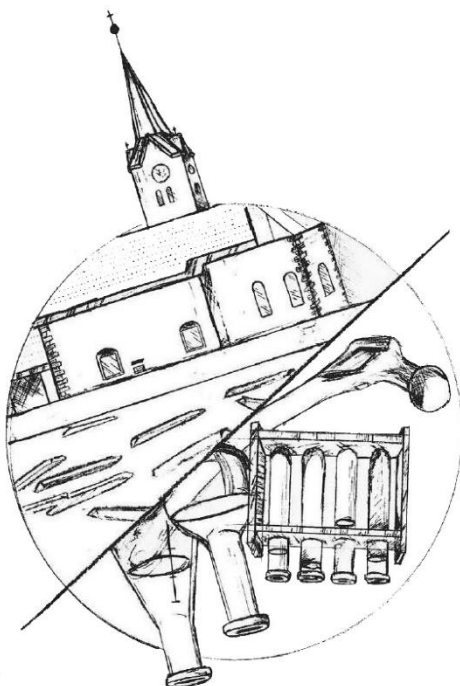


# Arheofuzija



**Projekt Vitrina meseca 10, 12. december 2019**

**Oddelek za arheologijo**

**Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani**

**Knjižnica Oddelka za arheologijo**

**Avtorji razstave:** Pia Hudournik, Peter Kočman, Mateja Remžgar, Bernarda Sjekloča, Brina Zagorc

**Oblikovanje kataloga:** Mateja Remžgar, Brina Zagorc

**Naslovnica:** Bernarda Sjekloča

**Recenzentka:** doc. dr. Tina Milavec

**Vodje projekta:** Danijela Udovič, asist. Manca Vinazza, asist. dr. Tamara Leskovar

## **UVOD**

### ***Bernarda Sjekloča***

Deseta Vitrina meseca z naslovom Arheofuzija je nastala v sklopu projekta Inovativni pristopi k antropološkim analizam materialne dediščine. Sodelovali smo strokovni sodelavci in študentje Oddelka za arheologijo Filozofske fakultete in Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani.

Znotraj projekta smo antropološko in kemijsko analizirali kostni material z Muljave, kjer so leta 2016 potekale obsežnejše arheološke raziskave južno od cerkve. Župnija Krka - Muljava je namreč želela razširiti pokopališče. Odkrito je bilo grobišče s 131 grobovi iz 9.–11. stoletja. Skupno je bilo do sedaj v antropološki analizi prepoznanih 129 posameznikov, ki so bili pokopani v 123 grobovih (slika 1).



*Slika 1: Pogled na izkopno polje (Rok Valič; Geavis d.o.o., 2016).*

Katalog in vitrina sta deljena na tri dele. Najprej je predstavljen arheološki material iz grobnih kontekstov. Sledi predstavitev metode dela z rezultati antropološke analize kostnega materiala. V zadnjem delu pa so opisane kemijske analize, ki smo jih izvedli v sklopu projekta ter njihovi rezultati.

## **ARHEOLOŠKA SLIKA GROBIŠČA MULJAVA**

***Pia Hudournik***

O drugi polovici 10. stoletja na območju današnjega jugovzhodnega dela osrednje Slovenije tako z arheološkega kot zgodovinskega vidika ni veliko znanega, saj so arheološke najdbe iz tega časa maloštevilne. Do novih odkritij je prišlo v zadnjih desetletjih, ko so z arheološkimi izkopavanji v okviru gradnje dolenske avtoceste odkrili več najdišč. Prav tako so se začele izvajati prenove cerkvenih pokopališč, njihove razširitve in izkopavanja v njihovi neposredni okolici, ki so razkrile več zgodnjesrednjeveških aktivnosti, sledov poselitve ter grobišč. Takšen primer je tudi na Muljavi (Mason 2018, 92), ki leži v severozahodnem delu Dolenjske ali v jugovzhodnem delu osrednje Slovenije (slika 2). Arheološko najdišče Muljava je v Registru kulturne dediščine registrirana pod EŠD 6018 in zaščitena kot prazgodovinska in rimskodobna naselbina ter zgodnjesrednjeveško grobišče (Puš 1975, 185; Splet 1).

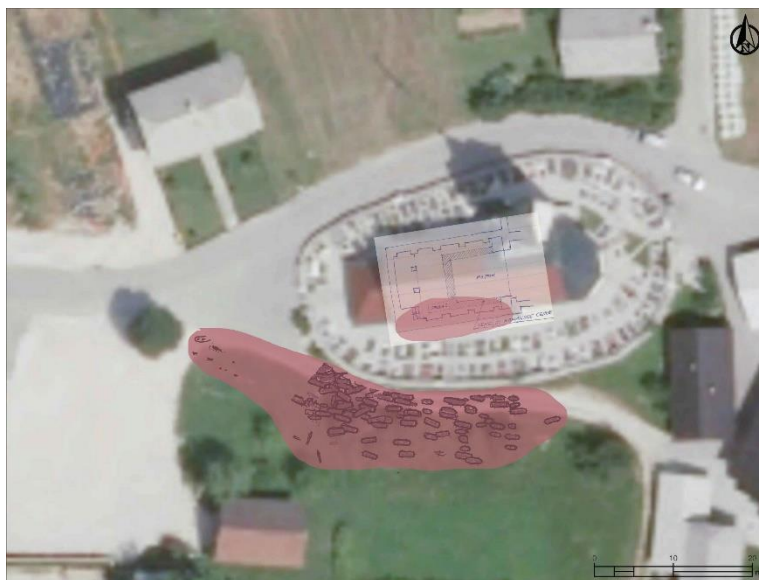
Prva dokumentirana arheološka izkopavanja so tu potekala šele leta 1986 pod vodstvom Jožeta Omana, ko so pri kopanju drenažnega jarka na južni strani cerkve odkopali skelet brez pridatkov (Oman 1987, 288). Vse nadaljnje arheološke raziskave so se odvijale v okolici cerkve Marijinega vnebovzvetja, najprej leta 2008 ob gradnji novih poslovnih vežic in nato leta 2010 in 2011 ob izgradnji kanalizacije, čistilne naprave in ob širitvi cerkvenega pokopališča (Stergar 2011, 5). Zaradi potreb po širjenju vaškega pokopališča so zadnja izkopavanja tu potekala leta 2012 in 2016, ko so odkrili 131 grobov (slika 3). Na Dolenjskem in v Beli Krajini poznamo sočasna najdišča v Trebnjem (Knez 1975), v Črnomlju, kjer sodita naselbinski in grobiščni kompleks okoli cerkve sv. Petra že v 10. in 11. Stoletju (Mason 2008, 54–58) ter grobišče v Beli Cerkvi (Mason 2006; Mason, Tiran 2010).



*Slika 2. Lokacija Muljave (Splet 2).*

Grobovi na Muljavi se razprostirajo južno in zahodno od cerkve Marijinega Vnebovzvetja, celoten obseg grobišča pa je zaenkrat še nepoznan. Grobovi niso poravnani v linije, prav tako so bili pokojniki v osrednjem delu grobišča gručasto razporejeni na majhnem prostoru. Pokojniki so bili položeni na hrbet v grobno jamo pravokotne ali v redkih primerih ovalne oblike, najdbe žebeljev pa nakazujejo uporabo krst (Stergar 2016). Štirideset grobov je imelo grobne konstrukcije, saj so bile jame obložene s kamni. Večina pokojnikov je bila pokopana v smeri zahod-vzhod ali severozahod-jugozahod.

Grobni pridatki so po primarni obdelavi 'mešane' narave in imajo tako ketlaške kot tudi belobrdске značilnosti. Le-te je za slovenska severovzhodna grobišča izpostavil že Korošec (Korošec 1947). Ketlaška skupina se začne s pojavom litih predmetov v grobovih v 9. stoletju, se popolnoma razvije v 10. stoletju in preneha s pojavom belobrdskih elementov. Za ketlaško skupino so značilni emajlirani predmeti, polmesečasti uhani, naglavni obročki in ulite fibule z okrasom ter krščanskimi simboli (Kefelja 2013, 15).

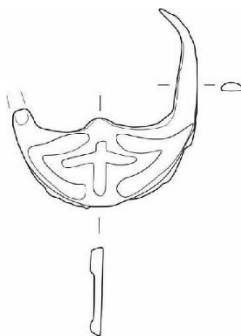


*Slika 3. Muljava. Obseg zgodnjesrednjeveškega grobišča glede na znane lokacije grobov (izvedba: Brina Zagorc).*

Belobrdska skupina, ki sta jo prva definirala L. Niederle in J. Eisner v dvajsetih letih prejšnjega stoletja (Niederle 1920; Eisner 1927) združuje več-etični srednjeveški arheološki material, ki izvira iz medrečja Save, Mure, Drave in Donave. Za to skupino so značilni skeletni grobovi, ki so razporejeni v vrste na pokopališčih brez cerkva, pokojnikom pa so pridani predmeti, ki so značilni za celoten prostor Panonske nižine, Madžarske, severne in severozahodne Bosne, zahodne Romunije, Vojvodine in Srema v Srbiji, južne in jugozahodne Slovaške, vzhodne in jugovzhodne Avstrije ter severovzhodne Slovenije (Demo 2009, 552). Sodeč po najdbah na Muljavi, lahko ta prostor razširimo na celotno vzhodno Slovenijo. Časovno sodi belobrdska skupina med drugo polovico 10. in koncem 11. stoletja, po nekaterih avtorjih pa naj bi ta razpon segal še v 12. in 13. stoletje (Tomičić 1989, 618–622). Najznačilnejši predmeti iz grobov belobrdske skupine so naglavni obročki z S-zanko (uporabljeni kot

uhani ali okras za lase), dvodelni srčasti priveski, grozdasti vlti uhani, polmesečasti grozdasti uhani, torkvesi, ogrlice z jagodami, prstani, kresila, pasne sponke, ponovno uporabljeni antični, bizantinski in avarski novci, križci in keramika (Bedić 2014, 7).

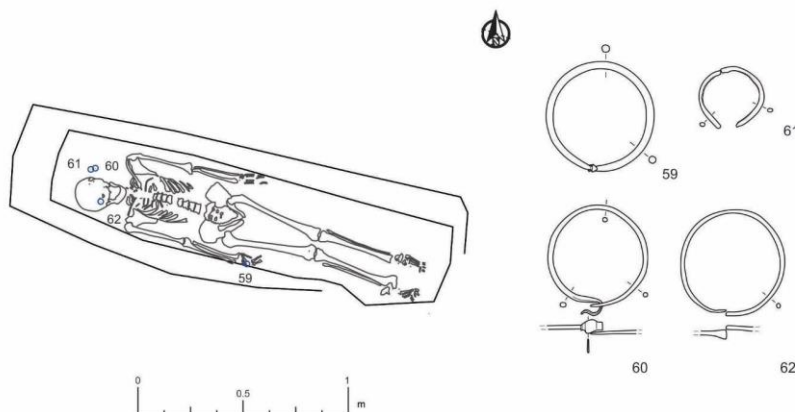
Večina pokojnikov iz muljavskega grobišča je imela ob sebi grobne prdatke, ki jih lahko razdelimo na tri glavne skupine – naglavni nakit (naglavni obročki in uhani) prstani in zapestnice. Skupno je bilo pridanih 82 naglavnih obročkov in sicer v 42 grobovih, upoštevana pa sta še dva naglavna obročka brez konteksta, prav tako najdena na grobišču. Najdena sta bila tudi dva uhana, grozdasti in polmesečasti. V slednjem so vidne jamice, kamor so izdelovalci verjetno vstavili emajl, ki se ni ohranil, motiv pa je križ (slika 4). Prstani so bili odkriti v 17 grobovih, skupno 21, dva sta brez konteksta. V ženskem grobu je bila najdena ogrlica iz več steklenih in jantarnih jagod. Podobne jagode so bile odkrite v treh grobovih v Kranju – Župna cerkev (1965\_z0292, 1969\_z0001, 1965\_z0112) (Pleterski, Štular, Belak 2016), datirane pa so v 9. in 10. stoletje, kar se sklada tudi z ostalimi pridatki na tem grobišču. V grobovih je bilo odkritih tudi nekaj odlomkov poznoantičnega stekla.



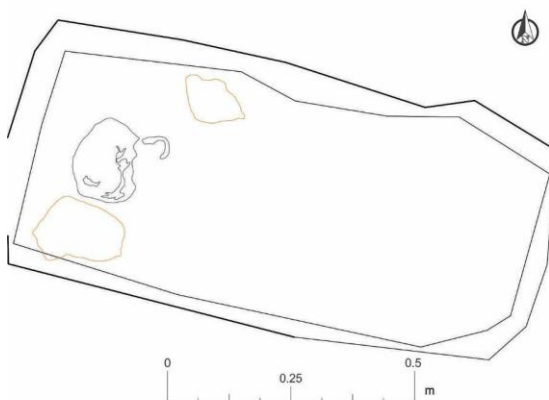
*Slika 4: Muljava. Grob 1053, po spolu nedoločljiva mlajša odrasla oseba - polmesečasti uhan. – M. = 1 : 1 (risba: Jožica Hrustel)*



Gr. 1036, SE 1496 / otrok 14-16



Gr. 1037, SE 1214 / otrok 4.5 m +/- 3 m



*Slika 5: Muljava. Otroška grobova 1036 in 1037 z grobnimi pridatki (M. = 1:2). V grobu 1036 so bili pridani trije naglavni obročki in en prstan. Grob 1037 je bil brez pridatkov, grobna jama pa je bila obložena z dvema kamnoma. Od skeleta se je ohranila le lobanja. Kamni so označeni z oranžno barvo.*

