microbiological examination. *Community Dent Oral Epidemiol.* 25: 69-75.
- Olze A, Solheim T, Schultz R, Kupfer M, Schmeling A. 2010. Evaluation of the radiographic visibility of the root pulp in the lower third molars for the purpose of forensic age estimation in living individuals. *Int. J. Legal. Med.* 124: 183-186.
- Palmeirim JM. 1998. Analysis of skull measurements and measurers: Can we use data obtained by various observers? *Journal of Mammalogy*: 79/3, 1021-1028.
- Pankowská A. 2013. Ústní sdělení

- Pinhasi R, Stock JT, editors. 2011. Human Bioarchaeology of the Transition to Agriculture. Wiley-Blackwell.
- Piovesan Ch, Mendes FM, Antunes JLF, Ardenghi TM. 2011. Inequalities in the distribution of dental caries among 12-year-old Brazilian schoolchildren. *Braz Oral Res* 25: 69-75.
- Pitts NB. 2001. Clinical Diagnosis of Dental Caries: A European Perspective. *Journal of Dental Education* 65: 972-978.
- Pretty IA. 2006. Caries detection and diagnosis: Novel technologies. *Journal of Dentistry* 34: 727 – 739.
- Price, TD. 2000. *Europe's First Farmers*, Cambridge (CUP).
- Prieto JL, Barbería E, Ortega R, Magana C. 2005. Evaluation of chronological age based on third molar development in the Spanish population. *Int. J. Legal. Med.* 119: 349-354.
- Reisine ST, Psoter W. 2001. Socioeconomic Status and Selected Behavioral Determinants as Risk Factors for Dental Caries. *Journal of Dental Education* 2001. 1009-1016.
- Rushton VE, Horner K, Worthington HV. 2001. Screening panoramic radiology of adults in general dental practice: radiological findings. *British Dental Journal* 190: 495-501.
- Schiebl J. 1918. Z naší Plzně. U zlatého zvonu. *Český deník*.
- Schuster Ch. 2004. A note on the interpretation of weighted kappa and its relations to other rater agreement statistics for metric scales. *Educational and Psychological Measurement* 64/2: 243-253.

- Scott GR, Turner CG. 1988. Dental Anthropology. *Ann Rev Anthropol* 17: 99-126.
- Scott GR, Turner CG. 1997. The anthropology of modern human teeth, Dental morphology and its variation in recent human populations. Cambridge: Cambridge University Press.
- Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. 2007. Dental caries. *Lancet* 369: 51-59.
- Sheiham A. 2006. Dental caries affects body weight, growth and quality of life in pre-school children. *British Dental Journal* 201: 265-266.
- Sheiham A, Bönecker M. 2008. Exploring the association of dental caries with social factors and nutritional status in Brazilian preschool children. *European Journal of Oral Sciences* 116: 37-43.
- Shelley RS, De Vito C, Katzenberg MA. 1997. Dental Caries in Nineteenth Century Upper Canada. *American Journal of Physical Anthropology* 104: 71-87.
- Shuler CF. 2001. Inherited Risk for Susceptibility to Dental Caries. *Journal of Dental Education* 65/10: 1038-1045.
- Sim J. Wright CC. 2005. The Kappa Statistic in Reliability Studies: Use, Interpretation, and Sample Size Requirements. *Physical Therapy* 85: 257-268.
- Strnad J. 1883. M. Šimona Plachého z Třebnice Paměti Plzeňské. Plzeň.
- Strnad J. 1891. Listář královského města Plzně a druhy poddaných osad I. 1300-1450. Plzeň.
- Ubelaker DH. 1987. Estimating Age at Death from Immature Human Skeletons: An Overview. *Journal of Forensic Science* 32: 1254-1263.

- Viera AJ, Garrett JM. 2005. Understanding Interobserver Agreement: The Kappa Statistic. *Fam. Med.* 37/5: 360-363.
- Waldron T. 2009. *Paleopathology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Warriner C, Cappellini E, Teoh KY, Collins MJ, Gilbert MTP, Rühli F. 2012. Dental Calculus: A novel biomolecular reservoir of ancient dietary and health indicators. In: *The 2012 Society for American Archaeology meetings in Memphis, USA*.
- Weiss E. 2009. *Bioarchaeological science. What we have learned from human skeletal remains*. New York: Nova Science Publishers.
- Wesolowski V. 2006. Caries prevalence in skeletal series - Is it possible to compare? *Mem Inst Oswaldo Cruz* 101: 139-145.
- Zangoeei Mb, Fasihinia H, Khalesi M, Gholami L. 2011. Dental Caries Diagnostic Methods. *DJH* 2/1.
- Zvelebil M. 1986: *Hunters in transition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zvelebil M. 2001. The agricultural transition and the origins of Neolithic society in Europe. *Documenta Praehistorica XXVIII*: 1-26.
- Zvelebil M. 2002. The Invention Of HunterGatherers in Seventeenth Century Europe? *Archaeological Dialogues* 9: 123-129.
- Zvelebil M. 2009. Choice and Necessity. A View from the Old World on the Origins and Dispersal of Agriculture. *Current Anthropology* 50: 699-702.
- Zápotocká M. 2007. Neolit. In: Pavlů I, editor. *Archeologie pravěkých Čech*. Praha: Archeologický ústav AV ČR.

12 PŘÍLOHY

Seznam tabulek:

Tabulka 1. Protokol pro záznam jednotlivých hodnocení

Tabulka 2. Stupně pro hodnocení rozsahu zubního kazu

Tabulka 3. Stupně pro hodnocení jistoty

Tabulka 4. Váhy pro hodnocení identifikace zubů

Tabulka 5. Váhy pro hodnocení rozsahu zubního kazu

Tabulka 6. Váhy pro hodnocení jistoty

Seznam obrázků:

Obrázek 1. Alterace skloviny působením post-depozičních vlivů (1)

Obrázek 2. Alterace skloviny působením post-depozičních vlivů (2)

Obrázek 3. Iniciální zubní kaz s přechodem do kavity

Obrázek 4. Zubní kaz ve formě kavity

Tabulka 4: Stupně pro hodnocení jistoty

| Jistota hodnocení kazu |
|----------------------------|
| 0 – určitě zdravý povrch |
| 1 – pravděpodobně bez kazu |
| 2 – sporné hodnocení |
| 3 – pravděpodobný kaz |
| 4 – určitě přítomný kaz |

Tabulka 5: Váhy pro hodnocení identifikace zubu

| | | Maxilla | | | | | | | | Mandibula | | | | | | | |
|-----------|----|---------|----|---|----|----|----|----|----|-----------|----|---|----|----|----|----|----|
| | | I1 | I2 | C | P3 | P4 | M1 | M2 | M3 | I1 | I2 | C | P3 | P4 | M1 | M2 | M3 |
| Maxilla | I1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| | I2 | 1 | 0 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| | C | 2 | 2 | 0 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| | P3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 |
| | P4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 |
| | M1 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 0 | 2 | 1 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| | M2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 0 | 1 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| | M3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| Mandibula | I1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 0 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| | I2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 1 | 0 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| | C | 3 | 3 | 1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 0 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| | P3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 3 | 3 | 2 |
| | P4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 | 3 | 3 | 2 |
| | M1 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 0 | 2 | 1 |
| | M2 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 0 | 1 |
| | M3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 |

Tabulka 6: Váhy pro hodnocení rozsahu zubního kazu

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 6 | 6 | 5 | 4 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

Tabulka 7: Váhy pro hodnocení jistoty

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |