

## Potencial interdisciplinarnih raziskav človeških skeletnih posmrtnih ostankov: četverni grob s poznoantičnega grobišča Bled – Pristava

### The Potential of Interdisciplinary Research of Human Skeletal Remains: Quadruple Grave from the Late Antique Cemetery at Bled – Pristava

Tamara LESKOVAR, Timotej KNIFIC, Irena ZUPANIČ PAJNIČ,  
Doris POTOČNIK, Matija ČREŠNAR

#### Izvleček

Analize človeških tkiv iz arheoloških kontekstov pomembno pripomorejo k razumevanju posameznikov in družb v preteklosti. Na primeru četvernega groba 336–339 s poznoantičnega grobišča Bled – Pristava predstavljamo potek in rezultate celostne interdisciplinarne raziskave, ki združuje nekaj pri raziskovanju skeletnih tkiv najpogosteje izvedenih analiz, rezultate teh pa povezujemo v širši arheološki in zgodovinski kontekst.

Na podlagi zbranih podatkov je mogoče sklepati, da so bili štirje pokojniki, oče s hčerama in sinom, v skupni grob položeni sočasno in premišljeno, morda zaradi posebnih okoliščin ob smrti. Grobni pridatki postavijo kontekst v sredino 6. st., radiokarbonsko datiranje pa v čas 5. in prve polovice 6. st. Analize stabilnih izotopov kažejo nihanja v prehrani skozi različna življenjska obdobja, povezana s spremembo prehrane in fiziološkim stresom. Rezultati interdisciplinarne študije, izvedene na posmrtnih ostankih štirih oseb, prikazujejo, kako se različne analize dopolnjujejo in/ali med seboj potrjujejo, kako velik je njihov domet pri razumevanju življenja in smrti obravnavanih oseb ter kakšen je njihov potencial za razumevanje življenja celotnih skupnosti v določenih zgodovinskih obdobjih.

**Ključne besede:** interdisciplinarne raziskave; pozna antika; osteologija; paleopatologija; histologija; stabilni izotopi; aDNA

#### Abstract

The analysis of skeletal remains from archaeological contexts contributes significantly to the understanding of individuals and societies in the past. Using the quadruple grave 336–339 from the Late Antique cemetery of Bled Pristava as an example, we present the course and results of an integrated interdisciplinary research combining some of the most commonly conducted analyses in the study of skeletal tissues and placing their results in a larger archaeological and historical context.

From the data collected, it can be concluded that the four deceased, a father with two daughters and a son, were placed in a common grave at the same time and intentionally, perhaps due to special circumstances at the time of death. Grave goods date the grave in the mid-6<sup>th</sup> century, radiocarbon dating to the 5<sup>th</sup> and first half of the 6<sup>th</sup> century. Stable isotope analysis reveals fluctuations in diet during different periods of life related to dietary changes and physiological stress. The results of an interdisciplinary study conducted on the remains of four individuals show how the various analyses complement and/or corroborate each other, the breadth of their range in understanding how individuals lived and died, and the potential they have for understanding the lives of entire societies in historical periods.

**Keywords:** Interdisciplinary research; Late Antiquity; Osteology; Palaeopathology; Histology; Stable isotopes; aDNA



Sl. 1: Bled – Pristava: razdelitev grobov po pridužkih na poznoantično grobišče (kvadratki) in zgodnesrednjeveško grobišče (krogi). Uokvirjeno je območje poznoantičnega grobišča s četvernim grobom 336–339, izkopano leta 1975 (dopolnjeno po Knific 2004, sl. 3).

Fig. 1: Bled – Pristava: division of graves according to grave goods into a late antique burial site (squares) and an early medieval burial site (circles). The area of the late antique burial site with the quadruple grave 336–339, excavated in 1975, is framed (supplemented Knific 2004, Fig. 3).

Analize človeških posmrtnih ostankov iz arheoloških kontekstov so pomemben del raziskovanja in razumevanja preteklosti. Prek sistematičnega in natančnega pregleda skeletnih tkiv omogočijo izgradnjo biološkega profila oseb ter s tem vpogled v demografsko strukturo in način življenja obravnavane populacije. Vendar pa so za tako celostno razumevanje nujne različne vrste raziskav, ki morajo zajeti tako osnovne arheološke podatke kot natančne makro- in mikroskopske ter molekularne analize skeletnih tkiv. Celovita obravnava skeletnih tkiv z različnimi analizami zagotavlja večjo zanesljivost pridobljenih podatkov, saj se rezultati interdisciplinarnih analiz med seboj dopolnjujejo. Izrednega pomena je predvsem pri slabše ohranjenih skeletnih tkivih, ko makroskopske analize ne omogočajo zanesljivih interpretacij rezultatov.

Z natančno analizo štirih oseb, pokopanih v skupnem grobu na poznoantičnem grobišču Bled – Pristava, želimo prikazati nekaj metodoloških možnosti in širino pridobljenih podatkov, ki jih omogoča interdisciplinarni pristop pri raziskovanju človeških posmrtnih ostankov. Posmrtni ostanki vseh štirih oseb so bili vključeni v različne vrste analiz: radiokarbonske analize, osteološke in paleopatološke analize, histološke analize, analize starodavne DNA (angl. ancient DNA, aDNA) ter analize stabilnih izotopov lahkih elementov. Natančno je bil raziskan tudi arheološki kontekst groba, vključno z najdbami. Pridobljeni rezultati so bili med seboj povezani in interpretirani z upoštevanjem tako arheoloških kot antropoloških podatkov.

## ARHEOLOŠKI KONTEKST

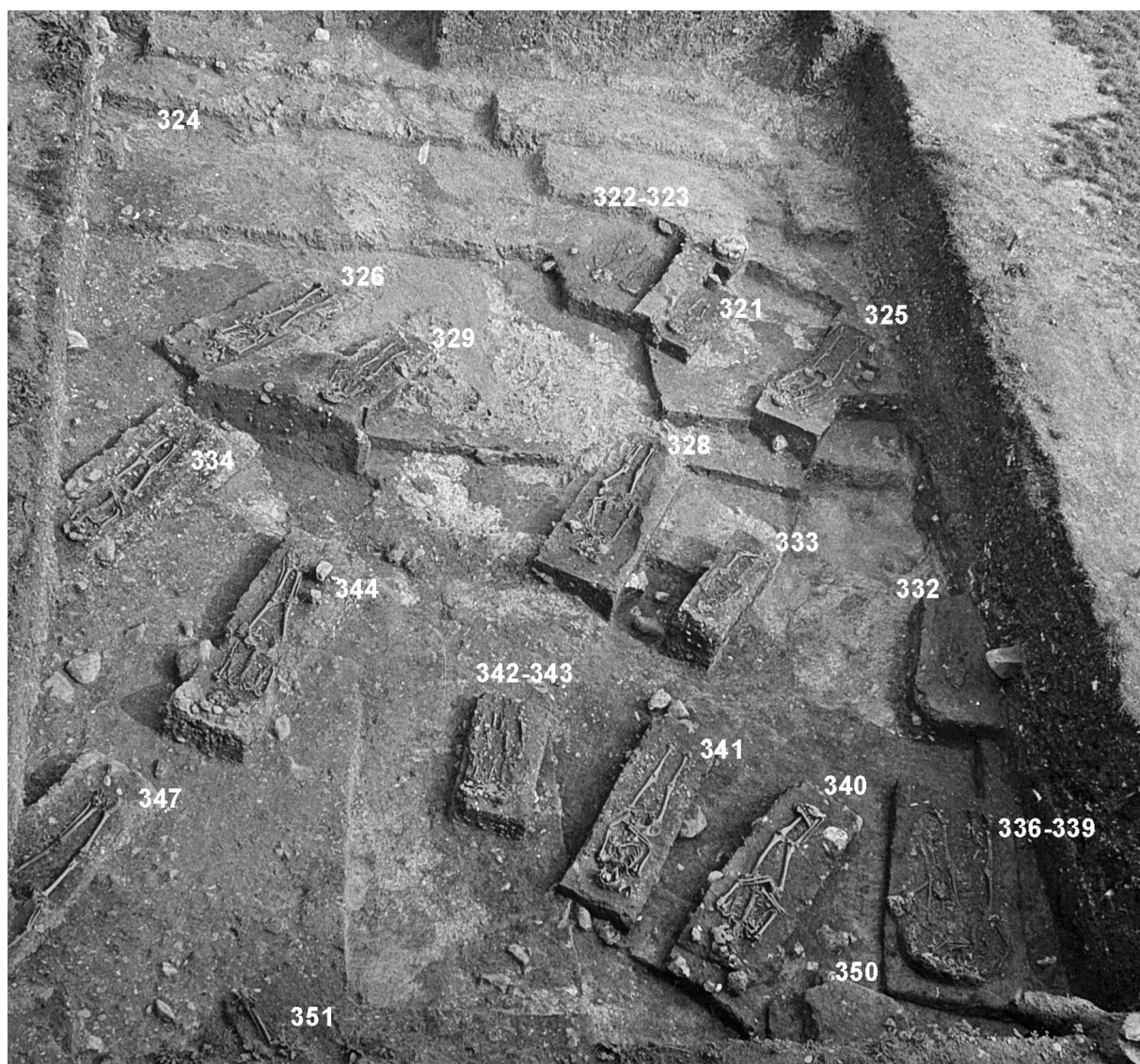
Na Pristavi pod grajskim hribom, ki se dviga nad Blejskim jezerom, so v več raziskovalnih kampanjah odkrili 380 skeletnih grobov iz poznoantičnega obdobja in zgodnjega srednjega veka. Vkopani so bili na širokem hrbtu ob severnem vznožju hriba, ozka vrzel jih je ločevala na dve skupini: severozahodno so bili poznoantični, jugovzhodno (razen treh) pa zgodnesrednjeveški grobovi (*sl. 1*) (Knific 2004).

Arheološke raziskave sta opravili ekipi Narodnega muzeja iz Ljubljane (v letih 1948, 1949 in 1951) in Filozofske fakultete iz Ljubljane (1975, 1976 in 1978). V večini grobov je bil en sam pokojnik, nekaj grobov je bilo dvojnih, leta 1975 pa so na

poznoantičnem grobišču odkrili grob, v katerega so sočasno pokopali štiri umrle (gr. 336–339). Izjemnost četvernega groba dopušča domnevo o posebnih okoliščinah smrti in pokopa te skupinice blejskih prebivalcev.

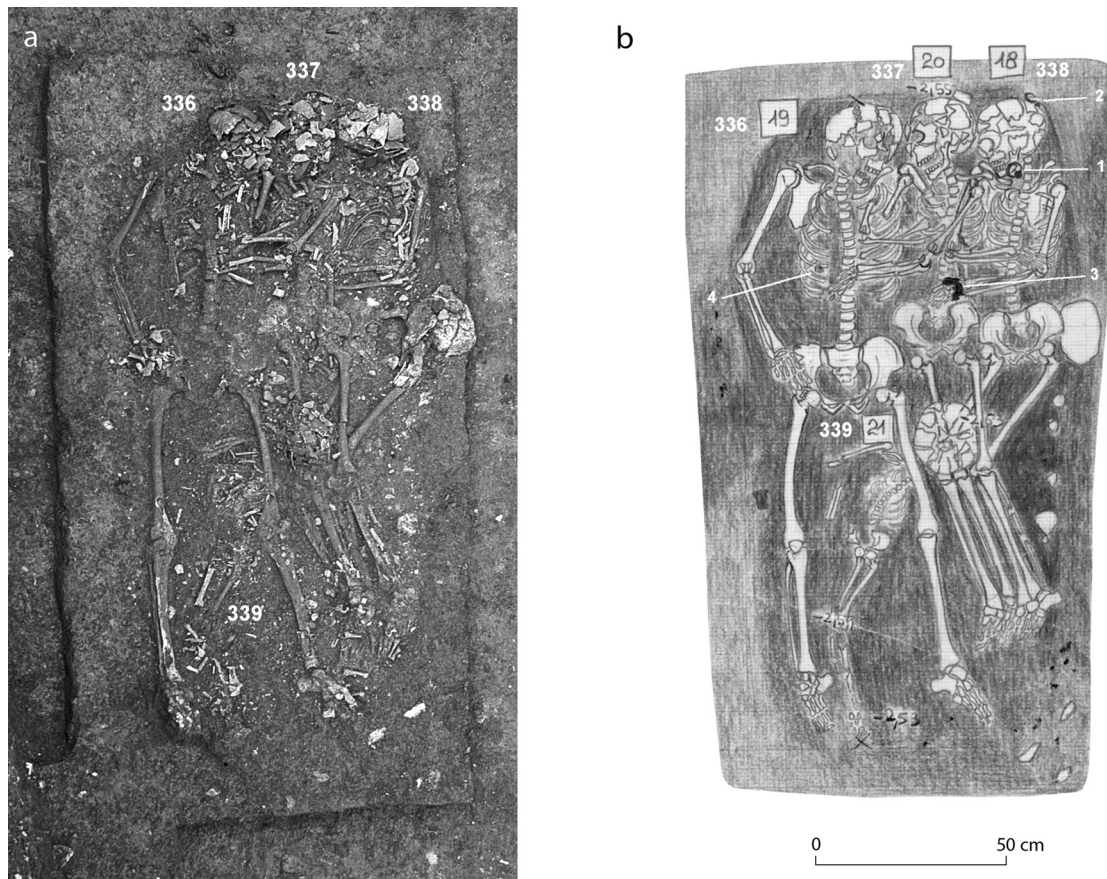
Grobišče je obsegalo 147 grobov,<sup>1</sup> v 63 grobovih so bili različni poznoantični predmeti, predvsem nakit. Grobovi so podkvasto obdajali naravni jarek, ki se je iztekal v grapo na severnem pobočju Pristave (Pleterski 2008, pril. 2). Ležali so v vrstah, razporejeni v enakomernih razmikih, prevladovala je usmeritev Z (glava)–V (noge). Veliko grobov so

<sup>1</sup> Za skeletni grob 348 je radiokarbonska analiza pokazala, da je iz mlajše železne dobe (Bitenc 2023, 399, 418, op. 121), a obseg te faze grobišča ni znan.



Sl. 2: Bled – Pristava: del poznoantičnega grobišča s četvernim grobom 336–339, pogled z zahoda.

Fig. 2: Bled – Pristava: late antique burial site with the quadruple grave 336–339, view from the west.



Sl. 3: Bled – Pristava: **a** – četverni grob 336–339 ob odkritju leta 1975; **b** – terenska risba iz leta 1975. Skeleti so označeni s števkami od 18 do 21 oz. od 336 do 339. V sklopu celotnega grobišča so bile prvotne številke (18–21) pozneje spremenjene: 336 (19), 337 (20), 338 (18) in 339 (21).

Fig. 3: Bled – Pristava: **a** – quadruple grave 336–339 upon discovery in 1975; **b** – 1975 field drawing. The skeletons are marked with numbers from 18 to 21 and 336 to 339. As part of the entire burial ground, initial numbers (18–21) were later changed: 336 (19), 337 (20), 338 (18) and 339 (21).

vkopali tudi na brežini jarka, tako da so tam ležali nižje kot drugod na grobišču. Med njimi je bila tudi jama za četverni grob 336–339, katere dno je bilo globlje kot pri okoliških grobovih (sl. 2).

### Četverni grob

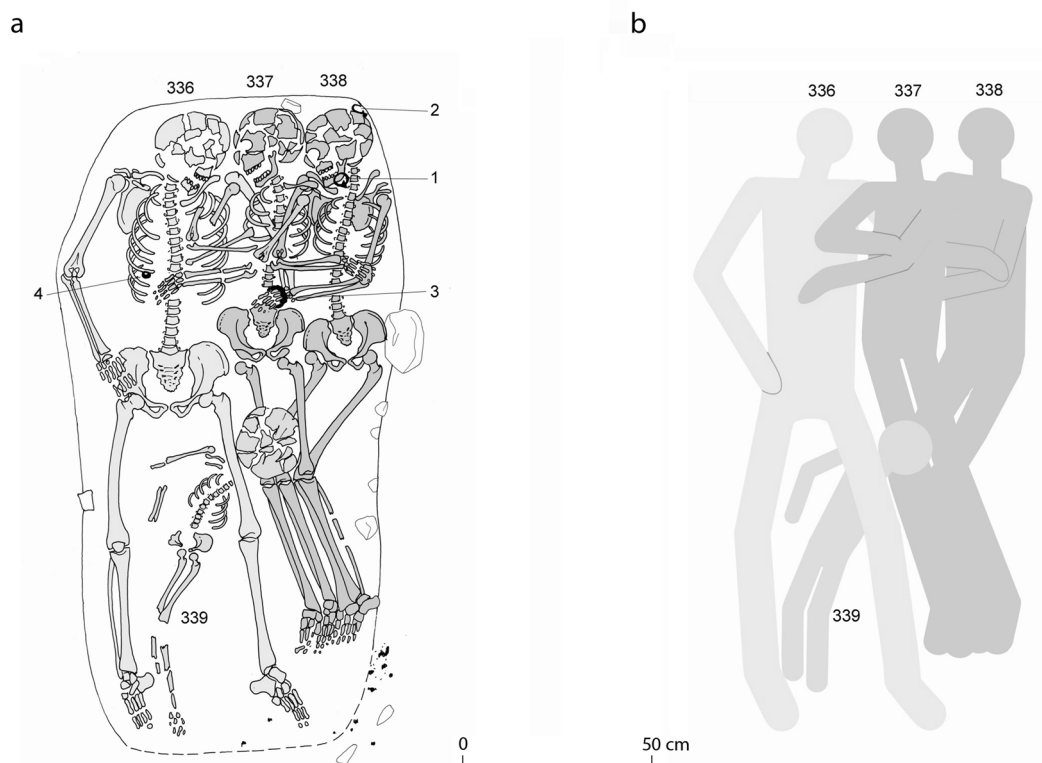
Meje jame za četverni grob so bile ob odkritju dobro vidne v ilovnati plasti, v katero so jama vkopali skozi plast temnega humusa, z njim so bili zasuti tudi skeleti v grobu (sl. 3). Podolgovata jama z zaobljenimi vogali je bila velika  $1,80 \times 0,90$  m. V višini medenice skeleta 338 je ležal večji kamen (vel.  $0,17 \times 0,10$  m), zunaj jame pa so bili raztreseni drobcji oglja, verjetno ostanki prazgodovinskih žganih grobov.