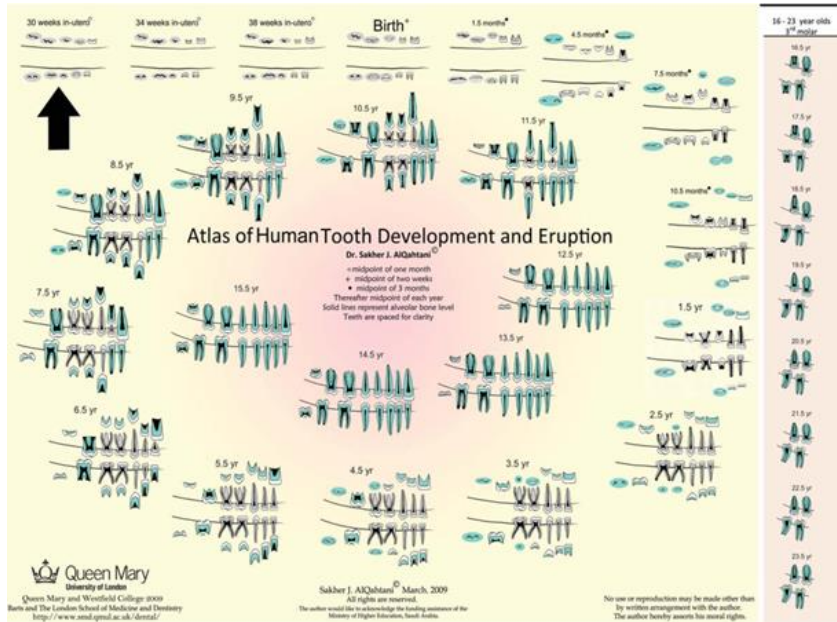
# KAJ NAM LAHKO O POSAMEZNIKIH IN POPULACIJI NA MULJAVI POVEDO ANTROPOLOŠKE ANALIZE?

**Brina Zagorc**

Pri antropološki analizi človeških ostankov smo dokumentirali vse ohranjene skeletne ostanke. Vsakemu posamezniku smo ocenili spol, starost, zabeležili morebitne patološke spremembe, določili minimalno število posameznikov znotraj posameznega groba, stopnjo ohranjenosti kostne površine in celovitost skeleta.

Ocena starosti ob smrti poteka različno za odrasle in otroke. Že ob prvem pregledu smo lahko opazili, ali obravnavamo otroški ali odrasli skelet, saj je otroški skelet manjši, lažji in manj razvit od odraslega. Odličen kazalec starosti skeleta je analiza zob, njihova stopnja izraščanja in obraba sklenine. Poleg zob smo opazovali tudi zraslost kosti in obrabo sklepov. Izpovedne so bile tudi različne patologije, ki so odvisne od starosti posameznikov. Od otroških skeletov z Muljave so se najboljše ohranili zobje, zato smo za oceno starosti uporabljali različne atlase izraščanja zob (Ubelaker 1989; AlQahtani et al. 2010; slika 6). Z njihovo pomočjo smo lahko okvirno ocenili starost otroka s standardno deviacijo nekaj mesecev ali let. Poleg zob smo pri otrocih opazovali tudi stopnjo razvoja kosti in zraščanja okrajkov (ali epifiz) z deblom kosti (ali diafizo) (McKern, Stewart 1957; Maresh 1970; Scheuer, Black 2000; Schaefer 2008). Pri odraslih posameznikih smo starost skeleta ocenili na podlagi različnih značilnosti morfologije kosti, ki se z leti spreminjajo. Te spremembe so pri odraslih počasnejše, prav tako pa so različne od posameznika do posameznika ter odvisne od različnih zunanjih dejavnikov. Zato so za opazovanje in določanje starosti manj zanesljive kot pri otrocih, odstopanja pri oceni starosti pa so večja. Na medeničnih kosteh smo opazovali predvsem morfologijo sramnične zrasti (lat. *symphysis pubis*; Todd 1921a; Todd 1921b; Brooks, Suchey 1990) in ušesne školjke (lat. *facies auricularis*;

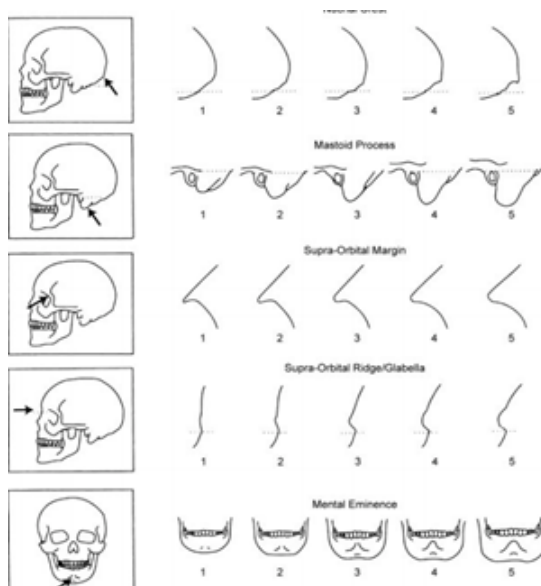
Lovejoy et al. 1985; Buckberry, Chamberlain 2002). Opazovali smo tudi prsne dele reber (İşcan et al. 1984; Iscan et al. 1985), zraščanje lobanjskih šivov (Meindl, Lovejoy 1985) ter stopnjo obrabe zob (Brothwell 1981; Lovejoy 1985).



Slika 6. Prikaz atlasa razvoja otrok (po AlQahtani et al. 2010, sl. 6).

Ocena spola je osnovana na makroskopski analizi predvsem lobanjskih in medeničnih kosti, ki se med seboj po spolu razlikujejo zaradi spolnega dimorfizma. Pri otrocih le-ta še ni razvit, zato se jim v bioarheoloških analizah spol praviloma ne določa. Pri odraslih so za oceno spola najbolj zanesljive kosti medenice, kjer smo opazovali posamezno kolčnico, predvsem kolčni vozle (lat. *insicura ischiadica major*), žleb (lat. *sulcus preauricularis*) (po Buikstra, Ubelaker 1994) ter sramnico, na kateri smo opazovali ventralni lok, greben sednično-sramnične veje in podsrarnično vboklino (Phenice 1969). Če

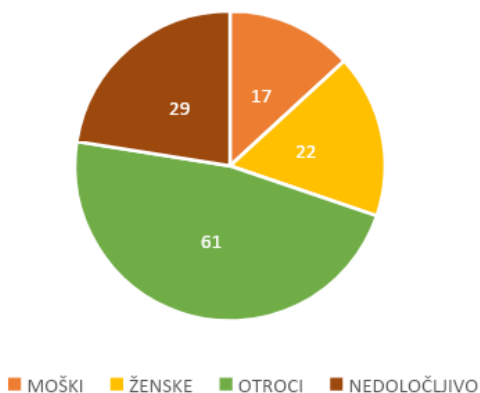
kosti medenice niso bile prisotne, smo opazovali tudi kosti lobanje (slika 7) – na čelnici glabelo (lat. *glabella*) ter nadočesni obok (lat. *margo supraorbitalis*), na zatilnici zatilnično izboklino (lat. *protuberancia occipitalis externa*), na senčnici izraženost bradavičarja (lat. *processus mastoideus*) – in na spodnji čeljustnici vrh brade (lat. *protuberantia mentalis*; slika 8) ter kot med vratom (lat. *ramus*) in telesom čeljustnice. Lobanja in medenica skupaj predstavljata 97 % zanesljivost pri določanju spola (Meindl et al. 1985).



*Slika 7. Prikaz najpomembnejših in prepoznavnih morfoloških značilnosti lobanje za ocenjevanje spola (po Buikstra, Ubelaker 1994).*

### *Rezultati antropološke analize*

Z analizo smo ugotovili, da je bilo na Muljavi skupno 123 grobov oziroma grobnih celot, v njih pa je bilo pokopanih 129 posameznikov (graf 1). Od teh je bilo 61 otrok (47,3 %), 22 ženskih (17,05 %), 17 moških (13,2 %) in 29 po spolu nedoločljivih posameznikov (22,5 %). Od nedoločljivih jih je pet nedoločljivih tako po spolu kot tudi po starosti. Največja smrtnost med otroki je bila med 1. in 5. letom starosti, kar načeloma sovпада z najbolj stresnim delom otroškega življenja. Gre za obdobje, ko se pri večini otrok začne uvajati gosta hrana, s prenehanjem dojenja pa otrok izgubi imunsko zaščito, ki jo dobiva preko materinega mleka. Slaba higiena in soočanje z novimi antigeni v otroških prebavilih, na katere niso navajeni, lahko posledično privede tudi do infekcij in bolezni (na primer diareje), ki so pogostokrat za otroka lahko smrtonosne (Dittmann, Grupe 2000, 346). Med odraslimi je povprečna starost precej nizka in sorazmerno primerljiva med spoloma; ženske so v povprečju doživele 31,3 let, medtem ko so moški doživele 30,5 let (nedoločljivi odrasli pa 29,4 let).



*Graf 1. Demografska razporeditev po spolu.*

Prepoznali smo tudi več patoloških sprememb, najbolj izrazite so bile dentalne, saj so se zobje od vseh skeletnih elementov najbolj ohranili. Prisotnost kariesa (slika 8: 3) je pri analizirani populaciji visoka, pojavi se pri 45,4 % žensk in 58,8 % moških. V nasprotju s kariesom, je pogostost alveolarnih bolezni (izguba zob pred smrtjo (slika 8: 1); absces (slika 8: 2)) nižja in se pojavi le pri 17,6 % odraslih. Hipoplazija zobne sklenine (HZS) in *cribra orbitalia* (slika 8: 4, 5) sta kazalca fiziološkega stresa v času otroštva. HZS prepoznamo po prečnih linijah, jamicah in zarezah na površini zobne krone (Goodman, Rose 1990), na njen pojav pa vplivajo različni dejavniki. Vsi so posledica metaboličnih sprememb v organizmu; to so dedni dejavniki, pomanjkanje vitaminov A, C in D, lokalne poškodbe, prebolevanje kožnih bolezni (npr. ošpice, norice, škrlatinka), poškodbe pri porodu, prezgodnji porod, veliki stresni dejavniki, ki vplivajo na telo in drugi neznani vzroki (Aufderheide, Rodriguez-Martin 1998). Pri analizirani populaciji se HZS najpogosteje pojavlja na podočnikih, v zgornji čeljusti je skupna pojavnost HZS na podočnikih 63,5 % in v spodnji čeljusti 61,1 %. Pogostost HZS pri ostalih zobeh je dokaj enakomerno razpršena med 50–65 %, kar prikazuje precej visok delež posameznikov, ki so preživeli fiziološki stres v času otroštva. *Cribra orbitalia* spada med metabolične bolezni in je prepoznavna po luknjičastih lezijah na superiornem delu orbitalnih sten. Razlogi za nastanek takšnih lezij so npr. slabokrvnost (anemija), slaba prehrana, bolezni prebavil (diareja), slaba higiena in neustrezne življenjske razmere (Waldron 2009, 137–138). Na Muljavi smo dokumentirali 33 posameznikov z ohranjenimi očesnimi orbitami, pet od teh je imelo v njih prepoznano *cribro orbitalio*. Najpogosteje je bila dokumentirana med otroškimi orbitami, in sicer v 40 % (4/10), od tega so bile tri lezije še zmeraj aktivne (75 %), ena pa v času življenja ni bila več aktivna.

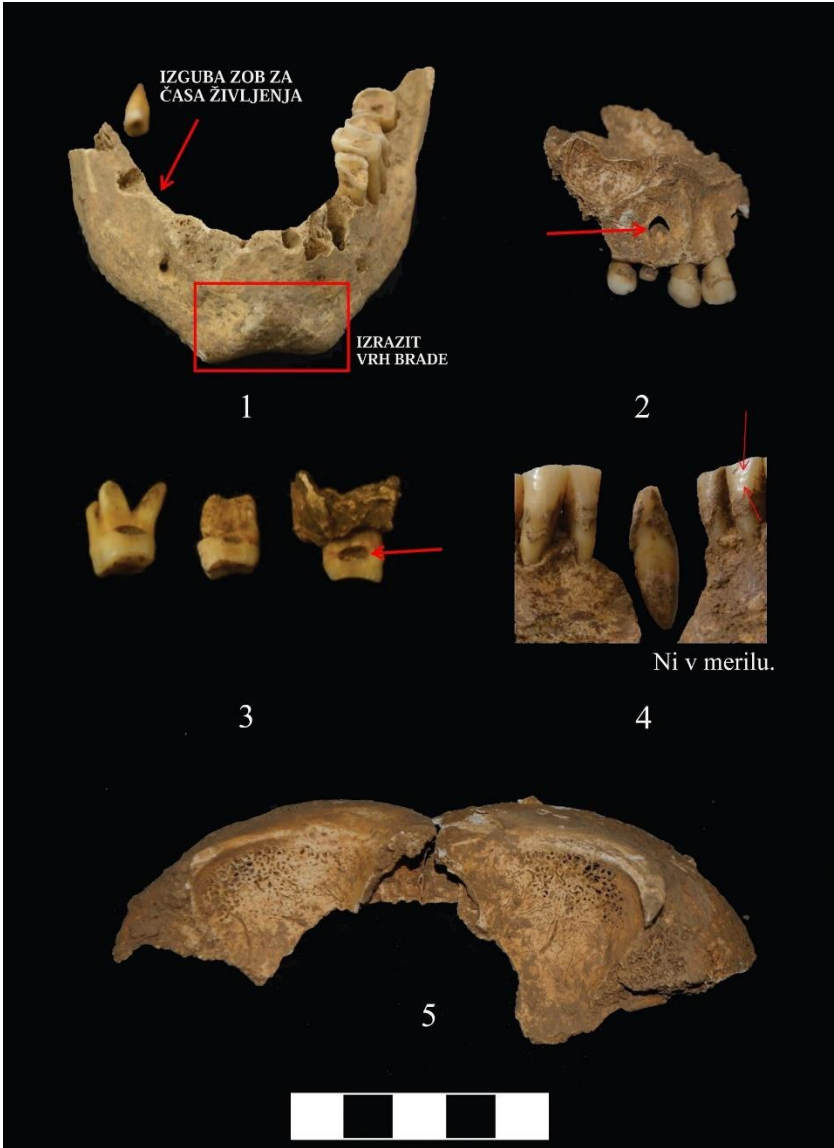
Poleg dentalnih patologij in kazalcev fiziološkega stresa v otroštvu smo pri pokojnikih z Muljave prepoznali še nekatere druge patološke spremembe. Pri starejši odrasli ženski smo na stegenici dokumentirali primer vnetja (slika 9: 4). Zaradi slabo ohranjene kosti lahko o pravi diagnozi le ugibamo – morda

gre za slabo zaceljen zlom, ali pa celo za primer osteomielitisa. Pri nekaterih posameznikih smo dokumentirali tudi degenerativni osteoartritis in primer Schmorlovih vozlišč (hernije; slika 9: 1). Poleg vseh omenjenih patoloških sprememb smo odkrili tudi druge benigne spremembe na površini kosti (npr. poudarjena mišična narastišča, obrabljene sklepne površine kot posledica klečanja ali ponavljajočih se gibov; slika 9: 2) in pri zobeh (neenakomeren vzorec obrabe sklenine, ki je verjetno posledica obdelovanja tkanine; slika 9: 3). Te spremembe kažejo sledove fizične obremenitve tekom življenja ali pa sledove načina življenja posameznikov in skupnosti