V grobu so bili kostni ostanki štirih oseb. Skeleti so ležali na hrbtu, tesno drug ob drugem, deloma so se tudi prekrivali (sl. 4a). Po njihovi legi

je bilo mogoče sklepati na sočasen pokop štirih trupel v skupno grobno jamo. Najprej so v grob položili truplo moškega (skelet 336), nato trupli obeh mladih žensk (skeleta 337 in 338), stisnjeni v zgornjem delu in s prekrivajočimi se nogami. Zadnjega so v grob položili otroka (skelet 339), in sicer tako, da je z glavo ležal na nogah obeh žensk (skeleta 337 in 338), čezenj pa je bila položena leva noga moškega (skelet 336) (sl. 4b). Ob odkritju je njegov prsni koš deloma ležal pod levo stegnenico moškega, lobanja pa ob levi stegnenici moškega in nad stegnenicami obeh žensk.

### Najdbe

V grobu je bilo tudi nekaj predmetov. Pri ženskem skeletu 338 je na levi strani lobanje ležal bronast uhan s poliedrom (sl. 5: 1), za lobanjo delno



Sl. 4: Bled – Pristava: **a** – prerinis terenske risbe z obarvanimi skeleti (1 – bronast uhan s poliedrom (S 3520); 2 – bronast uhan s pentljo (S 3521); 3 – železna zapestnica (S 3522); 4 – steklena jagoda (S 3519)); **b** – shematična rekonstrukcija pokopa. Fig. 4: Bled – Pristava: **a** – drafted field drawing with skeletons coloured (1 – bronze earring with a polyhedron (S 3520); 2 – bronze earring with a bow (S 3521), 3 – iron bracelet (S 3522); 4 – glass bead (S 3519)); **b** – schematic reconstruction of the burial.

oхранjen bronast uhan s pentljo, po primerjavah na grobišču verjetno ostanek uhana s košarico (sl. 5: 2), na zapetju levece je bila železna zapestnica (sl. 5: 3). Pri skeletu moškega (skelet 336) je na desni strani na rebrih ležala svetlo modra steklena jagoda (sl. 5: 4).

Predmeti, odkriti ob ženskem skeletu 338, spadajo med najpogostejše najdbe na poznoantičnem grobišču Bled – Pristava: v 13 grobovih so našli 19 uhanov s poliedrom, v 25 grobovih 39 uhanov s košarico in v 26 grobovih 29 železnih zapestnic.

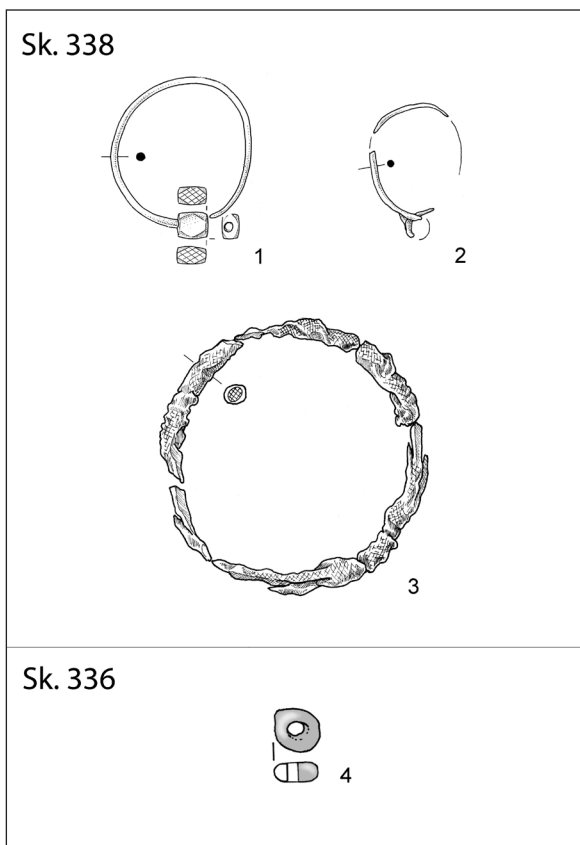
V posameznih grobovih so bili večinoma le uhani istega tipa, ali s poliedrom ali s košarico, redko pa so bili skupaj uhani obeh tipov. Kot v četvernem grobu pri skeletu ženske (št. 338) so jih našli še v treh grobovih.

Na podlagi najdb uhanov je na grobišču Bled – Pristava mogoče prepoznati tri skupine grobov s specifičnimi pridatki (Knific 1983, 18–23). V prvi skupini grobov so bili kot vodilni element prepoznani uhani s poliedrom, v drugi uhani s poliedrom in košarico ter v tretji uhani s košarico. Prva in tretja skupina se po sestavi izključujeta,

saj nimata skupnih predmetov, medtem ko se v drugi skupini mešano pojavljajo predmeti, kot jih najdemo v prvi in tretji skupini. V vseh skupinah so železne zapestnice in steklene jagode. V drugo skupino zaradi najdb ob skeletu 338 uvrščamo tudi tukaj obravnavani četverni grob.

### Kronologija

Skupine predmetov so bile po primerjavah in arheoloških ocenah tudi kronološko opredeljene. Prva v zgodnje 6. st. (približno do leta 540), druga v sredino 6. st. (do leta 570) in tretja v zadnjo tretjino 6. st. Odkritih pa je bilo tudi nekaj grobov, v katerih so bili samo uhani s košarico, večinoma zelo preproste izdelave, verjetno iz prvih treh desetletij 7. st. Pojav starejših uhanov s poliedrom skupaj z mlajšimi uhani s košarico v istem grobu (pri skeletu 338) omogoča datacijo četvernega groba v sredino 6. st., žensko s takšnim nakitom (št. 338) pa v drugo generacijo na grobišču pokopanih prebivalcev (Knific 1983, 160–163).



Sl. 5: Bled – Pristava: predmeti iz četvernega groba s skeleti 336–339: 1 – bronast uhan s poliedrom (NMS, inv. št. S 3520); 2 – bronast uhan s pentljo (NMS, inv. št. S 3521), 3 – železna zapestnica (NMS, inv. št. S 3522); 4 – steklena jagoda (NMS, inv. št. S 3519). M. = 1:2.

Fig. 5: Bled – Pristava: objects from the quadruple grave with skeletons 336–339: 1 – bronze earring with a polyhedron (NMS, Inv. No. S 3520); 2 – bronze earring with bow (NMS, Inv. No. S 3521), 3 – iron bracelet (NMS, Inv. No. S 3522); 4 – glass bead (NMS, Inv. No. S 3519). Scale = 1:2.

Radiokarbonska analiza vzorca kosti moškega (skelet 336) je pokazala  $2\sigma$  datum v kalibriranem razponu med letoma 408 in 538.<sup>2</sup> Ta časovni okvir odpira nekaj vprašanj o četvernem grobu, povezanih z najdenima uhanoma pri skeletu 338.

Peto stoletje je za uhane s poliedrom in uhane s košarico sicer možna datacija, vendar le za dragocene in značilno oblikovane primerke, kakršnih pa na grobišču Bled – Pristava niso našli. Tu so najstarejši preprosti uhani s polnim poliedrom, kot je primerek iz četvernega groba (sl. 5: 1): Zanje poznamo ozko datirane primerjave z grobišča v Dravljah v Ljubljani, ki je časovno opredeljeno v konec 5. st. in prva štiri desetletja 6. st. (Tomazo-Ravnik, Pogačnik 1975).

Uhani s košarico so na grobišču Bled – Pristava poznejši, datirani predvsem v čas od sredine 6. st. naprej, podobno kot je pokazala raziskava za obsežen sklop takšnih uhanov z najdišč v Italiji (Possenti 1994, 30, 46) in na Madžarskem (Vida 2012, 403). Locen delno ohranjenega uhana iz četvernega groba je spodaj zavrt v zanko (sl. 5: 2), kar je zelo pogosta oblika uhanov s košarico na grobišču Bled – Pristava. V grobu 210 sta bila takšna uhana skupaj s S-fibulo tipa Schwechat-Pallersdorf (Bezenye), značilnim nakitom za langobardsko srednjedonavsko-panonsko prehodno fazo, datirano med letoma 540 in 560 (Milavec 2007, 337, 349).

<sup>2</sup> DeA-32270:  $1624 \pm 23$  BP, Atomki Debrecen (408–483 calAD (59,1 %) in 490–538 calAD (36,3 %),  $2\sigma$ ; OxCal v4.4.4.).

Sk.	Ocenjen spol / Assessed sex	Genetsko določen spol / Genetically determined sex	Ocenejena starost (leta) / Assessed age (years)	Patološke spremembe / Pathological changes	Posebnosti / Special features
336	moški / male	moški / male	35–45	morebitno pomanjkanje hranil, degenerativne spremembe zaradi procesa staranja ali večjih obremenitev / possible malnutrition, degenerative changes due to ageing or physical stress	
337	nedoločljiv / undetermined	ženski / female	$13,5 \pm 1$	morebitno pomanjkanje hranil / possible malnutrition	
338	ženski / female	ženski / female	$18,5 \pm 1$	morebitno pomanjkanje hranil, upočasjen razvoj skeleta / possible malnutrition, delayed skeletal development	skleninski biseri / enamel pearls
339	nedoločljiv / undetermined	moški / male	$5,5 \pm 1$		

Tab. 1: Bled – Pristava: povzetek osteoloških in paleopatoloških analiz ter genetsko določen spol za skelete 336–339.

Tab. 1: Bled – Pristava: summary of the osteological and palaeopathological analyses and genetically determined sex for skeletons 336–339.

Tudi v grobu 358, v katerem je bila pokopana ženska z bogatim nakitom, so našli uhana z locnom, ki je spodaj uvit v zanko (Knific 1983, 8). Grob je bil najprej datiran v obdobje med letoma 570 in 600 (Knific 1983, 19), nato pa širše v čas druge polovice 6. in začetka 7. st. (Bitenc, Knific 2001, 46). Radiokarbonska analiza skeleta, ki so jo opravili leta 2023 v Poznanju, je pokazala  $2\sigma$  datum v kalibriranem razponu med letoma 426 in 575 (verjetnost 95,4 %).<sup>3</sup>

Podatka, da ožja arheološka datacija za grob 358 le z majhnim segmentom sega v verjetnostni razpon radiokarbonske meritve, datacija za četverni grob (skelet 336) pa se ga komaj dotakne, morda kažeta, da so se začeli uhani s košarico na grobišču Bled – Pristava pojavljati prej, kot se je predvidevalo doslej. Čeprav so dosedanje arheološke datacije teh grobov v primerjavi z radiokarbonskimi datacijami torej razmeroma pozne, pa še ne gre zaključiti, da so njihove datacije prepozne, saj bi lahko ostali priljubljeni dlje časa.

Ob arheološki dataciji poznoantičnega grobišča Pristava na Bledu v čas 6. in prvih treh desetletij 7. st. lahko kot indic omenimo podatek o novcih iz sočasne naselbine, katere ostanki so bili delno odkriti na bližnjem grajskem hribu. Od tam izvirata srebrnik cesarja Justinijana I., skovan med letoma 552 in 565, in falzificirani zlatnik cesarja Herakleja, ki je vladal v letih 610–641 (Knific 2008b, 24).

## ANTROPOLOŠKE ANALIZE

Preliminarne antropološke analize so bile opravljene že ob terenskih ogledih,<sup>4</sup> opredelitve pa so potrdile tudi poznejše antropološke analize (Leben-Seljak 1996; Turk 1981). Zaradi razvoja in napredka v metodoloških postopkih so bile ob vzorčenju za nadaljnje mikroskopske in molekularne analize opravljene tudi makroskopske osteološke in paleopatološke analize. Slednje so bile v pomoč pri izgradnji biološkega profila oseb. Ta zajema oceno spola in starosti ob smrti ter skeletne variacije in patološke spremembe (*tab. 1*). Običajno je vključena tudi ocena telesne višine, a ta zaradi preslabe ohranjenosti dolgih kosti pri četvernem grobu ni bila izvedena. Makroskopske osteološke

in paleopatološke analize so potekale v skladu z mednarodnimi standardi (Brickley, McKinley (ur.) 2004; Mitchell, Brickley 2017).

Metodološki postopki za antropološko oceno spola in starosti ob smrti oseb iz četvernega groba so bili prilagojeni stanju ohranjenosti posmrtnih ostankov ter preliminarni oceni, ali gre za odraslo osebo ali otroka. Ocene starosti temeljijo na razvitosti zob in izraženega tretjega kočnika (AlQahtani et al. 2010), obrabljenosti zob (Brothwell 1981) ter razvitosti oz. zraščanju posameznih delov skeletnega elementa (Schaefer et al. 2009). Spol je bil pri odraslih ocenjen na osnovi odprtosti kolčnega vozla in morfološke oblike lobanje (Buikstra, Ubelaker 1994). Pri otrocih spola zaradi slabe ohranjenosti kosti in odsotnosti spolnega dimorfizma zgolj z osnovnimi antropološkimi analizami ni bilo mogoče oceniti. Genetski spol vseh štirih oseb je bil določen na osnovi rezultatov DNA-analize. Osnovni opisi in mogoče diagnoze prepoznanih patoloških sprememb temeljijo na delu Ortner (2003) in Aufderheide et al. (2011) ter so podprte z drugo, pri obravnavanem primeru navedeno literaturo.

## Skelet 336

Analize posmrtnih ostankov osebe 336 so pokazale, da gre verjetno za moškega. Razvitost zob in obraba griznih površin (*sl. 6*) kažeta na starost ob smrti med 35 in 45 let. Obraba zob sicer ni najbolj zanesljiva pri ocenah starosti, saj je odvisna od načina življenja in tako številnih dejavnikov (Miles 2001). Poleg tega so bile na skeletu opažene tudi številne degenerativne spremembe, ki kažejo, da je verjetnejša ocena starosti v zgornjem delu navedenega starostnega okvira. Na več lobanjskih kosteh (zagozdica, nebni odrastek, čelnica) je bilo zaznati poroznost, ki kaže na patološke spremembe. Tovrstne spremembe verjetno kažejo na



*Sl. 6:* Bled – Pristava (oseba 336): obrabljenost griznih površin spodnjih kočnikov.

*Fig. 6:* Bled – Pristava (individual 336): tooth wear of the biting surfaces of the lower molars (skeleton 336).

<sup>3</sup> Poz-158489:1560 ±30 BP, Poznan Radiocarbon Laboratory, (426–575 calAD (95,4 %), 2σ; OxCal v4.4.4).

<sup>4</sup> Grobni zapisniki iz let 1975/76 in 1978 so delo Tatjane Ravnik-Tomazo (Biotehniška fakulteta, Ljubljana; tu so zapisniki shranjeni).

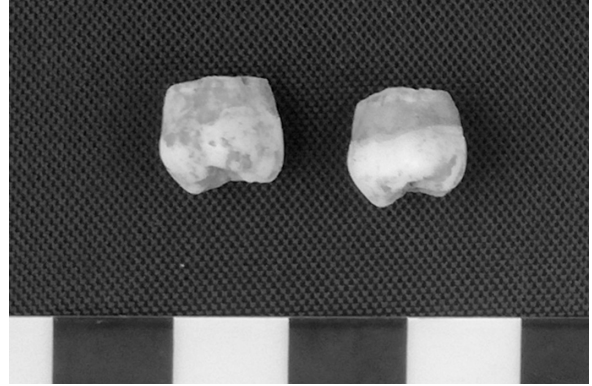


Sl. 7: Bled – Pristava (oseba 336): osteofiti (beli puščici) na robovih telesa vretenca.

Fig. 7: Bled – Pristava (individual 336): osteophytes (white arrows) on the edges of the vertebra.

pomanjkanje hranil, morda vitamina C (skorbut), vitamina D (osteomalacija) ali železa (anemija), vendar pri tem ni mogoče povsem izključiti vnetja zaradi neznanega razloga. Vendarle bi bilo pri slednjem poleg poroznosti pričakovati tudi plasti nove kosti ter pri anemiji tanjšanje kortikalne kosti in razširitev gobaste kostnine. Poleg tega je predvsem poroznost na krilu zagozdnice, temenice in čeljustnice pogosto povezana s pomanjkanjem vitamina C oz. skorbutom (Brickley, Ives 2008; Geber, Murphy 2012; Ortner 2003). Ker znaki na skeletu 336 niso dovolj specifični in izraziti, diagnoze ni mogoče z gotovostjo potrditi.

Na robovih teles vretenc so vidne tvorbe nove kosti, osteofiti (sl. 7). Ti se lahko razvijejo kot običajen del procesa staranja in jih je težko opaziti pri ljudeh, mlajših od 40 let, povsem običajni pa so po 70. letu. Osteofiti so lahko tudi znak bolezni sklepov, mehanskih obremenitev in/ali poškodbe. Izraziti osteofiti povzročijo različne težave in bolečine, saj omejujejo gibljivost prizadetih sklepov (Burt et al. 2013; van der Kraan, van den



Sl. 8: Bled – Pristava (oseba 337): zgornja tretja kočnika z le deloma razvito korenino.

Fig. 8: Bled – Pristava (individual 337): upper third molar with partially developed root.

Berg 2007). Pri skeletu 336 ni bilo opaziti drugih znakov bolezni ali poškodb, tako da so osteofiti najverjetneje običajna posledica staranja in/ali fizičnih obremenitev.

### Skelet 337

Analize posmrtnih ostankov osebe 337 so pokazale, da gre za otroka. Ker so ocene spola na osnovi otroškega skeleta nezanesljive (Brickley, Buckberry 2018; Lewis 2017), spol ni bil ocenjen. Na podlagi razvitosti zob (sl. 8) je bila starost ob smrti ocenjena na  $13,5 \pm 1$  leto, medtem ko razvitost skeletnih elementov to potrjuje z grobo oceno, da gre za osebo, mlajšo od 16 let.

Na nebem odrastku in v očesnih strehah je bila opažena poroznost, ki kaže na patološke spremembe. Gre za zelo podobne spremembe kot pri skeletu 336 in morda kažejo na pomanjkanje hranil. Vendar tudi v tem primeru spremembe niso dovolj izrazite in specifične za postavitve diagnoze.



Sl. 9: Bled – Pristava (oseba 338): a – poroznost v očesni stregi (cribra orbitalia); b – poroznost na nebni odrastki zgornje čeljustnice; c – poroznost na zagozdnici.