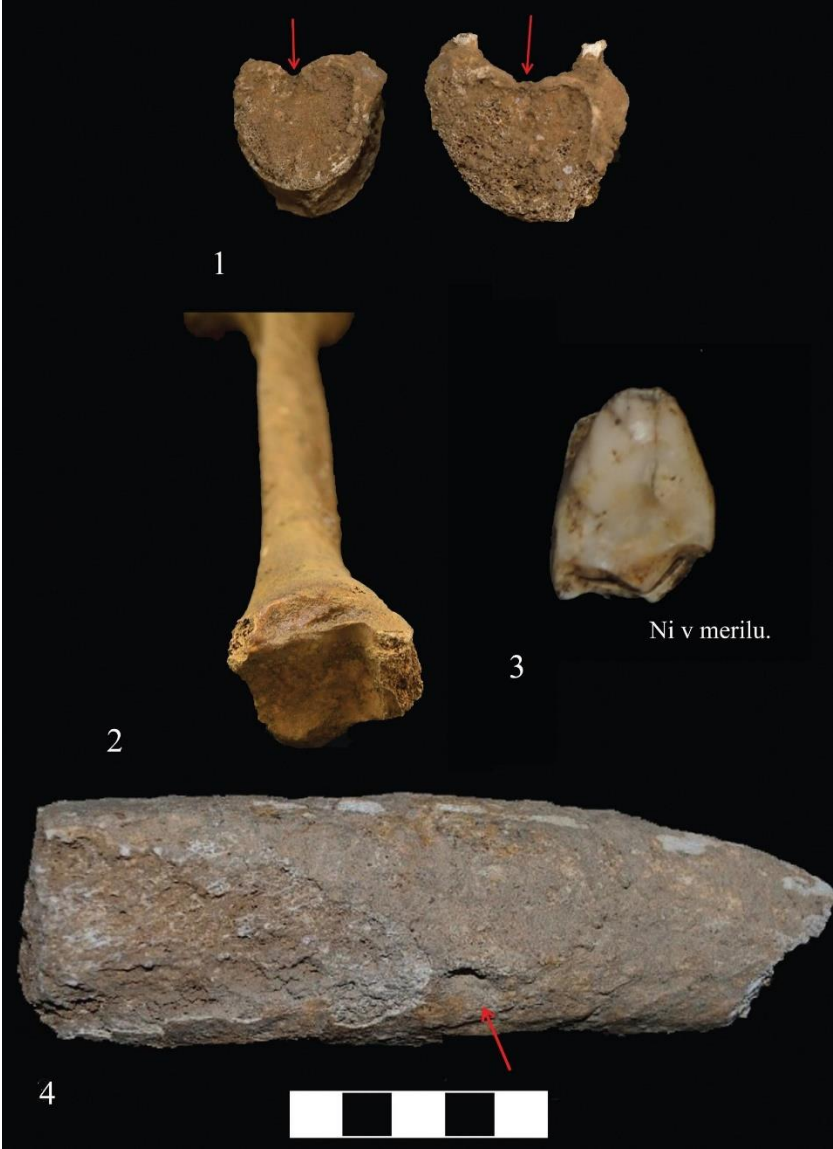
Antropološka analiza je pokazala, da je imela zgodnj srednjeveška družba na Muljavi dokaj slabo kakovost življenja s precej enolično in s škrobom bogato prehrano (sodeč po pojavnosti kariesa in vzorca obrabe zob). Na slabšo kakovost življenja opozarjata predvsem visoka pojavnost HZS in *cribra orbitalie*; slaba prehrana in neprimerna higiena pa sta bili eden večjih vzrokov za visoko smrtnost otrok do petega leta starosti. Sočasni arheološki in antropološki konteksti kažejo podobne rezultate, vsaj kar se tiče smrtnosti otrok in kvalitete življenja (Leben Seljak, Štefančič 2001; Novak, Krznar, Pasarić 2005; Bedić, Novak 2010; Bedić 2014).

*Slika 8 (na str. 13). 1 - Grob 1 (1988). Mlajši odrasel moški, označena sta vrh brade, ki je značilen za moški spol in zaraščene zobnice kot posledica izgube zob za časa življenja. 2 - Grob 1085. Starejša odrasla ženska - alveolarni absces. 3 - Grob 1049. Mlajši odrasel moški, karies na intermedialni strani zgornjega ličnika. 4 - Grob 1021. Odrasla ženska srednjih let, HZS. 5 - Grob 1043. Najsmik – cribra orbitalia (fotografije: Brina Zagorc in Tamara Leskovar, 2017–2019).*

*Slika 9 (na str. 14). 1 - Grob 1082. Mlajša odrasla ženska, Schmorlova vozlišča (lezije označene s puščico). 2 - Grob 1046. Odrasla ženska srednjih let, distalni okrajek golenice z vidno obrabo sklepne površine, kjer se stika s skočnico. Obraba je verjetno posledica pogostega klečanja. 3 - Grob 1019. Odrasla ženska, neenakomerno obrabljen podočnik, verjetno posledica obdelovanja tkanine/volne. 4 - Grob 1054. Starejša odrasla ženska. Primer domnevnega osteomielitisa z označeno možno kloako za izcejanje gnoja (fotografije: Brina Zagorc, 2019).*







## ***KEMIJSKE ANALIZE***

***Peter Kočman***

Kost je zapletena biološka struktura, ki jo sestavljajo številni kemijski elementi, kot so kalcij, fosfor, ogljik, vodik, dušik in še nekateri drugi elementi, ki so zastopani v manjših količinah. Kot kombinacija proteinov in velikih molekul bio-hidroksiapatita tvorijo strukturo kosti. Po smrti organizma se začne proces razpadanja tkiva oz. t. i. proces diageneze, ki začne spreminjati kemijsko sestavo kosti (Steele, Bramblett 1988, 4).

Kosti lahko preučujemo na različnih ravneh. Z mikroskopi lahko opazujemo površinske lastnosti določene kosti, kot so npr. mehanske poškodbe in bolezenska stanja kosti. Prav tako lahko s kemijskimi analizami preučujemo stopnjo ohranjenosti z opazovanjem sprememb v kemijski sestavi kosti.

V sklopu projekta smo izvedli več analiz s področja ugotavljanja kemijske strukture kostnega materiala, s katerimi smo poskušali pridobiti arheološko koristne informacije o kostnem gradivu iz Muljave.