Fig. 9: Bled – Pristava (individual 338): a – porosity in the orbit (cribra orbitalia); b – porosity on the palatine of the maxilla; c – porosity on the sphenoid.





Sl. 10: Bled – Pristava (oseba 338): zgornja tretja kočnika s skleninskim biserom.

Fig. 10: Bled – Pristava (individual 338): upper third molars with enamel pearls.

### Skelet 338

Analize posmrtnih ostankov osebe 338 so pokazale, da gre verjetno za žensko. Na osnovi razvitosti zob je bila starost ob smrti ocenjena na  $18,5 \pm 1$  leto, na osnovi razvitosti skeleta pa na približno 15 let. Odstopanje med razvitostjo zob in skeleta je verjetno posledica na skeletu opaženih patoloških sprememb. Na več lobanjskih kosteh (očesni strehi, nebni odrastek, zgornja čeljustnica, temenica, čelnica, zagozdnicca) je bila zaznana poroznost brez tvorbe nove kosti (sl. 9). Gre za zelo podobne spremembe kot pri skeletih 336 in 337 ter tako domnevno posledico pomanjkanja hranil. Vendar tudi v tem primeru spremembe niso dovolj izrazite in specifične za postavitev diagnoze.



Sl. 11: Bled – Pristava (oseba 339): zobje in del spodnje čeljustnice.

Fig. 11: Bled – Pristava (individual 339) teeth and part of the mandible.

Omeniti kaže skleninska bisera na korenini obeh zgornjih tretjih kočnikov (sl. 10). Takšni biseri se razvijejo, če se Hertwigova epitelijska nožnica, ki ima središčno vlogo pri razvoju zobne korenine, ne odmakne od dentinske površine v korenini (Eşian, Monea 2011; Gašperšič et al. 2013; Moskow, Canut 1990). Točen razlog za njihov nastanek ni pojasnjen, pojavijo pa se pri 1–10 % ljudi, odvisno od populacije. Večje študije kažejo povprečno 2,7-odstotno pojavnost, najpogosteje, 9,7 %, pa jih je zaslediti pri Inuitih (Moskow, Canut 1990). Načeloma biseri predstavljajo zgolj anomalijo v razvoju zob, vendar raziskave kažejo, da lahko povzročijo ali pospešijo parodontalno bolezen (Zenóbio et al. 2015).

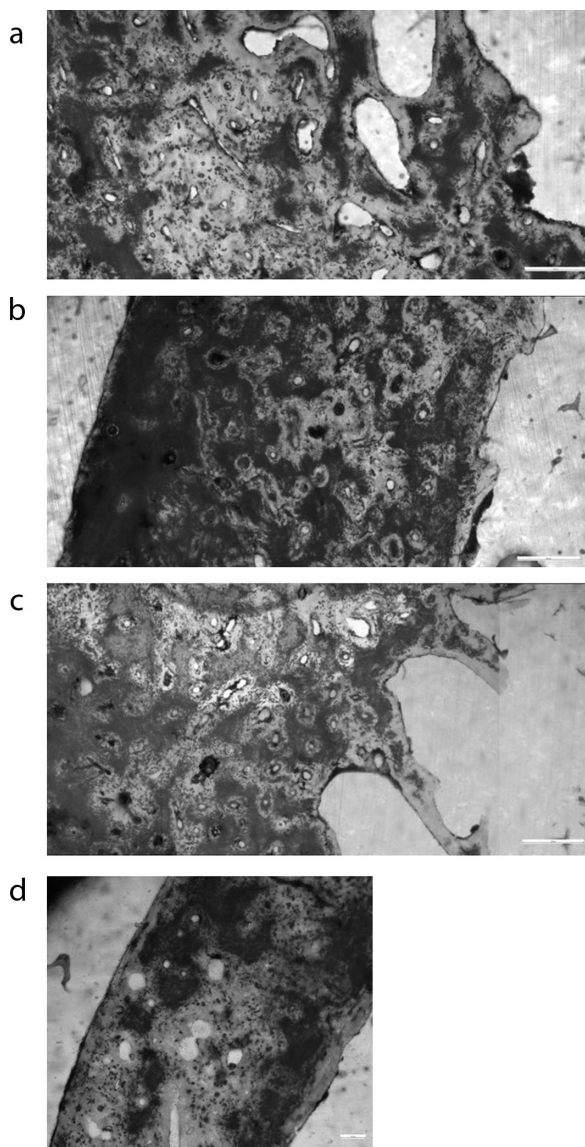
### Skelet 339

Analize posmrtnih ostankov osebe 339 so pokazale, da gre za otroka. Ker so ocene spola na osnovi otroškega skeleta nezanesljive (Brickey, Buckberry 2018; Lewis 2017), spol ni bil ocenjen. Glede na razvitost zob je bila starost ob smrti ocenjena na  $5,5 \pm 1$  leto (sl. 11), medtem ko razvitost skeletnih elementov to potrjuje z grobo oceno, da gre za osebo, staro med 5 in 6 let. Patoloških sprememb ni bilo opaziti.

### HISTOLOŠKE ANALIZE

Rezultati makroskopskih analiz so dopolnjeni s histološkimi analizami. Namen teh je bil potrditi ali izboljšati oceno starosti ob smrti ter diagnoze opaženih patoloških sprememb. Histološke analize so bile izvedene na rezinah stegenice. Te so bile pripravljene z vlivanjem v epoksi smolo, rezanjem, brušenjem in poliranjem do debeline  $\sim 75\text{--}50 \mu\text{m}$  oz. vse dokler struktura tkiv pod mikroskopom ni bila jasno vidna. Analiziranje je potekalo pod svetlobnim mikroskopom pri 50–200-kratnih povečavah.

Analiza rezin je pokazala, da je mikrostruktura kosti v vseh štirih primerih močno poškodovana zaradi tafonomskih dejavnikov. Posamezne strukture (osteoni, lakune, lamelarna kost) skoraj niso več prepoznavne, jasno prepoznavni so le še Haversovi kanali. Tako so bile nadaljnje analize zelo omejene. Patoloških sprememb ni bilo mogoče prepoznati. Pri odraslem moškem (skelet 336) so bile opravljene analize za oceno starosti po metodi Hummel-Schutkowski (1993), vendar je njihova zanesljivost zaradi tafonomskih poškodb



Sl. 12: Bled – Pristava: presek stegnenice: **a** – skelet 338 (50-kratna povečava); **b** – skelet 336 (50-kratna povečava); **c** – skelet 337 (50-kratna povečava); **d** – skelet 339 (100-kratna povečava).

Fig. 12: Bled – Pristava: cross-section of a femur: **a** – skeleton 338 (50× magnification); **b** – skeleton 336 (50× magnification); **c** – skeleton 337 (50× magnification); **d** – skeleton 339 (100× magnification).

mikrostrukture močno omejena. Na podlagi števila osteonov je bila starost ocenjena na  $35 \pm 10$  let. Tako je bil le potrjen starostni okvir, pridobljen z makroskopskimi analizami.

Vizualna analiza rezin stegnenic vseh štirih oseb vendarle kaže jasne razlike v mikrostrukturi analiziranih kosti (sl. 12), ki so posledica različnih starosti ob smrti. Odrasel moški, star od 35 do 45 let, ima največ osteonov, najdemo jih tako v notranjem in zunanem kot tudi v osrednjem

delu kosti. Prevladujejo sekundarni osteoni prve generacije, značilni za zrelo kost. Mestoma so vidni tudi sekundarni osteoni druge generacije, ki jih je s starostjo čedalje več, saj nastajajo z obnavljanjem kosti skozi življenje. Pri ženski (skelet 338), stari  $18,5 \pm 1$  leto, je osteonov manj, najti je sekundarne osteone prve generacije, vendar po zunanjih in notranjih delih kosti prevladuje primarna lamelarna kost, v kateri so prepoznavni primarni osteoni. Pri otroku (skelet 337), starem  $13,5 \pm 1$  leto, je na prvi pogled osteonov veliko, vendar je veliko primarnih osteonov v lamelarni kosti. Pri otroku (skelet 339), starem  $5,5 \pm 1$  leto, je osteonov najmanj, prevladujejo primarni osteoni v lamelarni kosti, Haversovi kanali so veliki.

### ANALIZE aDNA

Na skalnici (del senčnice oz. temporalne kosti lobanje) in zobu vsake izmed štirih oseb iz groba smo v Laboratoriju za molekularno genetiko Inštituta za sodno medicino Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani opravili analize starodavne DNA (aDNA). Priprava vzorcev za analize je sledila specifičnim korakom za preprečevanje in zaznavanje kontaminacije vzorcev s sodobno DNA. Celoten postopek priprave in analize vzorcev je potekal v ločenem laboratoriju, namenjenem izključno obdelavi starodavnih skeletnih ostankov, in sicer v komori, opremljeni s HEPA-filtrom in UV-žarnico, ki preprečujeta vnos kontaminacijske DNA (HEPA-filter) in njeno razgradnjo (UV-žarčenje). Pri pripravi so bila uporabljena primerna zaščitna oblačila, laboratorijska oprema in površine so bile očiščene z belilom in obsevane z UV-svetlobo. Izdelana je bila izločitvena zbirka genetskih profilov oseb, ki so nedavno prišle v stik z vzorci. Ob analizah skeletnih vzorcev so potekale tudi analize negativne kontrole za prepoznavanje morebitne kontaminacije. Kostni so bile mehansko in kemično očiščene, pri zobeh pa je bilo mehansko čiščenje nadomeščeno z obsevanjem z UV-svetlobo. Kostni in zobje so bili nato zmleti s homogenizatorjem v droben prah, pri čemer je bil za hlajenje vzorcev in komore za mletje uporabljen tekoči dušik. Enakomerno zmleti vzorci so bili dekalificirani z 0,5 M EDTA. Pridobljeni oborini je bil dodan ekstrakcijski pufer za lizo celičnih in jedrnih membran, pri čemer je bila proteinaza K (endolitična serinska proteaza) namenjena cepitvi proteinov na posamezne aminokisliline, reducent DTT pa cepitvi disulfidnih mostov med cisteinskima ostankoma

Skelet / Skeleton	Starost / Age	Tarča / Target Y-qPCR	Amelogeninski gen / Amelogenin gen	Y-STR (23 STR)	Autosomni / Autosomal STR (16 STR)
336	35–45	prisotna / present	X/Y	19/23	13/16
337	13,5 ± 1	/	X/X	/	14/16
338	18,5 ± 1	/	X/X	/	15/16
339	5,5 ± 1	prisotna / present	X/Y	20/23	15/16

Tab. 2: Bled – Pristava: rezultati genetske določitve spola s pomnožitvijo tarče Y-qPCR, amelogeninskega gena in genetskih označevalcev Y-STR ter število uspešno pomnoženih genetskih označevalcev STR na kromosomu Y in avtosomih za določitev sorodstvenih povezav pri skeletih 336, 337, 338 in 339.

Tab. 2: Bled – Pristava: results of genetic sex determination through Y-qPCR target multiplication, amelogenin gene, and Y-STR genetic markers, as well as the number of successfully amplified Y-chromosomal and autosomal genetic markers, for establishing familial relationships in skeletons 336, 337, 338, and 339.

v proteinu. Po inkubaciji je bil pridobljen lizat z ekstrahirano DNA, ki je bila očiščena inhibitorjev verižne reakcije s polimerazo (angl. Polymerase Chain Reaction, PCR) s tehnologijo vezave DNA na magnetne delce. Postopek ekstrakcije DNA je natančno opisan v Zupanič Pajnič (2016). Količina in kakovost (razgrajenost) izolirane aDNA sta bili določeni s kvantitativno reakcijo PCR v realnem času – qPCR (Zupanič Pajnič et al. 2017). Pri tem je potekalo tudi pomnoževanje tarče na kromosomu Y, ki ob uspešni pomnožitvi kaže na prisotnost moške DNA. Sledili sta pomnoževanje kratkih tandemskih ponovitev (angl. Short Tandem Repeat, STR) na avtosomih in na kromosomu Y z reakcijo PCR ter pridobitev genetskih profilov. Poleg avtosomskih STR so bili za povečanje verjetnosti sorodstva tipizirani tudi identifikacijski polimorfizmi posameznega nukleotida (angl. Short Nucleotide Polymorphism, SNP), ki so krajši od označevalcev STR in zato zelo uporabni za analize sorodstva starodavnih skeletov, katerih DNA je močno razgrajena in pogosto ne omogoča pridobitev celotnih profilov daljših označevalcev STR.

### Določitev spola

Spol je bil določen na osnovi treh genetskih testov. Prvi je bilo pomnoževanje tarče na kromosomu Y z reakcijo qPCR, drugi pomnoževanje odseka amelogeninskega gena, ki se pri kromosomu X in Y razlikuje v dolžini, in tretji pomnoževanje označevalcev STR na kromosomu Y (tipiziranih je bilo 23 označevalcev Y-STR). Za odraslo osebo 336 in otroka 339 je bil določen moški spol, saj je bil pri pomnoževanju tarče na kromosomu Y z reakcijo qPCR pridobljen produkt, amelogenin-

ski test je pokazal prisotnost kromosoma X in Y ter na kromosomu Y je bil pridobljen haplotip označevalcev STR. Odrasli osebi 338 in otroku 337 je bil določen ženski spol, saj v reakciji qPCR tarča na kromosomu Y ni bila detektirana, amelogeninski test je pokazal le prisotnost kromosoma X in haplotipi Y-STR niso bili pridobljeni (tab. 2).

### Sorodstvene povezave

Za vse štiri osebe so bili pridobljeni genetski profili avtosomskih označevalcev STR (tipiziranih je bilo 16 označevalcev STR), ki predstavljajo najbolj variabilne odseke človeškega genoma in nam zaradi izredne polimorfnosti inkodominantnega načina dedovanja omogočajo preverjanje sorodstvenih povezav. Na posameznem področju STR otrok vedno podeduje en alel od očeta in drugega od matere. Pri primerjavi genetskih profilov avtosomskih področij STR preiskovanih skeletov je bila pri odrasli moški osebi (skelet 336) zaznana vsaj polovica skupnih alelov z vsemi preostalimi preiskovanimi osebami, kar kaže na sorodstveno povezavo med očetom in njegovimi otroki. Verjetnost sorodstvenih povezav je bila izračunana z uporabo statističnega programa "DNA VIEW" (Brenner 2007), za vse tri otroke je bilo potrjeno očetovstvo z verjetnostjo, večjo od 99,99 %. Za očeta in sina sta bila pridobljena haplotipa označevalcev STR kromosoma Y, zato je bila verjetnost očetovstva izračunana tudi za patrilinarno sorodstvo. Za sestri so bili pridobljeni profili 90 identifikacijskih SNP, verjetnost sorodstva med njima pa je bila izračunana s programom Familias. Verjetnost očetovstva za sina (otrok 339) in verjetnost sorodstva med sestrama je bila tako dodatno povišana na 99,999997 %, pri čemer so

bili v statistični izračun vključeni vsi preiskovani genetski označevalci (Zupanič Pajnič et al. 2023a, 2023b). Z genetskimi preiskavami je bilo z izredno zanesljivostjo ugotovljeno, da so v grobu skupaj pokopani oče z dvema hčerka in enim sinom. Izredno visoko ujemanje avtosomskih označevalcev STR med vsemi tremi otroki kaže, da imajo poleg istega očeta tudi isto mamo.

### Fenotipizacija

Z uporabo prirejene različice sistema za masovno zaporedno sekvenciranje HIrisPlex (angl. Massive Parallel Sequencing, MSP), statističnega programa R<sup>5</sup> in spletnega orodja HIrisPlex<sup>6</sup> je bila na osnovi polimorfizmov posameznega nukleotida (angl. Short Nucleotide Polymorphism, SNP) določena najverjetnejša barva las in oči obeh moških skeletov. Odrasel moški 336 je imel verjetno rjave oči in temno rjave ali črne lase, medtem ko je imel deček 339 verjetno modre oči in rjave ali temno rjave lase (Zupanič Pajnič et al. 2023b).

### ANALIZE STABILNIH IZOTOPOV

Kot zadnje so bile opravljene analize stabilnih izotopov ogljika, dušika in žvepla, ki so omogočile raziskovanje prehrane in izpostavljenosti fiziološkemu stresu obravnavanih oseb.

Pri vsaki od analiziranih oseb so bili vzeti dva ali trije zobje (skeleta 336 in 338: prvi in drugi stalni kočnik, skelet 337: prvi in tretji stalni kočnik, skelet 339: prvi mlečni ter prvi in drugi stalni kočnik), odlomek rebra in odlomek stegenice. Vsi vzorci so bili očiščeni v ultrazvočni kopeli. Kolagen je bil pripravljen po prilagojeni Longinovi metodi, vendar brez filtracije (Beaumont et al. 2018; Brown et al. 1988). Vzorci so bili demineralizirani v 0,5 M klorovodikovi kislini pri temperaturi 4–5 °C. Kislino smo zamenjali vsakih nekaj dni, vse dokler demineralizacija ni bila končana. Zobni dentin smo s skalpelom razrezali na približno 1 mm debele inkremente od vršiča krone navzdol, zabeleženo je bilo število rezin. Glede na razvitost zoba (AlQahtani et al. 2010) in število inkrementov je bil izračunan približen čas, ki ga predstavlja določen inkrement.

Demineralizirane kosti in inkrementi dentina smo analizirali po enaki metodi. Vzorci so bili očiščeni oz. nevtralizirani z uporabo deionizirane vode, vstavljeni v vialo z 0,001 M klorovodikovo kislino ter v termobloku segrevani na 70 °C. Segrevanje je potekalo 24 do 48 ur oz. dokler kolagen ni bil povsem raztopljen. Zaradi majhnosti vzorcev filtracija ni bila izvedena. Morebitne trdne delce smo odstranili s centrifugiranjem. Pridobljena tekočina je bila zamrznjena in liofilizirana. Tako pripravljene vzorce smo uporabili za nadaljnjo analizo. Določitev razmerij lahkih elementov (<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C, <sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N, <sup>34</sup>S/<sup>32</sup>S) v vzorcu je potekala na masnem spektrometru za analizo stabilnih izotopov lahkih elementov (angl. Isotope Ratio Mass Spectrometry, IRMS), sklopljenem s preparativnim nastavkom za trdne vzorce IsoPrime 100 – Vario PYRO Cube (OH/CNS Pyrolyser/Elemental Analyser).<sup>7</sup>

Za spremljanje pravilnosti in natančnosti meritev smo pri analizah uporabili mednarodne referenčne materiale in laboratorijski referenčni material z znano izotopsko sestavo. Rezultati za ogljik in dušik so bili normalizirani glede na mednarodne referenčne materiale USGS88 z vrednostjo  $\delta^{13}\text{C} = -16,06 \pm 0,07 \text{ ‰}$  in vrednostjo  $\delta^{15}\text{N} = +14,96 \pm 0,14 \text{ ‰}$ , USGS89 z vrednostjo  $\delta^{13}\text{C} = -18,13 \pm 0,11 \text{ ‰}$  vrednostjo in  $\delta^{15}\text{N} = +6,25 \pm 0,12 \text{ ‰}$  ter IAEA-600 z vrednostjo  $\delta^{13}\text{C} = -27,73 \pm 0,04 \text{ ‰}$  in vrednostjo  $\delta^{15}\text{N} = +1,02 \pm 0,05 \text{ ‰}$ . Kot kontrolni material je bil uporabljen laboratorijski referenčni material CRP-IAEA z vrednostjo  $\delta^{13}\text{C} = -20,34 \pm 0,09 \text{ ‰}$  in vrednostjo  $\delta^{15}\text{N} = +5,62 \pm 0,19 \text{ ‰}$ . Pri žveplu sta bila za normalizacijo rezultatov uporabljena referenčna materiala USGS88 z vrednostjo  $\delta^{34}\text{S} = +17,10 \pm 0,44 \text{ ‰}$  in USGS89 z vrednostjo  $\delta^{34}\text{S} = +3,86 \pm 0,56 \text{ ‰}$ . Kot kontrolni material je bil uporabljen laboratorijski referenčni material CRP-IAEA z vrednostjo  $\delta^{34}\text{S} = +4,18 \pm 0,79 \text{ ‰}$ . Napaka meritve za določitev vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  znaša  $\pm 0,2 \text{ ‰}$  in  $\pm 0,6 \text{ ‰}$  za  $\delta^{34}\text{S}$ .

### Izhodišča o prehrani

Za boljše razumevanje rezultatov, pridobljenih z analizami stabilnih izotopov, je potrebno vsaj osnovno poznavanje prehrane in načina življenja obravnavanih oseb. Za poznoantične višinske naselbine Slovenije so podatki omejeni. Arheološke najdbe s tovrstnih najdišč, kot so Ajdna nad Potoki

<sup>5</sup> <https://walshlab.sitehost.iu.edu>

<sup>6</sup> <https://hirisplex.erasmusmc.nl>

<sup>7</sup> Analize stabilnih izotopov so bile opravljene na Odseku za znanosti o okolju, Institut »Jožef Stefan«, Ljubljana.

Najdišče/Regija/Država / Site/Region/State	St. / Cent.	Živali / Animals*						Ljudje / Humans						Referenca / Reference
		$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	±	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	±	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	±	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	±	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	±	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	±	
Szolad HU	6.	-19,9	1,2	5,7	0,8			-18,8	6,3	9,6	0,8			Alt et al. 2014
Volders AT	6.-7.	-21,7	0,4	5,8	0,8			-20	0,4	10,1	0,8			McGlynn 2007
Romans D' Isonzo IT	6.-7.	-20,2		3,5				-16,4		8,4				Iacumin et al. 2014
Cividale Gallo IT	6.-7.	-20,2		3,5				-16,5		8,7				
Hács-Béndekpuszta HU	5.							-17,8	1,2	9,8	0,9			Hakenbeck et al. 2017
Győr-Széchenyi HU	5.-6.	-19,7	1,8	7,5	1,9			-18,1	1	10,8	1,1			
Mözs HU	5.-6.	-20	1,2	7,1	0,8			-16,2	1,2	9,9	0,6			
Szolnok-Szanda HU	5.-6.	-20,5	0,8	7,5	1,7			-17,3	0,8	10,8	0,8			
Južna Tirolska IT	6.-11.	-20,5	0,9	5	1,6	6,9	2	-18,6	1	10,1	0,8	6,7	1,9	Paladin et al. 2020
Bled – Pristava SLO	5.-6.							-16,8	0,4	8,2	0,3	6,3	0,5	Tu / Here

\*Vrednosti za živali predstavljajo povprečne vrednosti udomačenih živali / Animal values are based on the average values of domesticated animals (Bos taurus, Ovis aries/Capra hircus, Sus scrofa, Gallus domesticus, Equus caballus).

Tab. 3: Povzetek rezultatov primerljivih raziskav analiz izotopov z različnih evropskih arheoloških najdišč.

Tab. 3: Summary of the results of comparative studies of isotope analyses from various European archaeological sites.

(Sagadin, Rogelj 1997), Tonovcov grad (Ciglencečki et al. 2011; Modrijan, Milavec 2011), Korinjski hrib (Ciglencečki et al. 2020), Tinje nad Loko pri Žusmu (Ciglencečki 2000) in Rifnik (Bausovac 2011), pričajo, da se je sicer ohranil mediteranski način življenja, vendar so bile surovine veliko bolj omejene (Milavec 2020, 162). Verjetno je šlo za pretežno samooskrbna gospodarstva, ki so temeljila na poljedelstvu in živinoreji (Milavec 2023, 350). Na podlagi odkritega keramičnega gradiva gre sklepati, da se je vsaj v manjši meri ohranil uvoz iz sredozemskega prostora (Milavec 2023, 350). Arheozoološki podatki za ozemlje jugovzhodnih Alp oz. območje današnje severozahodne Slovenije kažejo, da se je zaradi umika ljudi v višinske predele v pozni antiki prilagodila reja živali, z njo pa tudi prehrana. Črede živali so se zmanjšale, prevladovala so lokalne, manjše vrste. V hriboviti pokrajini sta v ospredje prišli predvsem ovčereja in kozjereja, verjetno tudi reja kokoši, živali pa so uporabljali za meso in sekundarne produkte. Ostanki divjih živali so sicer prisotni, a so zelo skromno zastopani in ne kažejo, da bi večje količine mesa pridobili z lovom (Toškan, Ragolič 2021). Kolikor nam je znano, objavljenih analiz rastlinskih ostankov iz poznoantičnih višinskih naselbin Slovenije še ni. Raziskave rastlinskih ostankov s severnoitalijanskih najdišč, datiranih v čas pozne antike, kažejo na gojenje številnih vrst žit (npr. ječmen, rž, pšenica, oves, proso, sirek) in stročnic (npr. bob,

grah, leča, grahor, čičerika) ter sadja, zelenjave in drugih plodov (npr. orehi, kostanji, lešniki, oljke, različne buče, kumare, jabolka, hruške, različno jagodičevje) (Castiglioni, Rottoli 2013; Rottoli 2014). V poznoantičnem kontekstu v Frauenburgu v Avstriji (5. in 6. st.) so bili odkriti ostanki več vrst žit (pšenica, ječmen, oves, rž), posebej prosa, poleg tega pa še ostanki stročnic (leča, grah) ter sadja in zelenjave (češnja, oreh, por) (Steinegger et al. 2019). Rastlinski ostanki iz Karpatske kotline iz 5. in 6. st. kažejo prisotnost različnih vrst žit (ječmen, pšenica, oves, rž, proso), stročnic (leča, grah, bob, čičerika) ter oreškov, sadja in zelenjave (oreh, višnje, breskve, marelice, slive, grozdje, česen) (Gyulai 2006). Podatki tako kažejo precej homogeno sliko, rastlinski del prehrane je temeljil predvsem na žitih, dopolnili so ga s stročnicami, sadjem, zelenjavo in drugimi plodovi.

Čeprav je na voljo veliko rezultatov analiz stabilnih izotopov živalskih in človeških posmrtnih ostankov s časovno primerljivih arheoloških najdišč Evrope, je lokalni vpliv na rezultate lahko velik. Vendarle je treba omeniti, da objavljeni podatki za prostor okoli današnje Slovenije (severozahodna Italija, zahodna Avstrija, zahodna Madžarska) v času med 5. in 7. st. (tab. 3) kažejo za udomačene živali vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  med  $-21,7$  ‰ in  $-19,7$  ‰, vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  pa med  $3,5$  ‰ in  $7,5$  ‰. Rezultati analiz na človeških posmrtnih ostankih, natančneje na kolagenu iz kosti in dentinu iz zob, kažejo vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  med  $-20,0$  ‰ in  $-16,2$  ‰,

vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  pa med 8,4 ‰ in 10,8 ‰. Kljub nekoliko poznejši časovni dataciji<sup>8</sup> so v primerjave vključena tudi najdišča Južne Tirolske, saj edina ponujajo podatek o vrednostih  $\delta^{34}\text{S}$ , in sicer za živali  $6,9 \text{ ‰} \pm 2,3 \text{ ‰}$  ter za ljudi  $6,7 \text{ ‰} \pm 1,9 \text{ ‰}$ .

Interpretacija prehrane na osnovi analiz izotopov v severovzhodni Italiji kaže na drastično zmanjševanje uporabe pšenice, uživali so namreč več C4-žit, kot sta proso in sirek, in vse manj uporabe živalskih produktov, čeprav so nekateri posamezniki verjetno jedli sladkovodne ribe (Iacumin et al. 2014). Na Madžarskem je bila prehrana v času 5. in 6. st. zelo raznolika, pogoste so bile razmeroma hitre spremembe v načinu prehranjevanja. Temeljila je na srednji do visoki vsebnosti živalskih beljakovin z nič ali malo sladkovodnih organizmov ter na C4-žitih, najverjetneje prosu (Hakenbeck et al. 2017). V Avstriji na najdišču Volders iz 6. in 7. st. so prevladovale C3-rastline in živalski produkti živali, ki so se hranile s C3-rastlinami, le pri eni osebi je bilo prepoznano uživanje sladkovodnih rib (McGlynn 2007, 173–177).

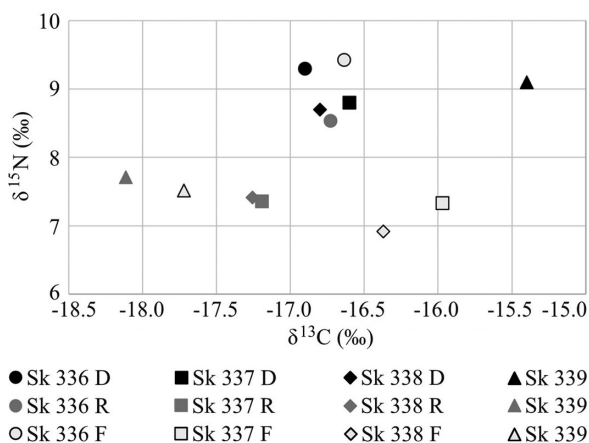
## Rezultati in diskusija

Vrednosti izotopov  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  in  $\delta^{34}\text{S}$  kolagena iz rebra in stegenice ter dentina iz zob so predstavljene v tabeli 4. Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  kosti in dentina nihajo med  $-18,1 \text{ ‰}$  in  $-15,4 \text{ ‰}$ , vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  med  $6,9 \text{ ‰}$  in  $9,4 \text{ ‰}$  ter vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  med  $2,5 \text{ ‰}$  in  $10,3 \text{ ‰}$  (tab. 4, sl. 13).

### Skelet 336

Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  iz dentina prvega stalnega kočnika (M1) so pri starosti okoli 4,5 meseca  $-17,2 \text{ ‰}$ , pri starosti okoli enega do dveh let se zvišajo na  $-16,7 \text{ ‰}$ , nato se postopno nižajo vse do starosti okoli 6,5 leta, ko dosežejo najnižjo vrednost  $-18,5 \text{ ‰}$ . Pri približno osmih letih se vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  dentina iz tretjega stalnega kočnika (M3) ponovno začnejo zviševati in z vmesnim znižanjem ( $-16,6 \text{ ‰}$ ) pri približno enajstih letih pri okoli osemnajstih letih dosežejo najvišjo vrednost  $-15,2 \text{ ‰}$ . Sledi ponovno znižanje vrednosti na  $-16,5 \text{ ‰}$  in to vztraja

<sup>8</sup> Ker so vrednosti izotopov žvepla močno odvisne od geografskih značilnosti, lahko sklepamo, da kronološka komponenta nima večjega vpliva. Tudi prostorska razprostranjenost vrednosti izotopov žvepla ( $\delta^{34}\text{S}$ ) v Evropi, izdelana na osnovi zbira vzorcev človeških in živalskih zob iz različnih obdobij vse od neolitika (Bataille et al., 2021, sl. 2) kaže, da lahko na območju Južne Tirolske in Slovenije pričakujemo podobne vrednosti.



Sl. 13: Bled – Pristava: povprečne vrednosti izotopov ogljika in dušika v dentinu (D), stegenici (F) in rebro (R) obravnavanih oseb.

Fig. 13: Bled – Pristava: averaged isotopic values of carbon and nitrogen in dentin (D), femur (F) and rib (R) of the analysed individuals.

do konca življenja, saj stegenica in rebro kažeta podobne vrednosti ( $-16,7 \text{ ‰}$  oz.  $-16,6 \text{ ‰}$ ) (sl. 14).

Vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  iz dentina M1 kažejo začetno hitro znižanje pri starosti od 4,5 meseca do treh let z  $10,7 \text{ ‰}$  na  $8,0 \text{ ‰}$ , temu sledi zvišanje, vidno tako v dentinu M1 kot v dentinu M3. Vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  vrh z  $11,3 \text{ ‰}$  dosežejo pri osemnajstih letih, nato pa se začnejo ponovno zniževati in okoli 21. leta znašajo  $10,6 \text{ ‰}$ . Nadaljnje zniževanje ( $9,4 \text{ ‰}$ ) je zaznано v stegenici, nadaljuje pa se vse do konca življenja, saj so vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  v rebro z  $8,5 \text{ ‰}$  nižje od tistih v stegenici (sl. 14).

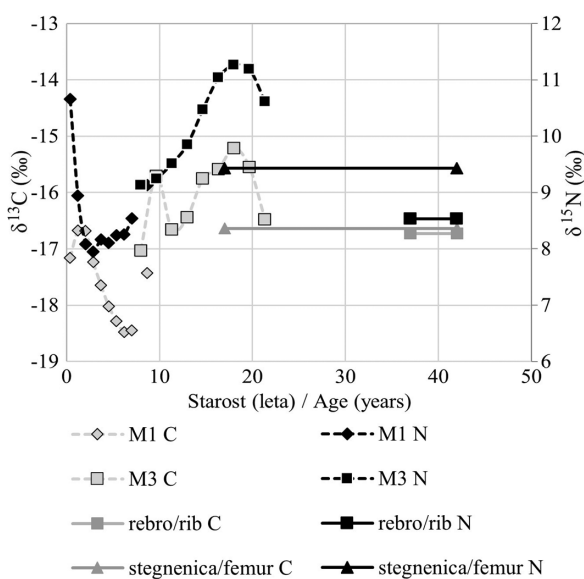
Vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  v prvih sedmih letih življenja minimalno nihajo med  $3,1 \text{ ‰}$  in  $3,9 \text{ ‰}$ . Sledi hitro nižanje vse do šestnajstega leta, ko upadejo na  $-1,1 \text{ ‰}$ . Po tem letu se vrednosti višajo vse do konca življenja, saj so s  $6,6 \text{ ‰}$  najvišje v rebro, sledijo stegenica s  $4,6 \text{ ‰}$  in zadnji inkrementi dentina M3 z  $2,7 \text{ ‰}$  (sl. 15).

Začetni upad vrednosti vseh treh izotopov je verjetno posledica prehoda z dojenja na gosto hrano (Fogel et al. 1989; Fuller et al. 2003; Fuller et al. 2006a; Fuller et al. 2006b; Millard 2000), ki je bil končan okoli tretjega leta. Nizke vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in visoke vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  pri starosti 4,5 meseca bi lahko odražale fiziološki stres, saj se ujemajo s trendom pomanjkanja hranil (Beaumont, Geber 2013; Beaumont et al. 2018; Beaumont, Montgomery 2016), vendar gre le za eno meritev in interpretacije niso zanesljive. Zniževanje vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  ob rahlem zviševanju vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  med četrtem in sedmim letom je skladno s

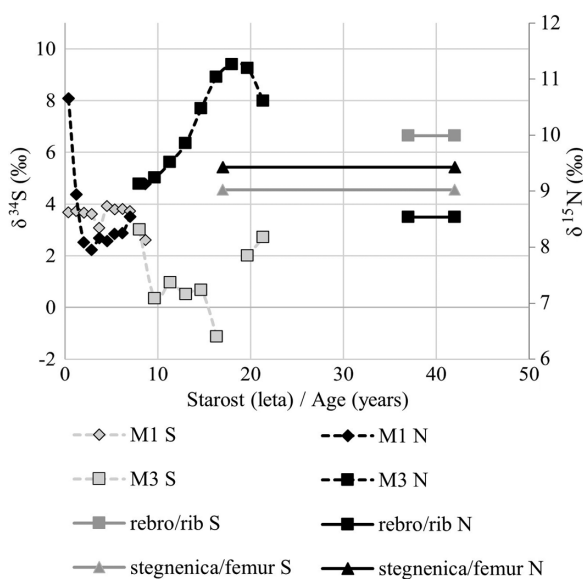
Skelet / Skeleton	Starost (leta) / Age (years)	Vzorec / Sample	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)			$\delta^{15}\text{N}$ (‰)			$\delta^{34}\text{S}$ (‰)		
			Value	±	Value	Value	±	Value	Value	±	Value
336	35–45	Rebro / Rib	-16,7	±	0	8,5	±	0	6,6	±	0,6
		Stegnenica / Femur	-16,6	±	0,3	9,4	±	0	4,6	±	0,2
		Dentin / Dentine	-16,9	±	1	9,3	±	1,1	2,5	±	1,5
337	13.5 ± 1	Rebro / Rib	-17,2	±	0	7,4	±	0	7,2	±	0
		Stegnenica / Femur	-16,0	±	0	7,3	±	0,1	10	±	0,2
		Dentin / Dentine	-16,6	±	1	8,8	±	1	4,5	±	0,6
338	18.5 ± 1	Rebro / Rib	-17,3	±	0,9	7,4	±	0	7	±	0,2
		Stegnenica / Femur	-16,4	±	0,2	6,9	±	0	8,9	±	0,2
		Dentin / Dentine	-16,8	±	0,7	8,7	±	0,7	5,6	±	0,9
339	5.5 ± 1	Rebro / Rib	-18,1	±	0	7,7	±	0	5,9	±	0,5
		Stegnenica / Femur	-17,7	±	0	7,5	±	0	6,5	±	0,3
		Dentin / Dentine	-15,4	±	1,2	9,1	±	1	5,6	±	0,5

Tab. 4: Bled – Pristava: povprečne vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  in  $\delta^{34}\text{S}$  kolagena iz rebra in stegnenice ter dentina iz zob skeletov 336–339.