### ***Opis uporabljenih metod***

#### ***Infrardeča spektroskopija***

Infrardeča spektroskopija je metoda, pri kateri na podlagi interakcije infrardečega valovanja z molekulami kvalitativno in kvantitativno ocenjujemo prisotnost posameznih spojin v vzorcih. Na podlagi valovne dolžine absorbirane svetlobe lahko sklepamo o vezi, ki niha, oziroma o prisotni funkcionalni skupini, na podlagi absorbance pa na njeno relativno vsebnost (Beer-Lambertov zakon). V primeru skeletnih vzorcev lahko pomembne parametre pridobimo iz nihanj vezi v fosfatnih, karbonatnih in amidnih skupinah, uporabimo pa jih lahko predvsem za oceno stanja ohranjenosti (Splet 3).

### *Atomska absorpcijska spektroskopija*

Atomska absorpcijska spektroskopija nam omogoča vpogled v vsebnost kovin v vzorcih in temelji na principu diskretnih stanj, ki jih elektroni lahko dosežejo v elektronski ovojnici. Posamezni atomi v plinastem stanju, ki so v osnovnem stanju, absorbirajo zgolj svetlobo določene energije (in s tem valovne dolžine) in sicer tiste, ki ustreza energijski razliki med posameznima energijskima ravnema v atomu. Te energijske razlike so specifične za atome posameznih elementov. Če primerjamo intenziteto vira in intenziteto svetlobe po prehodu vzorca, lahko s pomočjo ustrezne kalibracije metode zelo točno določimo vsebnosti posameznih elementov v vzorcu tudi za zelo nizke velikostne razrede. Ti podatki nam omogočajo vpogled v arheološko sliko obravnavanih vzorcev. Namesto atomske absorpcijske spektroskopije lahko uporabimo tudi atomsko emisijsko spektroskopijo, pri kateri merimo emisijo svetlobe iz prej vzbujenih atomov analita. Najbolj zanimiva sta elementa kalcij in fosfor, ki nakazujeta ohranjenost organskega dela kosti – biohidroski apatita (Splet 4).

### *Termične analizne metode*

Termične metode analize temeljijo na meritvah sprememb lastnosti vzorca s temperaturo. Med najbolj znane in uporabljane termične metode sodijo termogravimetrična derivativna analiza, analiza, diferenčna termična analiza, diferenčna kalorimetrija in druge. Te nam povedo, kakšna je termična stabilnost kosti in pri katerih temperaturah se spremembe v masi zgodijo oz. kdaj določene komponente kosti začnejo termično razpadati. Slednji podatki so izrednega pomena saj pogosto preučujemo žgane kosti (Splet 5).

### *Termogravimetrična analiza (TGA)*

Termogravimetrična analiza (TGA) temelji na zasledovanju mase vzorca v odvisnosti od temperature. Derivativna termogravimetrična analiza je enaka TGA, le ga gre v tem primeru za prvi odvod TGA krivulje, s čimer lahko opazujemo tudi procese, ki se med seboj prekrivajo (Splet 6).

### *Diferenčna termična analiza (DTA)*

Z diferenčno termično analizo merimo razliko temperature med vzorcem in izbranim referenčnim materialom v odvisnosti od temperature. Diferenčna kalorimetrija je podobna, le da s to metodo merimo toplotni tok med vzorcem in izbranim referenčnim materialom. Za interpretacijo meritev termične analize moramo precej dobro poznati lastnosti in kemijsko sestavo obravnavanega vzorca ter jo praviloma uporabljamo hkrati z drugimi analiznimi tehnikami (Splet 7).

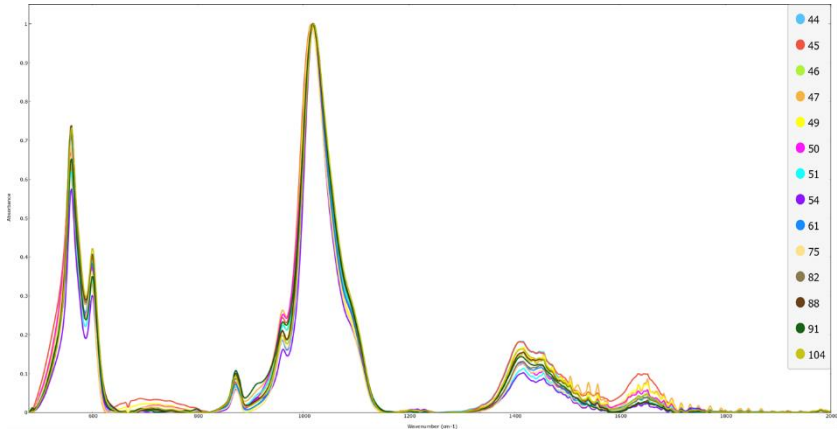
### *Uporaba pri raziskovanju*

Kemijske analize nam torej lahko povedo, kje je živel opazovani posameznik, ali je potoval in kako se je prehranjeval glede na vsebnost določenih elementov v kosteh. Zavedati pa se moramo, da je rezultate kemijskih analiz pogosto težko interpretirati in povezati z zgodovino opazovanca.

Pri projektu smo uporabljali FTIR (Fourierjeva transformacijska infrardeča spektroskopija) in Ramansko spektroskopijo za določitev stopnje diageneze, saj metodi omogočata opazovanje količine in stanja organskih in anorganskih snovi v kosti. Z LA-ICP-MS (masni spektrometer z vzbujanjem v induktivno sklopljeni plazmi) smo preverili ali so v kosteh prisotni izotopi, s katerimi bi lahko datirali obravnavane kosti oziroma opazovali življenjske razmere in prehrano posameznika. Metodo AES (spektroskopija zaznavanja Augerjevih elektronov) smo uporabili za analizo deleža kovin v kosteh in ETAAS (elektro termična atomska absorpcija) za določevanje vsebnosti težkih kovin v kosteh.

S FTIR spektroskopijo smo dobili spekter iz katerega smo razbrali delež organskih snovi, predvsem kolagena (amidi), in mineralov, predvsem fosfatov in karbonatov, ki so še prisotni v kosteh. Pri tem smo zaznali zelo nizke količine amidov in potrdili hipotezo, da se količina organskih snovi v kosti zmanjšuje kot posledica diageneze. Ramanska spektroskopija je pri tem služila kot orodje za potrjevanje rezultatov FTIR spektroskopije. Metoda temelji na

lastnostih atoma, ki ob segrevanju odda energijo v obliki svetlobe z določeno valovno dolžino.



*Slika 10. FTIR spekter vzorcev kosti.*

Z atomsko emisijsko spektroskopijo smo določili koncentracijo natrija, kalija, magnezija ter kalcija. Ta metoda je primerjalna, kar pomeni, da smo morali narediti še standardne raztopine posameznih kovin, ki so služili kot referenca. Določili smo tudi vsebnosti svinca, vendar je ta prisoten le v majhnih količinah, zaradi česar smo uporabili še podobno vendar bolj natančno elektrotermično atomsko emisijsko spektroskopijo.

### *Rezultati*

Rezultati kemijskih analiz na žalost niso bili dovolj izpovedni, da bi z njimi opisali npr. prehrano posameznika ali pa njegove selitve. Večina kosti je bila v zelo slabem stanju, kar lahko pripišemo predvsem kisli zemlji, v kateri so grobovi ležali. Zelo velik vpliv na kosti je imela tudi voda, ki je pospešeno izpirala organske in anorganske snovi iz kosti in tako pospešila propadanje. Kljub slabi ohranjenosti smo s pomočjo spektroskopije našli ostanke kolagena

in biohidroksiapatita, ki bi z nadaljnji analizami omogočila bolj natančen vpogled v življenje posameznika.