Tab. 4: Bled – Pristava: average  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  in  $\delta^{34}\text{S}$  values of rib and femur collagen, and from teeth dentine of skeletons 336–339.



Sl. 14: Bled – Pristava: vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  pri osebi 336.  
Fig. 14: Bled – Pristava:  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of the individual 336.



Sl. 15: Bled – Pristava: vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  pri osebi 336.  
Fig. 15: Bled – Pristava:  $\delta^{34}\text{S}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of the individual 336.

trendom pomanjkanja hranil (Beaumont, Geber 2013; Beaumont, Montgomery 2016; Beaumont et al. 2018). Temu verjetno pritrjujejo tudi vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$ , saj je bil podoben trend (zvišanje vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  in  $\delta^{34}\text{S}$  ob sočasnem znižanju vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$ ) opažen tudi pri osebi 338. Po sedmem letu, ko se tudi vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  začnejo zviševati, gre verjetno za spremembo v prehrani, predvsem za večji vnos C4-rastlin. Nenavadno je nadaljnje hitro zviševanje

vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  in zniževanje vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$ , ki kaže na vključevanje večje količine živalskih (kopenskih in vodnih) beljakovin ali na nadaljnji fiziološki stres. Brez temeljnih vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  ni mogoče z gotovostjo trditi, za katero izmed možnosti gre, saj ni jasno, ali vključevanje živalskih beljakovin povzroči zviševanje ali zniževanje  $\delta^{34}\text{S}$ . Trend sočasnega zviševanja vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  sicer bolj kaže na spremembo v prehrani. Ker je fiziološki stres pri

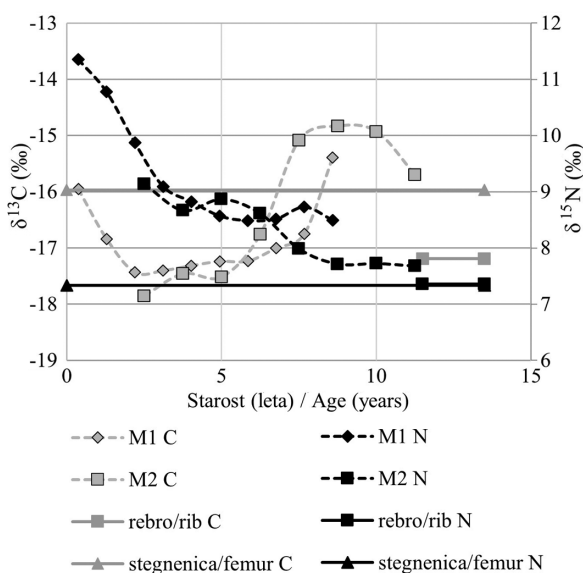
osebi 338 viden prek zviševanja  $\delta^{34}\text{S}$ , pri osebi 336 pa je bilo ugotovljeno hitro znižanje, je sprememba v prehrani verjetnejša. Znižanje vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  ter zvišanje vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  po osemnajstem letu, ki se glede na vrednosti pri stegenenici in rebro nadaljuje do konca življenja (najnižje vrednosti so bile izmerjene pri rebro), je tako lahko posledica ponovne spremembe v prehrani, pri čemer ta zdaj vključuje manj C4-rastlin in živalskih beljakovin.

#### Skelet 337

Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  iz dentina prvega stalnega kočnika (M1) so pri starosti okoli 4,5 meseca visoke,  $-16,0\text{‰}$ , in se znižujejo do starosti okoli 2,5 leta, ko dosežejo najnižjo vrednost  $-17,9\text{‰}$ . Tako M1 kot M2 kažeta višanje vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  do starosti okoli 10 let, nato pa ponovno znižanje, ki se nadaljuje do konca življenja, saj vrednosti pri rebro kažejo  $-17,2\text{‰}$ . Velik preskok med zadnjim inkrementom dentina M2 in rebrom je posledica hitrejše obnove kosti, značilne za otroke in mladostnike (Martin et al. 1998). Tako vrednosti v rebro verjetno predstavljajo krajše obdobje od ocenjenih zadnjih dveh let življenja (sl. 16).

Vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  iz dentina M1 in M2 kažejo začetno znižanje v starosti med 4,5 meseca in štirimi leti z  $11,4\text{‰}$  na  $8,5\text{‰}$ . Sledi manj očitno zniževanje vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  vse do konca življenja, ko je v rebro izmerjena vrednost  $7,5\text{‰}$  (sl. 16).

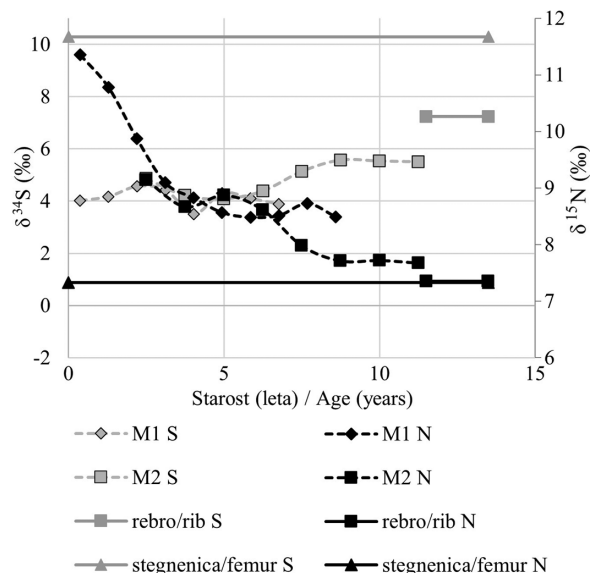
Vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  v prvih sedmih letih življenja minimalno nihajo med  $3,5\text{‰}$  in  $5,1\text{‰}$ , sledi postopno zviševanje vse do konca življenja, ko vrednosti rebra



Sl. 16: Bled – Pristava: vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  pri osebi 337.  
Fig. 16: Bled – Pristava:  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of the individual 337.

dosežejo  $7,2\text{‰}$ . Pri tem izstopajo nenavadno visoke vrednosti pri stegenenici,  $10,3\text{‰}$  (sl. 17).

Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  se sočasno znižujejo do starosti okoli 2,5 leta, kar je verjetno posledica prehoda z dojenja na gosto hrano (Fogel et al. 1989; Fuller et al. 2003; Fuller et al. 2006a; Fuller et al. 2006b; Millard 2000). Nadaljnje zniževanje vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  ob sočasnem zviševanju vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  od sedmega leta naprej pa verjetno kaže na vključitev več C4-rastlin v prehrano. Predvsem vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  pri tem kažejo na skromno zastopnost beljakovin živalskega izvora. To potrjujejo tudi vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$ , ki se pri enaki starosti začnejo počasi zviševati. Kljub odsotnosti temeljnih vrednosti za žveplo je na podlagi rezultatov analiz izotopov oseb iz skeletov 336 in 338 mogoče sklepati, da vpeljava več živalskih beljakovin v prehrano pomeni znižanje  $\delta^{34}\text{S}$ . Zvišanje vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  je torej mogoče razumeti kot zmanjševanje količine živalskih beljakovin v prehrani. Zniževanje vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  po enajstem letu starosti ob zelo počasnem zniževanju vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  in nadaljnjem zviševanju vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  je tako mogoče razumeti kot vse manj C4-rastlin in živalskih beljakovin v prehrani. Pri vrednostih vseh treh izotopov so v starosti med četrtem in osmim letom vidna rahla nihanja, vendar so premajhna (okoli  $0,2\text{--}0,5\text{‰}$ ) za oprijemljive interpretacije. Okoli petega leta se sicer vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  rahlo znižajo, vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  in  $\delta^{34}\text{S}$  pa rahlo zvišajo, kar bi lahko kazalo na fiziološki stres. Nenavadno visokih vrednosti v stegenenici za zdaj ni mogoče pojasniti. Četudi je vidno zviševanje



Sl. 17: Bled – Pristava: vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  pri osebi 337.  
Fig. 17: Bled – Pristava:  $\delta^{34}\text{S}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of the individual 337.



vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  vse do konca življenja in so vrednosti v rebri višje kot v dentinu, bi bilo pričakovati, da so vrednosti v stegenici zaradi njene počasnejše obnove v primerjavi z rebrom vendarle nižje.

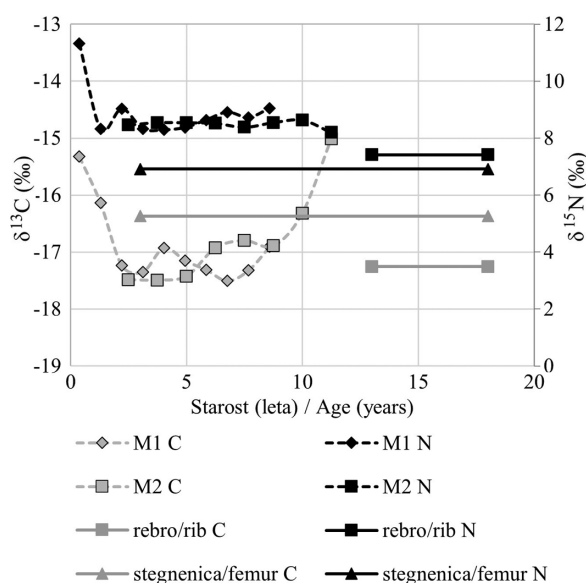
#### Skelet 338

Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  iz dentina prvega stalnega kočnika (M1) so pri starosti okoli 4,5 meseca visoke,  $-15,3\text{‰}$ , nato se postopno nižajo in z  $-17,5\text{‰}$  dosežejo najnižjo raven okoli sedmega leta starosti, ko se ponovno začnejo dvigati in pri starosti okoli 9 let dosežejo  $-16,9\text{‰}$ . Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  iz drugega stalnega kočnika (M2) so v starosti med 2,5 in 5 let najnižje,  $-17,5\text{‰}$ , nato pa se postopno dvigajo in pri starosti okoli 11 let dosežejo najvišjo raven,  $-15,0\text{‰}$ . Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  iz kolagena stegenice so  $-16,4\text{‰}$ , vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  iz kolagena rebra pa kažejo  $-17,3\text{‰}$ .

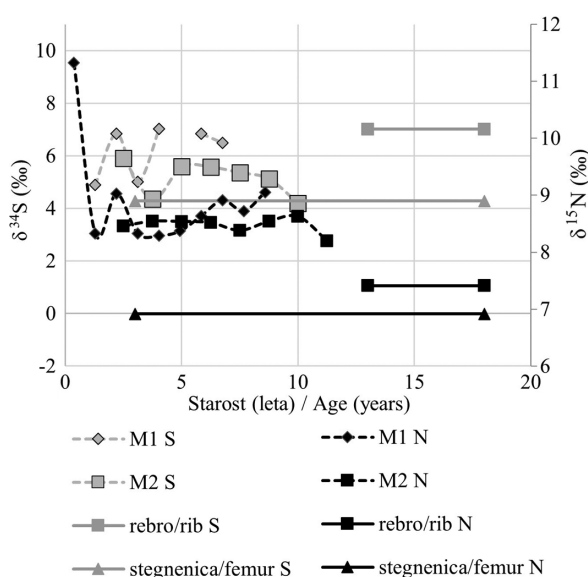
Rahla odstopanja pri vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  med vzorci iz M1 in M2, ki prikazujejo približno isto starost, gre pripisati odstopanju v razvoju zob in posledičnemu izračunu starosti, ki ga posamezni vzorec predstavlja, ali prekrivanju razvojnih stopenj zoba, ki jih posamezen vzorec predstavlja, najverjetneje pa kombinaciji obeh dejavnikov (Beaumont et al. 2013). Razlika med stegenico in rebrom je posledica različne hitrosti obnove kosti, ki je pri kompaktnější stegenici počasnejša kot pri rebri s tanjšo kompakto in več gobaste kostnine (Hedges et al. 2007; Hill 1998; Skedros et al. 2013). Vrednost  $\delta^{13}\text{C}$  iz stegenice predstavlja pričakovano, večletno povprečje, medtem ko vrednost  $\delta^{13}\text{C}$  iz

rebra kaže na ponoven upad vrednosti v zadnjih letih pred smrtjo (sl. 18).

Vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  iz dentina prvega stalnega kočnika (M1) so pri starosti okoli 4,5 meseca najvišje,  $11,3\text{‰}$ , nato pa se hitro znižajo in pri starosti okoli štirih let znašajo  $8,3\text{‰}$ . Pri šestih letih se začne počasen dvig in pri približno devetih letih doseže  $9,5\text{‰}$ . Vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  iz dentina drugega stalnega kočnika (M2) pri starosti okoli 2,5 leta znašajo  $8,5\text{‰}$  in so zelo podobne vrednostim M1 v tem času. Tudi nadalje so vrednosti obeh zob precej podobne in kažejo manjša nihanja okoli vrednosti  $8,5\text{‰}$ , z rahlim dvigom vrednosti med 6. in 10. letom ter rahlim znižanjem med 10. in 12. letom. Vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  iz kolagena stegenice znašajo  $6,9\text{‰}$ , rebra pa  $7,4\text{‰}$ . Obe vrednosti sta nekoliko nižji od vrednosti, izmerjenih v dentinu, ki znašajo  $8,5\text{‰}$ . Vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  iz dentina obeh zob so razmeroma skladne, medtem ko so vrednosti pri stegenici in rebri nekoliko nižje. Predvsem vrednost pri stegenici je nižja od pričakovane, medtem ko vrednost pri rebri morda le kaže nadaljevanje zniževanja, vidnega pri M2. Nepričakovano nizka vrednost pri stegenici je morda posledica hitrejše obnove kosti od ocenjene, kar bi pomenilo, da vrednost odraža leta bližje smrti, podobno kot rebro. Poleg tega je bilo dokazano, da so vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  iz dentina in kolagena iz kosti težko primerljive, težje kot vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$ , saj nanje močno vpliva fiziologija (denimo fiziološki stres) v otroštvu in najstništvu (Beaumont et al. 2018) (sl. 18).



Sl. 18: Bled – Pristava: vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  pri osebi 338. Fig. 18: Bled – Pristava:  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of the individual 338.



Sl. 19: Bled – Pristava: vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  pri osebi 338. Fig. 19: Bled – Pristava:  $\delta^{34}\text{S}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of the individual 338.

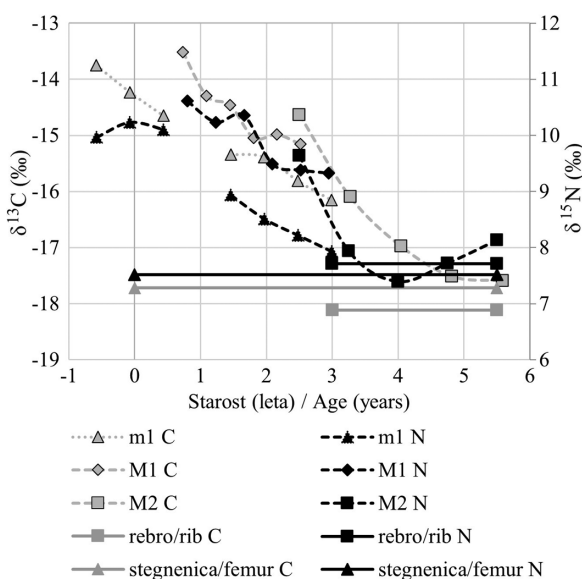
Vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  iz dentina prvega stalnega kočnika (M1) precej nihajo z začetnih 4,9 ‰ pri starosti okoli enega leta do 7,0 ‰ v starosti okoli štirih let. Vrednost  $\delta^{34}\text{S}$  iz dentina drugega stalnega kočnika (M2) kaže postopno znižanje od okoli šestega leta starosti naprej in je najnižja, 4,2 ‰, okoli desetega leta. Vrednost  $\delta^{34}\text{S}$  pri stegenici znaša 8,9 ‰ in pri rebro 7,0 ‰. Vrednosti kolagena iz kosti so predvsem v stegenici precej višje kot v dentinu (*sl. 19*).

Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  kažejo postopno zniževanje v starosti med približno 4,5 meseca in 2–3 leta, kar je verjetno posledica postopnega prehoda z dojenja na gosto hrano (Fogel et al. 1989; Fuller et al. 2003; Fuller et al. 2006a; Fuller et al. 2006b; Millard 2000). Zvišanje vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in minimalna nihanja ter znižanje  $\delta^{15}\text{N}$  v starosti med četrtem in enajstim letom gre verjetno pripisati spremembam v prehrani, predvsem vključevanju več živil iz C4-rastlin, ki zvišajo vrednost  $\delta^{13}\text{C}$  (Beaumont, Montgomery 2016). Ker vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  in  $\delta^{34}\text{S}$  le rahlo nihajo, sprememb pri vsebnosti živalskih beljakovin v prehrani verjetno ni bilo. Opaziti pa je nasprotujoči si trend višanja vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  in  $\delta^{34}\text{S}$  ob sočasnem nižanju vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  okoli drugega leta. Spremembe oz. višanje vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  bi sicer lahko pripisali spremembam v prehrani, vendar trend višanja vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  ob sočasnem zniževanju vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  velja za znak pomanjkanja hranil (Beaumont et al. 2013; Beaumont et al. 2018; Beaumont, Montgomery 2016). Kolagen iz stegenice in rebra kaže postop-

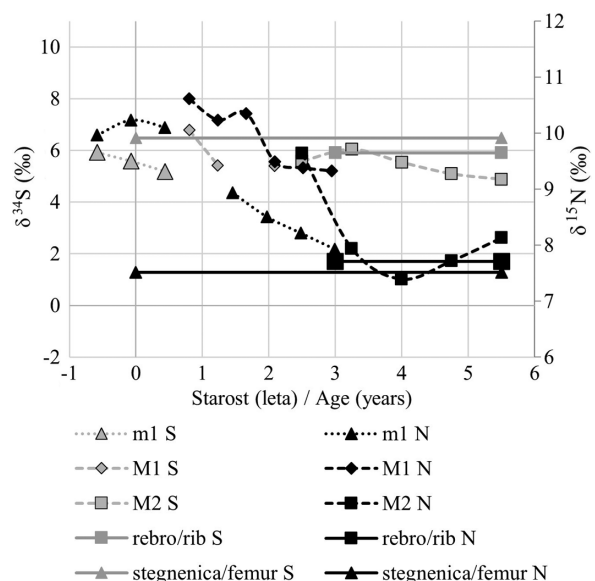
no zniževanje vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  po enajstem letu, kar je mogoče razumeti ob večji vključenosti C3-rastlin v prehrani in manjšem vnosu živalskih beljakovin. Ker se znižujejo tako vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  kot tudi vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$ , je bil vnos hranil verjetno zadosten. Izstopajo pa visoke vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  iz rebra, ki jih brez temeljnih vrednosti lokalnega okolja ni mogoče dobro pojasniti. Pomanjkanje hranil in vključevanje več živalskih beljakovin (tako kopenskih kot vodnih organizmov) bi povzročilo tudi dvig vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$ , česar ni opaziti. Pri osebi 336 je znižanje vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  interpretirano kot vključevanje več produktov živalskega izvora v prehrano. Višje vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  bi tako morda lahko razumeli kot manjše količine živalskih beljakovin v prehrani, kar se ujema tudi z opaznim znižanjem vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  in nekoliko manjšim, a še vedno občutnim upadom vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$ .