## **REZULTATI PROJEKTA**

*Mateja Remžgar*

V okviru projekta Inovativni pristopi k antropološkim analizam materialne dediščine smo obravnavali 129 skeletov, najdenih znotraj krščanskega grobišča v neposredni okolici cerkve sv. Marijinega Vnebovzeta na Muljavi. Pokojnike so pokopali na način, ki je značilen za večino krščanskih pokopališč med 9. in 11. stoletjem. Položeni so bili na hrbet, roke pa so imeli ob telesu ali v naročju. Skoraj vsi so bili orientirani v smeri zahod-vzhod ali severozahod-jugozahod, torej smeri v smeri sonca. Grobovi se med seboj razlikujejo le v grobnih konstrukcijah. Tako so nekatere pokopali v krstah, druge so položili na desko ali samo zavili v mrtvaški prt. Pogosto so jim v grob priložili tudi grobne prdatke. Med njimi prevladujejo deli nakita, ki ga razumemo kot del njihove noše. To so naglavni obročki, uhani, zapestnice in prstani. V enem ženskem grobu je bila najdena ogrlica iz steklenih in jantarnih jagod.

Z antropološkimi analizami smo ugotavljali spol pokopanih, njihovo smrtnost in patologije. Povprečna starost tu pokopane skupnosti je bila precej nizka in le redki odrasli so dočakali starost višjo od 45 let. Z analizo dentalnih patologij smo odkrili ostanke zobnega kamna, kariesa, linearne hipoplazije zobne sklenine ter obrabe in izpadanja zob. Obrabljeni zobje dokazujejo, da so jedli večinoma škrobnato hrano, prisotnost kariesa pa, da so se prehranjevali pretežno s hrano bogato z ogljikovimi hidrati. Najverjetneje gre za žitarice, zelenjavo in sadje, kar je značilno za poljedelske družbe. Patološke spremembe, kažejo tudi, da so bili pokojniki večinoma kmetovalci. Značilna so ojačana mišična prijemališča, kar kaže, da so bili tekom življenja zelo fizično aktivni in so opravljali naporna dela.

Izbranim skeletom se je na dolgih kosteh (največkrat na stegenicah) odvzelo majhen vzorec za izvedbo kemijskih analiz. Naprej smo izvedli komplementarni analizi FTIR in Ramansko spektroskopijo. Rezultati so dokazali, da so kosti res starejšega izvora, saj so zaradi diagenoze vsebovali

nizko vsebnost organskih molekul. Poleg tega je na njihovo slabo ohranjenost vplivala še kislina zemlja in prisotnost vode, ki je kostem izpirala minerale. Na vzorcih se je izvedla analiza LA-ICP-MS, za ugotavljanje prisotnosti posebnih izotopov. Rezultati LA-ICP-MS analize niso bili dovolj izpovedni, da bi lahko razbrali, kakšno prehrano so imeli pokojniki ali njihov geografski izvor. Z AES analizo smo ugotovili prisotnost svinca v majhnih količinah. ETAAS analiza je pokazala prisotnost težkih kovin, njihove koncentracije pa so bile pričakovane. Podrobnejše analize bi bilo potrebno opraviti na številčnejših vzorcih.

Najpomembnejša vidika projekta sta bila interdisciplinarno sodelovanje ter tudi izobraževanje študentov, da smo lahko vsi sodelovali pri izvedbi antropoloških in kemijskih analiz. Zaradi tega smo tekom projekta pridobili nove izkušnje ter znanje in se seznanili tako s tujo stroko, kakor tudi z nepoznanimi vidiki lastne stroke. Eden glavnih naukov projekta je pomembnost sodelovanja različnih strok pri raziskavah, da se pridobi raznolike informacije, ki nam podajo čim bolj celovito zgodbo.



## LITERATURA

AlQahtani, S. J., M. P. Hector in H. M. Liversidge 2010, Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. – *American Journal of Physical Anthropology* 142, str. 481–490.

Aufderheide, A. C. in C. Rodriguez-Martin 1998, *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. – Cambridge, Cambridge University Press.

Bedić, Ž. 2014, *Antropološka analiza osteološke građe bjelobrdske populacije u međurečju Save, Dunava i Drave* (Neobjavljena doktorska disertacija, Sveučilište u Zadru). – Zadar. – URL: [https://bib.irb.hr/datoteka/717360.Bedic\\_PhD.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/717360.Bedic_PhD.pdf) (citirano dne: 1.12.2019).

Bedić, Ž. in M. Novak 2010, Stenjevec – Prikaz kvalitete i uvjeta života bjelobrdske populacije na temelju bioarheološke analize. – *Vjesnik Arheološkog muzeja u Zagrebu* 43, str. 41–58.

Brooks, S. T. in J. M. Suchey 1990, Skeletal Age Determination Based on the Os Pubis: A Comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks Methods. – *Human Evolution* 5, str. 227–238.

Brothwell, D. R. 1981, *Digging Up Bones*. – Ithaca, New York, Cornell University Press.

Buckberry, J. L. in A. T. Chamberlain 2002, Age estimation from the auricular surface of the ilium: A revised method. – *American Journal of Physical Anthropology* 119, str. 231–239.

Buikstra, J. E. in D. H. Ubelaker 1994, *Standards for data collection from human skeletal remains: Proceedings of a seminar at the Field Museum of*

*Natural History, organized by Jonathan Haas.* – Fayetteville, Ark, Arkansas Archeological Survey.

Dittmann, K. in G. Grupe 2000, Biochemical and palaeopathological investigations on weaning and infant mortality in the early Middle Ages. – *Anthropologischer Anzeiger* 58, str. 345–355.

Demo, Ž. 2009, *Ranosrednjovjekovno groblje bjelobrdske kulture : Vukovar - Lijeva Bara (X-XI. stoljece) = An early medieval cemetery of the Bijelo Brdo culture = Vukovar - Lijeva Bara (10th -11th centuries).* – Zagreb, Arheološki muzej.

Eisner, J. 1927, Slované v Uhrach. – *Pamatky Archeologicke* 35, str. 579–589.

Goodman, A. H. in J. C. Rose 1990, Assessment of systemic physiological perturbations from dental enamel hypoplasias and associated histological structures. – *American Journal of Physical Anthropology* 33, str. 59–110.

Iscan, M. Y., S. R. Loth in R. K. Wright 1985, Age estimation from the rib by phase analysis: white females. – *Journal of Forensic Sciences* 30, str. 853–863.

İşcan, M. Y., S. R. Loth in R. K. Wright 1984, Age estimation from the rib by phase analysis: White males. – *Journal of Forensic Sciences* 29, str. 1094–1104.

Kefelja, M. 2013, *Belobrdska stopnja v Sloveniji* (Neobjavljeno diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta). – Ljubljana.

Leben-Seljak, P. in M. Štefančič 2001, Dental caries in skeletal samples from northeastern Slovenia = Karies v skeletnih serijah severovzhodne Slovenije. – *Anthropological notebooks VII/1*, str. 84–99.

Lovejoy, C. O. 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, str. 47–56.