#### Skelet 339

Vrednost  $\delta^{13}\text{C}$  iz dentina prvega mlečnega kočnika (m1), ki deloma odraža še stanje v maternici, kaže visoke začetne ravni,  $-13,8$  ‰, ter postopno zniževanje do tretjega leta starosti, ko doseže  $-15,4$  ‰. Najvišja vrednost,  $-13,5$  ‰, je bila ugotovljena pri dentinu iz prvega stalnega kočnika (M1), in sicer pri starosti okoli osem mesecev. Najvišji vrednosti sledi postopno zniževanje vse do smrti, ko doseže  $-17,6$  ‰. Steggenica in rebro odražata vrednosti, ki so še rahlo nižje od zadnjih vrednosti dentina,  $-17,7$  ‰ in  $-18,1$  ‰. Najnižje vrednosti v kosteh potrjujejo upadanje vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in kažejo na



Sl. 20: Bled – Pristava: vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  pri osebi 339.  
Fig. 20: Bled – Pristava:  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of the individual 339.



Sl. 21: Bled – Pristava: vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  pri osebi 339.  
Fig. 21: Bled – Pristava:  $\delta^{34}\text{S}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of the individual 339.

hitrejšo obnovo kosti, kot je bilo sprva ocenjeno. Tako stegnenica in rebro verjetno predstavljata le približno zadnje leto do dve življenja, kar je ob starosti ob smrti ( $5,5 \pm 1$  leto) povsem razumljivo (Martin et al. 1998) (sl. 20).

Vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  iz dentina kažejo zelo podoben vzorec kot vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$ . Mlečni prvi kočnik (m1) odraža visoke vrednosti med 10,0 ‰ in 10,2 ‰, do tretjega leta starosti se postopno znižajo na 9,3 ‰. Stalna kočnika (M1 in M2) kažeta najvišje vrednosti pri starosti okoli osem mesecev, 10,6 ‰, nato pa postopno zniževanje do starosti 4,5 leta, ko znašajo 10,1 ‰. V zadnjem letu ali dveh življenja je vidno zviševanje vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$ , ta ob smrti doseže 8,1 ‰. Vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  pri stegnenici so podobne vrednostim  $\delta^{15}\text{N}$  iz dentina pred ponovnim zvišanjem (7,5 ‰), vrednosti pri rebro pa so rahlo višje, podobne vrednostim dentina tik po ponovnem zvišanju (7,7 ‰). Vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  pri rebro, ki so podobne zadnjim vrednostim inkrementov dentina ter višje od vrednosti pri stegnenici, potrjujejo, da rebro in stegnenica odražata krajši čas, kot je bilo sprva ocenjeno, približno zadnje leto do dve pred smrtjo (sl. 20).

Vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  iz dentina mlečnega kočnika (m1) se tik pred rojstvom in po njem postopno znižajo s 5,9 ‰ na 5,2 ‰. Zniževanje kaže tudi prvi stalni kočnik (M1), ki se z najvišjih vrednosti 6,8 ‰ pri starosti okoli osem mesecev zniža na 5,4 ‰ pri starosti okoli dveh let. Drugi stalni kočnik (M2) kaže zviševanje vrednosti do starosti okoli 3,5 leta, ko doseže 6,1 ‰. Sledi zniževanje vse do smrti, ko upade na 4,9 ‰. Stegnenica kaže precej visoke vrednosti, 6,5 ‰, rebro pa le nekoliko nižje, 5,9 ‰, kar torej potrjuje postopno zniževanje vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  v zadnjih letih življenja (sl. 21).

Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  se takoj po rojstvu zvišajo, okoli starosti enega leta pa se začnejo zniževati. Sočasne in simultane spremembe vrednosti verjetno odražajo dojenje, ko se vrednosti obeh izotopov dvignejo, ter prehod na gosto hrano, ko se vrednosti obeh izotopov začnejo zniževati (Fogel et al. 1989; Fuller et al. 2003; Fuller et al. 2006a; Fuller et al. 2006b; Millard 2000). Okoli starosti dveh let je vidno rahlo zvišanje vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$ , upočasnjeno zniževanje vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in izrazito znižanje vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$ , morda zaradi spremembe prehrane. Podoben vzorec zviševanja vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  in zniževanja vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  je bilo zaznati tudi pri osebi 336, kjer je skupaj s spremembami vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  interpretiran kot večji vnos živalskih beljakovin. Podobna interpretacija je mogoča tudi pri osebi 339, saj bi fiziološki stres, ki prav tako

povzroči zvišanje vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$ , vplival tudi na sočasno izrazitejše znižanje  $\delta^{13}\text{C}$  ter zvišanje  $\delta^{34}\text{S}$ . Spremembe vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  so majhne in verjetno ne odražajo vpeljave večje količine C4-rastlin. Glede na vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  je bil prehod na gosto hrano končan okoli četrtega leta starosti. Zvišanje vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  in nadaljnje zniževanje vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  pa verjetno kažeta na fiziološki stres v zadnjem letu do dveh pred smrtjo (Beaumont et al. 2013; Beaumont et al. 2018; Beaumont, Montgomery 2016). Nekoliko nenavadne so vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$ , saj je pri fiziološkem stresu pričakovati njihovo zviševanje skupaj z vrednostmi  $\delta^{15}\text{N}$ . Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  sicer kažejo tipičen vzorec pomanjkanja hranil v zadnjem letu življenja, vendar ob zniževanju vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  ni mogoče izključiti spremembe prehrane, ki bi tako vsebovala manj C4-rastlin in več živalskih produktov.

### Umestitev rezultatov v širši kontekst

Razumevanje prehrane in morebitnega fiziološkega stresa analiziranih oseb je zgolj okvirno, saj v analize niso bili vključeni ostanki rastlin in živali, ki bi omogočili vzpostavitev temeljnih vrednosti ter tako boljšo in oprijemljivejšo interpretacijo pridobljenih rezultatov. V grobem bi lahko rekli, da je prehrana analiziranih oseb z najdišča Bled – Pristava temeljila na C3-rastlinah, pri čemer nekoliko višje vrednosti izotopov ogljika verjetno kažejo tudi na vključenost C4-rastlin. Prehrana, ki temelji na C3-rastlinah, kot so pšenica, ječmen, rž, oves in zelenjava, z manjšo mero C4-rastlin, omenjata se predvsem proso in sirek, je v času 5.–7. st. opažena tudi drugod po Evropi, denimo v severni Italiji, na Madžarskem in na Hrvaškem (Hackenbeck et al. 2017; Iacumin et al. 2014; Lightfoot et al. 2012). Uporaba prosa in sirka na območju vzhodne in osrednje Evrope namreč sega vsaj v 7. st. pr. n. št. (Moreno-Larrazabal et al. 2015; Motuzaite-Matuzeviciute et al. 2016), kar velja tudi za slovenski prostor (Črešnar et al. 2019; Nicholls 2017). Zdi se, da so bile glavni vir hrane prebivalcev pozne antike poljščine, a so bile v prehrano v manjših količinah vključene tudi živalske beljakovine, kar kažejo arheološki in arheozoološki ostanki. Slednji jasno potrjujejo živinorejo, pri kateri se s selitvijo v višinske predele pojavijo spremembe. Manj je govedoreje, več pa ovčereje, kozjereje in prašičereje. Tako živali kot črede so bile majhne (Toškan, Ragolič 2021), kar verjetno pomeni tudi manj živalskih produktov.

Najbližja primerjava za pridobljene rezultate analiz izotopov so lahko najdišča v vzhodni Italiji (Romans D' Isonzo in Cividale Gallo), saj imajo podobne geografske značilnosti, čeprav so datirana v nekoliko poznejši čas (6.–7. st.). Živali so na tem območju jedle predvsem C3-rastline, le nekaj izjem kaže na možnost vključevanja C4-rastlin v prehrano. Z izjemo ene osebe so ljudje uživali le malo produktov živalskega izvora, prehrana pa je poleg C3-rastlin vključevala tudi C4-rastline, najverjetneje proso in sirek (Iacumin et al. 2014). Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  na obeh najdiščih nihajo med  $-14,4\text{‰}$  in  $-18\text{‰}$ , vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  pa med  $7,4\text{‰}$  in  $11,4\text{‰}$ . Vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  so tako zelo podobne kot pri analiziranih osebah z grobišča Bled – Pristava. Rahlo višje povprečne vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  pri dveh osebah z najdišča Cividale Gallo gre pripisati uživanju sladkovodnih rib (Iacumin et al. 2014). Edina primerjava za vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  so najdišča Južne Tirolske (6.–11. st.), kjer vrednosti pri ljudeh nihajo med  $3,1\text{‰}$  in  $10,7\text{‰}$ . Osebe iz Južne Tirolske imajo rahlo nižje vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in rahlo višje vrednosti  $\delta^{15}\text{N}$  kot osebe z grobišča Bled – Pristava, kar kaže na manj C4-rastlin in več živalskih beljakovin v prehrani (Paladin et al. 2020). Pri vrednostih  $\delta^{34}\text{S}$  nadaljnje interpretacije brez temeljnih vrednosti niso mogoče, saj so vrednosti  $\delta^{34}\text{S}$  veliko bolj odvisne od raznolikosti okolja (nadmorska višina, geologija, klima ipd.) kot vrednosti  $\delta^{13}\text{C}$  in  $\delta^{15}\text{N}$  (Nehlich 2015). Vendarle je mogoče reči, da povprečne vrednosti ( $6,3\text{‰}$ ) sodijo v pričakovani okvir  $6\text{–}8\text{‰}$ , ki ga vzpostavlja prostorska razprostranjenost vrednosti izotopov žvepla ( $\delta^{34}\text{S}$ ) v Evropi (Bataille et al. 2021, sl. 2).

Na podlagi pridobljenih rezultatov iz inkrementov dentina in kolagena kosti analiziranih oseb z grobišča Bled – Pristava je mogoče sklepati, da se je prehod z dojenja na gosto hrano pri osebah 336, 337 in 338 začel razmeroma kmalu po rojstvu, vsaj okoli starosti 4,5 meseca. Pri dečku 339 se zdi, da se je ta prehod začel nekoliko pozneje, pri okoli 8 mesecih, a zaradi slabe ohranjenosti nekatere vrednosti dentina manjkajo in interpretacije niso zanesljive. Prehod na gosto hrano je bil končan med približno drugim in tretjim letom starosti, le pri dečku 339 nekoliko pozneje, okoli četrtega leta. Pri osebah 336, 337 in 338 so bili prepoznani tudi znaki fiziološkega stresa, morda pomanjkanja hranil. Pri dečku 339 interpretacija sicer ni zanesljiva, saj izotopi žvepla bolj kažejo na spremembo prehrane. Morebiti so znaki fiziološkega stresa vidni tudi pri deklici 337, vendar niso izraziti in interpretacije niso zanesljive. Možnost pomanjkanja hranil pri

ženski 338 in moškem 336 je skladna z osteološko in paleopatološko analizo, saj so bile na obeh skeletih vidne patološke spremembe. Pri deklici 337 so bili s paleopatološko analizo prepoznani znaki bolezni, morda pomanjkanja hranil, a so bili blagi, kar je skladno z rezultati analiz izotopov. Pri dečku 339 z analizo patološke spremembe niso bile ugotovljene, morda zaradi stanja ohranjenosti, relativno kratke izpostavljenosti fiziološkemu stresu tik pred smrtjo, ki se na kosteh še ni mogel odraziti, ali možnosti, da ne gre za pomanjkanje hranil, temveč za spremembo v prehrani. Paleopatološke analize in analize stabilnih izotopov tako kažejo, da so bile analizirane osebe, pokopane na poznoantičnem grobišču Bled – Pristava, v otroštvu izpostavljene fiziološkemu stresu, morda zaradi pomanjkanja hranil. Pomanjkanje je pri vseh analiziranih osebah opazno v zgodnjem otroštvu, po končanem prehodu na gosto hrano. Opazanje se ujema z dejstvom, da dojeni otroci običajno nimajo težav s pomanjkanjem hranil. Materino mleko, če mati sama nima težav s pomanjkanjem, v prvih šestih mesecih povsem zadošča za otrokove potrebe (Dror, Allen 2018; Larralde et al. 2007). Tako se zdi, da prehrana otrok po končanem dojenju ni bila dovolj raznolika, da bi zadovoljila vse potrebe telesa. Sočasna povečana uporaba C4-rastlin v prehrani morda kaže, da so v zgodnjih otroških letih otroci jedli veliko C4-žit, kot sta proso in sirek.

Rezultati analiz izotopov so pokazali tudi spremembe v prehrani pri vseh štirih analiziranih osebah. Ženska 338 je med četrtem in enajstim letom uživala več živil iz C4-rastlin, po enajstem letu pa manj živil iz C4- in torej več živil iz C3-rastlin ter manj živalskih beljakovin. Moški 336 je med osmim in osemnajstim letom užival več živil iz C4-rastlin in več živalskih beljakovin, po osemnajstem letu pa več živil iz C3-rastlin in manj živalskih beljakovin. Deklica 337 je med sedmim in enajstim letom uživala več živil iz C4-rastlin in manj živalskih beljakovin, v zadnjih letih pred smrtjo pa več C3-rastlin in vse manj živalskih beljakovin. Deček 339 ima vidno le eno spremembo v prehrani, in sicer je okoli drugega leta starosti morda užival nekoliko več živalskih beljakovin. Pri tem je opazno, da je vsem štirim analiziranim osebam skupno manj C4-rastlin v prehrani v zadnjih letih življenja. Osebe 336, 337 in 338 so v delu otroštva uživale več C4-rastlin, v zadnjih letih življenja pa manj živalskih beljakovin. Izstopa deček 339, ki je v zadnjem letu življenja morda užival več živalskih beljakovin, vendar v tem primeru ni mogoče izključiti vpliva fiziološkega stresa.

## ZAKLJUČKI

Na podlagi interdisciplinarnega pristopa, prikazanega na primeru četvernega groba s poznoantičnega grobišča Bled – Pristava, je mogoče navesti prednosti in slabosti nekaterih metod analiz človeških posmrtnih ostankov iz arheoloških kontekstov. Takšen pristop po eni strani omogoča potrjevanje rezultatov oz. ocen manj zanesljivih metod z rezultati zanesljivejših. Prav tako omogoča pridobitev širokega nabora novih podatkov, ki doslej niso bili dostopni, s tem pa vzpostavlja podlago za bolj oprijemljive in zanesljive razlage arheoloških ostalin ter njihovo vključevanje v širše arheološke ali zgodovinske diskusije.

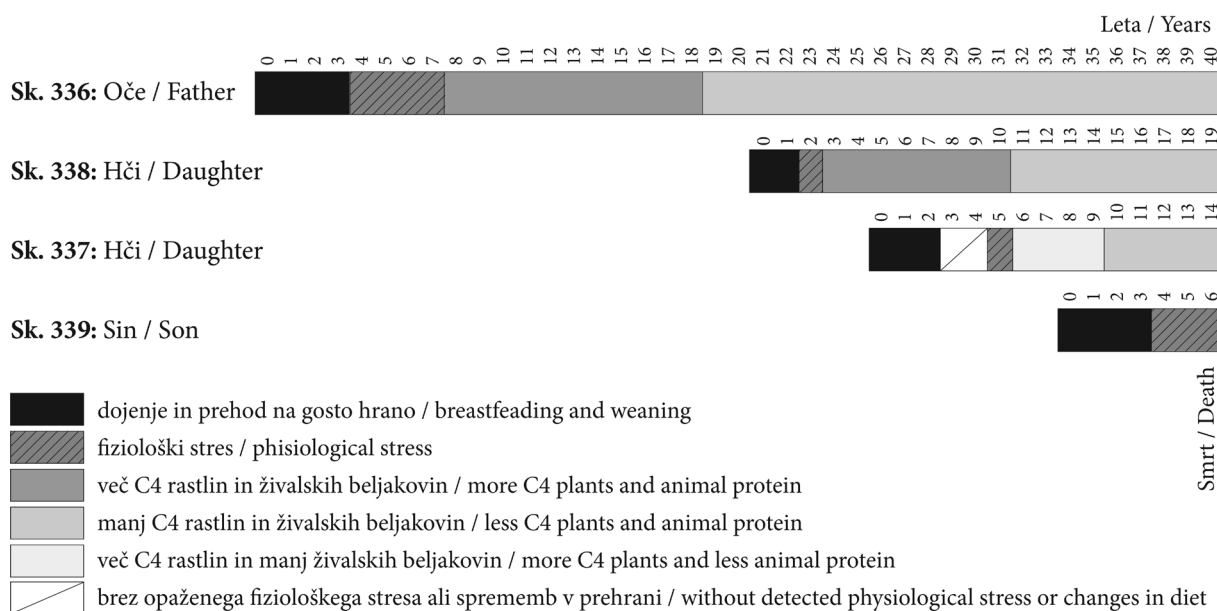
Na osnovi arheološkega konteksta je bilo mogoče ugotoviti, da so bili posmrtni ostanki štirih oseb sočasno pokopani v skupni grob. Deloma prekrivajoča se lega skeletov kaže na premišljeno polaganje pokojnikov v grob. Na grobišču je četverni grob izjema, morda je posledica posebnih okoliščin ob smrti.

V grobu sta bila najdena dva od številnih uhanov na grobišču in na podlagi teh je bila opravljena delitev predmetov in grobov v štiri skupine. V drugi in tretji skupini so pogosti kakovostni izdelki, npr. srebrni uhani, ogrlice iz steklenih jagod in različne okrasne zaponke, ki imajo primerjave na severnojadranskih in zahodnopanonskih najdiščih. Po teh najdbah je mogoče sklepati, da se

je življenjska raven blejskih prebivalcev v drugi polovici 6. st. dvignila, takrat so se tudi povezali z ljudmi v sosednjih deželah.

Na podlagi najdb je četverni grob postavljen v sredino 6. st., po radiokarbonskem datiranju pa bi bil lahko tudi nekoliko starejši, iz časa 5. in prve polovice 6. st. S poznoantičnega grobišča Bled – Pristava sta bila doslej radiokarbonsko analizirana vzorca kosti iz četvernega groba in groba 358. Primerjava je pokazala, da imata arheološki dataciji grobov (v leta 540–570 in 570–600) in  $2\sigma$  datuma (408–538 AD in 426–575 AD) le rahel stik, in sicer na zgornji meji obeh kalibriranih razponov. Res pa je, da si razpona sledita v enakem zaporedju kot arheološki dataciji. Lahko se vprašamo, ali bi bilo mogoče z več radiokarbonskimi analizami vzorcev iz vseh štirih skupin grobov sestaviti za grobišče Bled – Pristava podoben diagram kalibriranih razponov  $2\sigma$  datumov, kot je že na voljo za zgodnesrednjeveške naselbinske objekte iz Prekmurja (Pavlovič 2017, 352–354).

Na podlagi makroskopskih analiz ostankov je bilo mogoče zgraditi osnovni biološki profil oseb, verjetno 35–45 let starega moškega (336),  $18,5 \pm 1$  leto stare ženske (338) ter  $13,5 \pm 1$  leto (337) in  $5,5 \pm 1$  leto (339) starih otrok. Paleopatološke analize so poleg degenerativnih sprememb, povezanih ali s fizičnim delom ali naravnim procesom staranja moškega 336, pri osebah 336–338 pokazale morebitno pomanjkanje hranil in morebitne zapoznelosti



Tab. 5: Bled – Pristava: povzetek interpretacije rezultatov analiz stabilnih izotopov za vse štiri analizirane osebe (336–339) skozi njihova življenjska obdobja.

Tab. 5: Bled – Pristava: summary of interpretation of the stable isotope analyses results for all four analysed individuals (336–339) throughout their life periods.

v razvoju skeleta ženske 338. Vendar so bili biološki profili oseb zaradi omejitev makroskopskih metod in tafonomskih poškodb skeletov nekoliko pomanjkljivi. Le na podlagi makroskopskih metod je bila ocena starosti odraslega moškega 336 nezanesljiva in spol obeh otrok (337 in 339) nedoločljiv. Histološke analize so pokazale razmeroma slabo ohranjeno mikrostrukturo kosti, saj z izjemo Haversovih kanalov posamezne strukture niso bile več prepoznavne. S histološko analizo tako ni bilo mogoče potrditi makroskopsko opaženih patoloških sprememb. Kljub slabi ohranjenosti mikrostrukture kosti je bilo vendarle mogoče preveriti in potrditi prej nezanesljivo oceno starosti moškega 336. Izrazito dopolnitev biološkega profila oseb so prinesle analize aDNA, saj je bil z njimi potrjen spol odraslih oseb in določen spol otrok. Poleg tega so bile na podlagi rezultatov določene tudi sorodstvene povezave. V grobu je bil pokopan oče s tremi otroki, kar je izključilo možnost, da gre za partnerja z dvema otrokoma. Če za ocene starosti ob smrti predpostavimo srednje vrednosti, je z makroskopskimi analizami mogoče oceniti, da je imel oče prvo hčer pri približno 21 letih, drugo pri 26 letih in sina pri 34 letih. Za moškega 336 je bila predvidena rjava barva oči in rjava do črna barva las, za dečka 339 modra barva oči in rjava do temno rjava barva las. Poleg prispevka k razumevanju obravnavanih oseb rezultati aDNA dokazujejo, da so tovrstne analize mogoče in zanesljive tudi pri časovno relativno starih in tafonomsko močno poškodovanih skeletnih posmrtnih ostankih. Analize stabilnih izotopov so potrdile in dopolnile sliko patoloških sprememb, opaženih z makroskopskimi analizami. Poleg tega je v grobem vidno, da je bilo v primerjavi z najstniškimi leti in odraslostjo v otroških letih v prehrano vključenih več C4-rastlin, verjetno prosa. Če izključimo dečka 339, pri katerem se verjetno mešajo znamenja dojenja, prehoda na gosto hrano in fiziološkega stresa, je vidno, da je v zadnjih letih pred smrtjo prehrana vključevala manj C4-rastlin in manj živalskih beljakovin. Ker je pri deklici 338 v otroštvu zaznati večji vnos C4-rastlin, medtem ko sta odrasla 336 in 338 v istem časovnem obdobju uživala manj C4-rastlin, gre morda za razlikovanje prehrane otrok in najstnikov oz. odraslih. Trend zmanjšanja živalskih beljakovin v prehrani v zadnjih letih pred smrtjo, ugotovljen pri odraslih in otrocih, bi morda lahko nakazoval spremembe v dostopnosti prehranskih virov (*tab. 5*).

V bližini četvernega groba, ki je po številu pokopanih oseb na grobišču izjema, so leta 1975

našli tudi dvojni grob (št. 322/323), v katerem sta bila pokopana otroka (umrla pri starosti 1–2 leti in 5 let  $\pm$  16 mesecev). Pri skeletu starejšega so našli značilen nakit, uhana s košarico in okrasno zaponko v podobi konjička (Knific 2008a). Morda bi lahko z analizami aDNA tudi za dvojni grob pridobili podatke o spolu in morebitnih sorodstvenih povezavah. Podatki o spolu bi pomagali zanesljiveje povezati najdbe pri otrocih in nošo pri odraslih, sorodstvo pa je pričakovano tudi zaradi pogoste umrljivosti otrok v tem času.

Razpon starosti je pri sočasno umrlih sorodnikih v četvernem grobu nenavadno velik – od 5. do 45. leta. Če se nanj ozremo s stališča potencialnih izzivov skupnosti, kot so podnebne spremembe, vojne in epidemije ter posledično spremembe v dostopnosti virov, pomanjkanje in lakota, so opravljene analize pokazale spremembe v prehrani (predvsem zmanjšanje živalskih beljakovin), niso pa ponudile oprijemljivih sledov, na podlagi katerih bi lahko sklepali o vzroku skupne smrti. Možen vzrok bi lahko bila nalezljiva bolezen, saj so nekatere analize starodavne DNA na drugih grobiščih pokazale prisotnost bakterije *Yersinia pestis*, ki je v poznoantičnem obdobju povzročila pandemijo kuge (Zagorc 2022, 55). Bolezen je izbruhnila leta 541 in s prvim obdobjem njene širitve so povezani, kot kažejo raziskave, tudi nekateri pokopi na grobiščih v Aschheimu pri Münchnu na Bavarskem (Wiechmann, Grupe 2005) in Dixon Hillu v bližini Cambridgea v Angliji (Keller et al. 2019).

Območje Bleda je bilo od konca 5. do četrtega desetletja 6. st. del province Venetia et Histria v vzhodnogotskem kraljestvu. Venetija je bila rodovitna dežela, ki je s presežki hrane večkrat zmanjševala pomanjkanje v drugih delih Italije – sama se je v podobnih težavah znašla šele v letih 535/536. Še večje pomanjkanje je zajelo gotsko Italijo po enoletni zamračitvi ozračja (536/537), ki jo je povzročila naravna nesreča svetovnih razsežnosti (izbruh vulkana ali padec asteroida). V tem času se je začela bizantinsko-gotska vojna, lakota se je še povečala, življenjske razmere pa so se poslabšale tudi zaradi kuge, ki je v letih 542–543 zajela Italijo in balkanske province (Bratož 2014, 403, 428, 433; Bratož 2016).

Težave so manj prizadele prebivalce tistih delov nekdanje vzhodnogotske države, ki so prišli že v prvem obdobju vojne, do leta 540, pod oblast ali vsaj vpliv bizantinskega cesarstva. Celinski del Venetije, vključno z osrednjo Slovenijo, so okrog leta 547 mirno zavzeli Franki, po njihovi zavrnitvi v Vzhodnih Alpah (561–563) je to območje prišlo

pod bizantinsko oblast, leta 568 pa je postalo del langobardskega kraljestva v Italiji (Bratož 2014, 441–442, 463–465). Zgodovinski viri za drugo polovico 6. st. ne prinašajo podatkov o družbenih in gospodarskih razmerah na ozemlju današnje Slovenije, z arheološkimi raziskavami pa so bile odkrite številne utrjene višinske naselbine, značilne za naselitev v tem času na vzhodnoalpskem in predalpskem podeželju (Ciglencečki 2023, 216–238, sl. 3.54). Mednje spadajo tudi ostanki naselbine na grajskem hribu na Bledu, skupaj z grobiščem pod njo na Pristavi.

Kljub številnim podatkom, ki smo jih dobili s predstavljeno interdisciplinarno raziskavo, se moramo zavedati, da so bile vanjo vključene le štiri osebe iz enega, izstopajočega groba. Tako interpretacij ni mogoče brez premisleka prenesti na celotno populacijo, pokopanih na grobišču Bled – Pristava. Za to bi bile potrebne dodatne raziskave, ki bi obravnavale grobišče kot celoto ter ga umestile v širši arheološki kontekst. Hkrati bi le obravnava celotnega grobišča lahko ponudila odgovore na še vedno odprta vprašanja o razlogih za izstopajoč način pokopa obravnavane družine ter večkratne spremembe prehrane.

- ALQAHTANI et al. 2010 = S. J. AlQahtani, M. P. Hector, H. M. Liversidge 2010, Brief Communication: The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption. – *American Journal of Physical Anthropology* 142/3, 481–490.
- ALT et al. 2014 = K. W. Alt, C. Knipper, D. Peters, W. Müller, A.-F. Maurer, I. Kollig, N. Nicklisch, C. Müller, S. Karimnia, G. Brandt, C. Roth, M. Rosner, B. Mende, B. R. Schöne, T. Vida, U. von Freedon 2014, Lombards on the Move – An Integrative Study of the Migration Period Cemetery at Szólád, Hungary. *PLOS ONE* 9/11, e110793–. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110793>
- AUFDERHEIDE et al. = A. C. Aufderheide, C. Rodríguez-Martín, O. Langsjoen 2011, *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. – Cambridge.
- BATAILLE et al. 2021 = C. P. Bataille, Jaouen, K., Milano, S., Trost, M., Steinbrenner, S., Crubézy, É., Colleter, R. 2011, Triple sulfur-oxygen-strontium isotopes probabilistic geographic assignment of archaeological remains using a novel sulfur isoscape of western Europe. – *PLOS ONE* 16/5, e0250383. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250383>
- BAUSOVAC, M. 2011, *Študija poznoantične lončenine iz utrjene višinske naselbine Rifnik pri Šentjurju*. – Doktorska disertacija / PhD thesis, Oddelek za arheologijo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani (neobjavljeno / unpublished).
- BEAUMONT, J., J. GEBER 2013, Victims and survivors: Stable isotopes Used to Identify Migrants From the Great Irish Famine to 19th Century London. – *American Journal of Physical Anthropology* 150/1, 87–98.
- BEAUMONT et al. 2013 = J. Beaumont, A. Gledhill, J. Lee-Thorp, J. Montgomery 2013, Childhood Diet: A closer examination of the Evidence from Dental Tissues using Stable Isotope Analysis of Human Dentine. *Archaeometry* 55/2, 277–295.
- BEAUMONT, J., J. MONTGOMERY 2016, The Great Irish Famine: Identifying Starvation in the Tissues of Victims Using Stable Isotope Analysis of Bone and Incremental Dentine Collagen. – *PLOS ONE* 11/8, e0160065. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160065>
- BEAUMONT et al. 2018 = J. Beaumont, E. C. Atkins, J. Buckberry, H. Haydock, P. Horne, R. Howcroft, K. Mackenzie, J. Montgomery 2018, Comparing apples and oranges: Why infant bone collagen may not reflect dietary intake in the same way as dentine collagen. – *American Journal of Physical Anthropology* 167, 524–540.
- BITENC, P. 2023, Prazgodovinsko Grobišče na Pristavi na Bledu. Raziskave v letih 1975–1978 / Prehistoric cemetery at Pristava in Bled. Archaeological investigations in 1975–1987. – *Arheološki vestnik* 74, 385–427. <https://doi.org/10.3986/AV.74.13>
- BITENC, P., T. KNIFIC 2001, *Od Rimljanov do Slovanov. Predmeti*. – Ljubljana.
- BRATOŽ, R. 2014, Med Italijo in Ilirikom. Slovenski prostor in njegovo sosodstvo v pozni antiki. – *Zbirka zgodovinskega časopisa* 46, Dela I. razreda SAZU 39.
- BRATOŽ, R. 2016, La produzione e il consumo di alimenti nella provincia della Venetia et Histria al tempo dei Goti Orientali. – *Antichita Altoadriatiche* 84, 131–158.
- BRENNER, Ch. 2007, *DNA-VIEW 2007. User Guide*. – Oakland.
- BRICKLEY, M., J. BUCKBERRY 2018, Undertaking sex assessment. – V: P. D. Mitchell, M. Brickley (ur.), *Updated Guidelines to the Standards for Recording Human Remains*. – Reading.
- BRICKLEY, M., R. IVES 2008, *The bioarchaeology of metabolic bone disease*. – Oxford.
- BRICKLEY, M., J. MCKINLEY (ur.) 2004, *Guidelines to the Standards for Recording Human Remains*. – IFA Paper No. 7. – Reading.
- BROTHWELL, D. R. 1981, *Digging up Bones. The Excavation, Treatments, and Study of Human Skeletal Remains*. – Ithaca, London.
- BROWN et al. 1988 = T. A. Brown, D. E. Nelson, J. S. Vogel, J. R. Southon 1988, Improved collagen extraction by modified Longin method. – *Radiocarbon* 30/2, 171–177.
- BUIKSTRA, J. E., D. H. UBELAKER (ur.) 1994, *Standards for data collection from human skeletal remains*. – Arkansas Archaeological Survey Research Series 44.
- BURT et al. 2013 = N. M. Burt, D. Semple, K. Waterhouse, N. C. Lovell 2013, *Identification and interpretation of joint disease in paleopathology and forensic anthropology*. – Springfield.

- CASTIGLIONI, E., M. ROTTOLI 2013, Broomcorn millet, foxtail millet and sorghum in North Italian Early Medieval sites. – *Post Classical Archaeologies* 3, 131–144.
- CIGLENEČKI, S. 2000, *Tinje nad Loko pri Žusmu: poznoantična in zgodnj srednjeveška naselbina = Tinje oberhalb von Loka pri Žusmu.* – Opera Instituti archaeologici Sloveniae 4. <https://doi.org/10.3986/9789610503279>
- CIGLENEČKI, S. 2023, *Between Ravenna and Constantinople. Rethinking Late Antique Settlement Patterns.* – Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 46. <https://doi.org/10.3986/9789610507369>
- CIGLENEČKI et al. 2011 = S. Ciglencečki, T. Milavec, Z. Modričan 2011, *Poznoantična utrjena naselbina Tonovcov grad pri Kobaridu. Naselbinski ostanki in interpretacija / Late antique fortified settlement Tonovcov grad near Kobarid. Settlement remains and interpretation* – Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 23. <https://doi.org/10.3986/9789612545840>
- CIGLENEČKI et al. 2020 = S. Ciglencečki, T. Milavec, Z. Modričan 2020, *Korinjski hrib in poznoantične vojaške utrdbе v Iliriku / Korinjski hrib and late antique military forts in Illyricum.* – Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 39. <https://doi.org/10.3986/9789610502555>
- ČREŠNAR et al. 2019 = M. Črešnar, S. Kiszter, M. Mele, K. Peitler, A. Vintar (ur.) 2019, *Plants–Animals–People. Lively archaeological landscapes of Styria and NE Slovenia / Pflanzen–Tiere–Menschen. Lebendige archäologische Landschaften der Steiermark und NO Slowenien / Rastline–živali–ljudje. Žive arheološke krajine avstrijske Štajerske in SV Slovenije.* – *Schild von Steier Bh.* 10.
- DROR, D. K., L. H. ALLEN 2018, Overview of Nutrients in Human Milk. – *Advances in Nutrition* 9, 278–294.
- EŞIAN, D., A. L. MONEA 2011, Morphological and developmental characteristics of the Hertwig's epithelial root sheath and its involvement in the root growth and development of the immature teeth. – *Acta Medica Transilvanica* 21, 117–120.
- FOGEL et al. 1989 = M. L. Fogel, N. Tuross, D. W. Owsley 1989, Nitrogen isotope tracers of human lactation in modern and archaeological populations. – *Carnegie Institution of Washington Yearbook* 88, 111–117.
- FULLER et al. 2003 = B. T. Fuller, M. P. Richards, S. A. Mays 2003, Stable carbon and nitrogen isotope variations in tooth dentine serial sections from Wharram Percy. – *Journal of Archaeological Science* 30/12, 1673–1684.
- FULLER et al. 2006a = B. T. Fuller, T. I. Molleson, D. A. Harris, L. T. Gilmour, R. E. M. Hedges 2006, Isotopic Evidence for Breastfeeding and Possible Adult Dietary Differences from Late/Sub-Roman Britain. – *American Journal of Physical Anthropology*, 129/1, 45–54.
- FULLER et al. 2006b = B. T. Fuller, M. P. Richards, S. A. Mays 2003, Detection of breastfeeding and weaning in modern human infants with carbon and nitrogen stable isotope ratios. – *American Journal of Physical Anthropology* 129/2, 279–293.
- GAŠPERŠIČ et al. 2013 = D. Gašperšič, J. Jan, I. Štamfelj 2013, *Tvorba zobnih tkiv v korenini.* – *Zobozdravstveni vestnik* 68, 48–54.
- GEBER, J., E. MURPHY 2012, Scurvy in the Great Irish Famine: Evidence of Vitamin C Deficiency From a Mid-19th Century Skeletal Population. – *American Journal of Physical Anthropology* 148/4, 512–524.
- GYULAI, F. 2006, Historical plant-biodiversity in the Carpathian Basin. – V: E. Jerem, Z. Mester, R. Benczes (ur.), *Archaeological and Cultural Heritage Preservation*, 63–72.
- HAKENBECK et al. 2017 = S. E. Hakenbeck, J. Evans, H. Chapman, E. Fothi 2017, Practising pastoralism in an agricultural environment: An isotopic analysis of the impact of the Hunnic incursions on Pannonian populations. – *PLOS ONE* 12/3, e0173079. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173079>
- HEDGES et al. 2007 = R. E. M. Hedges, C. Clement, L. Thomas, T. C. O'Connell 2007, Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: Modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. – *American Journal of Physical Anthropology* 133/2, 808–816.
- HILL, P. A. 1998, Bone remodelling. – *British journal of orthodontics* 252, 101–107.
- HUMMEL, S., H. SCHUTKOWSKI 1993, Aroaches to the Histological Age Determination of Cremated Human Remains. – V: G. Grupe, A. N. Garland (ur.), *Histology of Ancient Human Bone: Methods and Diagnosis: Proceedings of the "Palaeohistology Workshop" held from 3–5 October 1990 at Göttingen.* – Berlin, Heidelberg.
- IACUMIN et al. 2014 = P. Iacumin, E. Galli, F. Cavalli, L. Cecere 2014, C<sub>4</sub>-consumers in southern Europe: the case of Friuli V.G. (NE-Italy) during early and central Middle Ages. – *American Journal of Physical Anthropology* 154/4, 561–574.
- KELLER et al. 2019 = M. Keller, M. A. Spyrou, C. L. Scheib, G. U. Neumann, A. Kröpelin, ... J. Krause, J. 2019, Ancient *Yersinia pestis* genomes from across Western Europe reveal early diversification during the First Pandemic (541-750). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 116/25, 12363–12372.
- KNIFIC, T. 1983, *Bled v zgodnjem srednjem veku.* – Doktorska disertacija / PhD thesis, Oddelek za arheologijo, Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani (neobjavljeno / unpublished).
- KNIFIC, T. 2004, *Arheološki sledovi blejskih prebivalcev iz pozne antike in zgodnjega srednjega veka.* – *Bled 1000 let, Blejski zbornik* 2004, 93–117.
- KNIFIC, T. 2008a, *Rajska ptica in konjiček z Bleda.* – *Razgledi muzejskega društva Bled za leto 2008*, 3–6.
- KNIFIC, T. 2008b, *Zgodovina arheoloških raziskovanj v Blejskem kotu.* *Forschungsgeschichte im Bleder Winkel.* – V: A. Pleterski (ur.) 2008, 13–25. <https://doi.org/10.3986/9789612545413>
- KRAAN, P. M. van der, W. B. van den BERG 2007, Osteophytes: relevance and biology. – *Osteoarthritis and Cartilage* 15/3, 237–244.
- LARRALDE et al. 2007 = M. Larralde, A. Santos Munoz, P. Boggio, V. D. Gruccio, I. Weis, A. Schygiel 2007, Scurvy in a 10-month-old boy. – *International Journal of Dermatology* 46/2, 194–198.
- LEBEN-SELJAK, P. 1996, *Antropološka analiza poznoantičnih in srednjeveških grobišč Bleda in okolice (Anthropological analysis of late antiquity and medieval necropolises at Bled and surroundings).* – Doktorska disertacija / PhD thesis, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani (neobjavljeno / unpublished).