Lovejoy, C. O., R. S. Meindl, T. R. Pryzbeck in R. P. Mensforth 1985, Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: A new method for the determination of adult skeletal age at death. – *American Journal of Physical Anthropology* 68, str. 15–28.

Mareš, M. M. 1970, Measurements from Roentgenograms. – V: McCammon, R. W. (ur.), *Human Growth and Development*. – Springfield, C. C. Thomas, str. 157–200.

Mason, P. 2018, The Empty Quarter: the Early Medieval period in south-eastern Slovenia in the light of recent research. – V: Lux, J., B. Štular, K. Zanier (ur.), *Slovani, naša dediščina - Our heritage: the Slavs*. – Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, str. 91–102.

Mason, P. 2008, Arheološka podoba Črnomlja. – V: Weiss, J. (ur.), *Črnomaljski zbornik: Zbornik historičnih razprav ob 780-letnici prve omembe naselja in 600-letnici prve omembe Črnomlja kot mesta*. – Črnomelj, str. 49–71.

Mason, P. 2006, Bela Cerkev - Arheološko najdišče. – *Varstvo spomenikov* 39, str. 8–9.

Mason, P. in A. Tiran 2010, Bela Cerkev - vaško jedro, Vinji vrh pri Beli Cerkvi - arheološko območje Vinji vrh, Bela Cerkev - cerkev sv. Andreja. – *Varstvo spomenikov* 46, str. 23.

McKern, T. W. in T. D. Stewart 1957, *Skeletal Age Changes in Young American Males: Analysed from the Standpoint of Age Identification*. – Environmental Protection Research Division, Quartermaster Research and Development Center, U.S. Army, Natick.

Meindl, R. S. in C. O. Lovejoy 1985, Ectocranial suture closure: A revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. – *American Journal of Physical Anthropology* 68, str. 57–66.

Niederle, L. 1920, Slovania v Uhrach. – *Letopis Matice Slovenske* 13, str. 27–38.

Novak, M., S. Krznar in M. Pasarić 2005, Antropološka analiza ljudskog osteološkog materijala s nalazišta Ivanec - Stari grad. – V: Krznar, S., I. Knežević, B. Jagetić Daraboš, L. Cikač, J. Jelenečki (ur.), *Ivanečka škrinjica*. – Ivanec, Ivanečki klub kolekcionara, str. 27–38. – URL: <http://library.foi.hr/lib/knjiga.php?B=1&sqlx=X01545&nivo=990004&H=> (citirano dne: 24. 10. 2019).

Oman, J. 1987, Muljava. – *Varstvo spomenikov* 29, str. 268.

Phenice, T. W. 1969, A newly developed visual method of sexing the os pubis. – *American Journal of Physical Anthropology* 30, str. 297–301.

Pleterski, A., B. Štular in M. Belak 2016, *Izkopavanja srednjeveškega in zgodnjenovoveškega grobišča pri Župni cerkvi v Kranju v letih 1964-1970 = Excavations of medieval and post-medieval cemetery at the Zupna cerkev in Kranj from 1964 to 1970*. – Ljubljana, Inštitut za arheologijo, ZRC SAZU.

Puš, I. 1975, Muljava. – V: *Arheološka najdišča Slovenije*. – Ljubljana, DZS, str. 185.

Register nepremične kulturne dediščine: Muljava, 2019. – URL: <http://giskd2s.situla.org/rkd/Opis.asp?Esd=6018> (citirano dne: 20. 1. 2019).

Schaefer, M. C. 2008, A summary of epiphyseal union timings in Bosnian males. – *International Journal of Osteoarchaeology* 18, str. 536–545.

Scheuer, L. in S. M. Black 2000, *Developmental Juvenile Osteology*. – San Diego, Elsevier Academic Press.

Steele, D. G., C. A. Bramblett 1988, *The Anatomy and Biology of the Human Skeleton*. – Texas A&M University Press.

Stergar, P. 2010, *Poročilo o predhodnih arheoloških raziskavah – podpovršinski terenski pregled z ročnimi testnimi jarki in intenzivni pregled zaprtih površin – za potrebe izgradnje kanalizacije na Muljavi* (Neobjavljeno poročilo, hrani Ministrstvo za kulturo). – Celje.

Stergar, P. 2011, *Poročilo o predhodnih arheoloških raziskavah – dokumentiranje strojnih testnih jarkov na zemljišču 36/1 in 814/2 K.O. Muljava* (Neobjavljeno poročilo, hrani Ministrstvo za kulturo). – Celje.

Stergar, P. 2016, *Muljava* (Neobjavljen terenski dnevnik, hrani Primož Stergar).

Šlaus, M. in M. Novak 2013, Antropološka analiza spaljenih ljudskih kostiju / An anthropological analysis of human cremated bones. – V: *Zvonimirovo – Veliko Polje. Groblje latenske kulture / A Cemetery of the La Tène Culture, Monographiae Instituti Archaeologici*. – Zagreb, Institut za arheologiju u Zagrebu, str. 513–521.

Todd, T. W. 1921a, Age Changes in the Pubic Bone. I: The Male White Pubis. – *American Journal of Physical Anthropology* 3, str. 285–334.

Todd, T. W. 1921b, Age Changes in the Pubic Bone. III: The Pubis of the White Female, IV: The pubis of the female white-negro hybrid. – *American Journal of Physical Anthropology* 4, str. 1–70.

Tomičić, Ž. 1989, *Arheološka slika međuriječja Mure, Drave, Dunava i Save u svjetlosti materijalnih izvora bjelobrdskog kulturnog kompleksa* (Neobjavljena doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu). – Zagreb.

Ubelaker, D. H. 1989, *Human skeletal remains*. – Washington D.C., Taraxacum Press.

Waldron, T. 2009, *Palaeopathology*. – Cambridge, Cambridge University Press.

White, T. D. in P. A. Folkens 2005, *The Human Bone Manual*. – California, Elsevier Academic Press.

Splet 1:

<https://gisportal.gov.si/portal/apps/webappviewer/index.html?id=df5b0c8a300145fda417eda6b0c2b52b> (citirano dne: 24.11.2019).

Splet 2:

[http://www.geopedia.si/#T105\\_F1173:39261\\_x475675.687\\_y87816.203\\_s10\\_b2](http://www.geopedia.si/#T105_F1173:39261_x475675.687_y87816.203_s10_b2) (citirano dne: 24. 11. 2019)

Splet 3: Infrared spectroscopy. – URL:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Infrared\\_spectroscopy](https://en.wikipedia.org/wiki/Infrared_spectroscopy) (citirano dne: 22. 11. 2019).

Splet 4: Atomic absorption spectroscopy. – URL:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Atomic\\_absorption\\_spectroscopy](https://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_absorption_spectroscopy) (citirano dne: 22. 11. 2019).

Splet 5: Thermal analysis. – URL:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal\\_analysis](https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_analysis) (citirano dne: 22. 11. 2019).

Splet 6: Thermogravimetric analysis. – URL:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Thermogravimetric\\_analysis](https://en.wikipedia.org/wiki/Thermogravimetric_analysis) (citirano dne: 22. 11. 2019).

Splet 7: Differential thermal analysis.– URL:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Differential\\_thermal\\_analysis](https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_thermal_analysis) (citirano dne: 22.11.2019).