- LEWIS, M. 2017, Juvenile Arthropathies, Circulatory, and Endocrine Disorders. – V: M. Lewis (ur.), *Paleopathology of children. Identification of Pathological Conditions in the Human Skeletal Remains of Non-Adults*, 245–265. – San Diego.
- LIGHTFOOT et al. 2012 = E. Lightfoot, M. Šlaus, T. C. O'Connell 2012, Changing Cultures, Changing Cuisines: Cultural Transitions and Dietary Change in Iron Age, Roman, and Early Medieval Croatia. – *American Journal of Physical Anthropology* 148/4, 543–556.
- MARTIN et al. 1998 = R. B. Martin, D. B. Burr, N. A. Sharkey 1998, Analysis of Bone Remodeling. – V: R. B. Martin, D. B. Burr, N. A. Sharkey (ur.), *Skeletal Tissue Mechanics*, 79–125. – New York.
- McGLYNN, G. 2007, Using  $^{13}\text{C}$ -,  $^{15}\text{N}$ -, and  $^{18}\text{O}$  stable isotope analysis of human bone tissue to identify transhumanance, high altitude habitation and reconstruct palaeodiet for the early medieval Alpine population at Volders, Austria. – Doktorska disertacija / PhD thesis, Fakultät für Biologie der Ludwig-Maximilians Universität München. [https://edoc.ub.uni-muenchen.de/7327/1/McGlynn\\_George.pdf.pdf](https://edoc.ub.uni-muenchen.de/7327/1/McGlynn_George.pdf.pdf)
- MILAVEC, T. 2007, Prispevek h kronologiji S-fibul v Sloveniji / A contribution to the chronology of S-fibulae in Slovenia. – *Arheološki vestnik* 58, 333–355.
- MILAVEC, T. 2020, Late Antique fortified hilltop settlements in Slovenia: fifteen years later. – V: E. Cavada, M. Zagermann (ur.), *Alpine Festungen 400–1000. Chronologie, Räume und Funktionen, Netzwerke, Interpretationen / Fortezze Alpine (secoli V–X). Cronologia, spazi e funzioni, sistemi, interpretazioni*, Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte 68, 159–174.
- MILAVEC, T. 2023, Hilltop sites in Slovenia between the 5th–10th centuries. – V: P. Pergola, G. Castiglia, E. E. K. Hanna, I. Martinetto, J.-A. Segura (ur.), *Perchement et Réalités Fortifiées en Méditerranée et en Europe, Vème–Xème Siècles / Fortified Hilltop Settlements in the Mediterranean and in Europe (5th–10th centuries)*, 347–356. – Oxford.
- MILES, A. E. W. 2001, The Miles Method of Assessing Age from Tooth Wear Revisited. – *Journal of Archaeological Science* 28/9, 973–982.
- MILLARD, A. R. 2000, A model for the effect of weaning on nitrogen isotope ratios in humans. – V: G. A. Godfriend (ur.), *Perspectives in Amino Acid and Protein Geochemistry*, 51–59. – New York.
- MITCHELL, P. D., M. BRICKLEY 2017, *Updated Guidelines to the Standards for Recording Human Remains*. – Reading.
- MODRIJAN, Z., T. MILAVEC 2011, Poznoantična utrjena naselbina Tonovcov grad pri Kobaridu. *Najdbe / Late antique fortified settlement Tonovcov grad near Kobarid. Finds*. – Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 24. <https://doi.org/10.3986/9789612545871>
- MORENO-LARRAZABAL et al. 2015 = A. Moreno-Larrazabal, A. Teira-Brion, I. Sopolana-Salcedo, I. Arraz-Otegui, L. Zapata, 2015, Ethnobotany of millet cultivation in the north of the Iberian Peninsula. – *Vegetation History and Archaeobotany* 244, 541–554.
- MOSKOW, B. S., P. M. CANUT 1990, Studies on root enamel. Enamel pearls. A review of their morphology, localization, nomenclature, occurrence, classification, histogenesis and incidence. – *Journal of clinical periodontology* 175, 275–281.
- MOTUZAIITE-MATUZEVICIUTE et al. 2016 = G. Motuzaiite-Matuzeviciute, J. Jacob, S. Telizhenko, M. K. Jones 2016, Miliacin in palaeosols from an Early Iron Age in Ukraine reveal in situ cultivation of broomcorn millet. – *Archaeological and Anthropological Sciences* 81, 43–50.
- NEHLICH, O. 2015, The alication of sulphur isotope analyses in archaeological research: A review. – *Earth-Science Reviews* 142, 1–17.
- NICHOLLS, R. A. 2017, *More than bones. An investigation of life, death and diet in later prehistoric Slovenia and Croatia*. – Doktorska disertacijam / PhD thesis, Faculty of Life Sciences, University of Bradford. [https://bradscholars.brad.ac.uk/bitstream/handle/10454/16764/More Than Bones. R. Nicholls. 2018.pdf](https://bradscholars.brad.ac.uk/bitstream/handle/10454/16764/More%20Than%20Bones.%20R.%20Nicholls.%202018.pdf)
- ORTNER, D. J. 2003, *Identification of pathological conditions in human skeletal remains*. – San Diego.
- PALADIN et al. 2020 = A. Paladin, N. Moghaddam, A. E. Stawinoga, I. Siebke, V. Depellegrin, U. Tecchiati, S. Lösch, A. Zink 2020, Early medieval Italian Alps: reconstructing diet and mobility in the valleys. – *Archaeological and Anthropological Sciences* 12/82. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00982-6>.
- PAVLOVIČ, D. 2017, Začetki zgodneslovenske poselitve Prekmurja / Beginnings of the Early Slavic settlement in the Prekmurje region, Slovenia. – *Arheološki vestnik* 68, 349–386.
- PLETERSKI, A. 2008, *Zgodnesrednjevska naselbina na Blejski Pristavi. Najdbe / Frühmittelalterliche Siedlung Pristava in Bled. Funde*. – Opera Instituti archaeologici Sloveniae 14. <https://doi.org/10.3986/9789612545413>
- POSSENTI, E. 1994, *Gli orecchini a cestello altomedievali in Italia*. – Ricerche di archeologia altomedievale e medievale 21.
- ROTTOLI, M. 2014, Reflections on Early Medieval resources in northern Italy: The archaeobotanical and archaeozoological data. – *Quaternary Internationa* 346, 20–27.
- SAGADIN, M., M. ROGELJ 1997, *Ajdna nad Potoki*. – Ljubljana.
- SCHAEFER et al. 2009 = M. Schaefer, S. M. Black, L. Scheuer 2009, *Juvenile osteology: a laboratory and field manual*. – Amsterdam, London.
- SKEDROS et al. 2013 = J. G. Skedros, A. N. Knight, G. C. Clark, C. M. Croeder, V. M. Dominguez, S. Qui, D. M. Mulhern, S. W. Donahue, B. Busse, B. I. Husley, M. Zedda, S. M. Sorenson 2013, Scaling of Haversian canal surface area to secondary osteon bone volume in ribs and limb bones. – *American Journal of Physical Anthropology* 151/2, 230–244.
- STEINEGGER et al. 2019 = A. Steinegger, A. G. Heiss, S. Wiesinger 2019, Untersuchungen unter der Pfarrkirche Hl. Jakobus d. Ältere auf der Frauenburg bei Unzmarkt (Murtal, Steiermark, Österreich). – V: M. Črešnar et al. 2019, 116–121.
- TOMAZO-RAVNIK, T., T. POGAČNIK 1975, Antropološka obravnava osteološkega gradiva. – V: M. Slabe, Dravlje. Grobišče iz časov preseljevanja ljudstev. – *Situla* 16, 143–157.

- TOŠKAN, B., A. RAGOLIČ 2021, L'allevamento del bestiame nella regione alpina sud-orientale tra IV e VI secolo d.C. – V: M. Buora, S. Magnani, L. Villa (ur.), *Italia settentrionale e regioni dell'arco alpino tra V e VI sec. d.C. Atti del convegno (15–17 aprile 2021)*. – *Storia e archaeologia* 1, 411–425.
- TURK, R. 1981, *Antropološka obdelava skeletov iz 5. do 7. stoletja izkopanih na Bledu v letih 1975 do 1978*. – Diplomatska naloga / Diploma thesis, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani (neobjavljeno / unpublished).
- VIDA, T. 2012, Das Gräberfeld neben dem Horreum in der Innenbefestigung von Keszthely-Fenekpuszta. – V: O. Heinrich-Tamáská (ur.), *Keszthely-Fenekpuszta im Kontext spätantiker Kontinuitätsforschung zwischen Noricum und Moesia*. – *Castellum Pannonicum Pelsonense* 2, 397–456.
- WIECHMANN, I., G. GRUPE 2005, Detection of *Yersinia pestis* DNA in two early medieval skeletal finds from Aschheim (Upper Bavaria, 6th century A.D.). – *American Journal of Physical Anthropology* 126/1, 48–55
- ZAGORC, B. 2022, Starodavna DNA: kratka predstavitev tematike ter njen pomen za razumevanje preteklosti / Ancient DNA: A Short Introduction of the Field and its Influence on our Understanding of the Past. – *Arheo* 39, 43–68.
- ZENÓBIO et al. 2015, E. G. Zenóbio, T. R. Vieira, R. P. C. Bustamante, H. E. Gomes, J. A. Shibli, R. V. Soares 2015, *Enamel Pearls Implications on Periodontal Disease*. – *Case Reports in Dentistry* 2015, 1–3.
- ZUPANIČ PAJNIČ, I. 2016, *Forenzična genetika*. – Ljubljana.
- ZUPANIČ-PAJNIČ et al. 2017 = I. Zupanič-Pajnič, T. Zupanc, J. Balažič, Ž. M. Geršak, O. Stojković, I. Skadrić, M. Črešnar, Prediction of autosomal STR typing success in ancient and Second World War bone samples. – *Forensic science international Genetics* 27, 17–26.
- ZUPANIČ-PAJNIČ et al. 2023a = I. Zupanič-Pajnič, Ž. M. Geršak, T. Leskovar, M. Črešnar 2023, Kinship analysis of 5th- to 6th-century skeletons of Romanized indigenous people from the Bled–Pristava archaeological site. – *Forensic science international: Genetics* 65, 1–7.
- ZUPANIČ-PAJNIČ et al. 2023b = I. Zupanič-Pajnič, T. Leskovar, M. Črešnar 2023, Improving kinship probability in analysis of ancient skeletons using identity SNPs and MPS technology. – *International journal of legal medicine* 137, 1007–1015.

## The Potential of Interdisciplinary Research of Human Skeletal Remains: Quadruple Grave from the Late Antique Cemetery at Bled – Pristava

### Summary

#### Archaeological background

Multiple archaeological research campaigns at Pristava under the castle hill overlooking Lake Bled in Slovenia discovered 380 skeletal graves from late antiquity and the early Middle Ages. The graves were divided into two groups: northwest for late antique and southeast (excluding three) for early medieval burials (*Fig. 1*) (Knific 2004). The National Museum of Slovenia and the Faculty of Arts of the University of Ljubljana conducted archaeological research on part of the burial site, comprising 147 graves, with 63 containing various late antique items, especially jewellery. The graves were arranged in rows with a horseshoe-shaped natural trench surrounding them (*Fig. 2*) (Pleterski 2008, App. 2). The findings, especially the earrings, enabled the categorisation of the graves into three groups with specific adornments, aiding in establishing a chronological timeline: early 6<sup>th</sup> century, mid-6<sup>th</sup> century, and late 6<sup>th</sup> century (Knific 1983, 18–23; 160–163).

A notable discovery was a quadruple grave (336–339) suggesting special circumstances of death and burial. The quadruple grave revealed the remains of four individuals: an adult male, two young females, and a child (*Fig. 3; 4*). The arrangement indicated simultaneous burials in a shared grave pit. Artefacts included bronze earrings, an iron bracelet, and a light blue glass bead (*Fig. 5*). The occurrence of older earrings with polyhedrons together with younger earrings with baskets in the same grave (in the case of skeleton 338) enables the dating of the quadruple grave to the middle of the 6<sup>th</sup> century (Knific 1983, 160–163). Radiocarbon dating of a male skeleton (336) suggested a date range between 426 and 575,<sup>1</sup> aligning with the established chronology. However, the archaeological dating for the quadruple grave (skeleton 336) is barely within the probability range of radiocarbon dating. This may suggest that earrings with baskets

<sup>1</sup> Poz-158489:1560 ± 30 BP, Poznan Radiocarbon Laboratory, (426–575 calAD (95.4%), 2σ; OxCal v4.4.4).

began to appear at Bled – Pristava earlier than previously assumed, and they could have remained in fashion for a longer period. In conjunction with the archaeological dating of the late antique cemetery at Bled – Pristava to the 6<sup>th</sup> and the first three decades of the 7<sup>th</sup> century, it is worth mentioning the coins from a contemporary settlement discovered on the nearby castle hill: a silver coin of Emperor Justinian I, minted between 552 and 565, and a counterfeit gold coin of Emperor Heraclius, who ruled between 610 and 641 (Knific 2008b, 24).

### Anthropological analyses

Preliminary anthropological analyses were conducted during on-site inspections and later confirmed by subsequent microscopic and molecular analyses (Leben-Seljak 1996; Turk 1981). Macroscopic osteological and palaeopathological analyses were also carried out during the sampling for further microscopic and molecular analyses due to advancements in methodological procedures. These analyses aimed to establish the biological profile of individuals, encompassing sex and age at death, as well as skeletal variations and pathological changes (*Tab. 1*). Typically, an assessment of stature is included, but it was not performed for the quadruple grave due to the insufficient preservation of long bones. Macroscopic osteological and palaeopathological analyses followed international standards (Brickley, McKinley (eds.) 2004; Mitchell, Brickley 2017).

Age estimates relied on tooth development and erupted third molars (AlQahtani et al. 2010), tooth wear (Brothwell 1981), as well as the development or fusion of specific skeletal elements (Schaefer et al. 2009). Sex in adults was assessed based on pelvic opening and skull morphology (Buikstra, Ubelaker 1994). Sex could not be reliably estimated for children due to poor bone preservation and the absence of sexual dimorphism based on basic anthropological analyses alone. Genetic sex for all four individuals was determined based on DNA analysis. Basic descriptions and possible diagnoses of identified pathological changes are based on the work of Ortner (2003) and Aufderheide et al. (2011) and supported by other relevant literature cited in this case. The findings provide insights into the demographics and potential health conditions of individuals in the quadruple grave, contributing to a comprehensive understanding of this archaeological site.

Analyses of the postmortem remains of individual 336 suggest it is likely a male, aged 35–45 (*Fig. 6*). Degenerative changes and porosity on cranial bones suggest potential nutritional deficiencies, while osteophytes on vertebral bodies (*Fig. 7*) are likely related to ageing.

Analyses of the postmortem remains of individual 337 suggest a child aged approximately  $13.5 \pm 1$  years (*Fig. 8*). Porosity on the palate and orbital roofs, similar to porosity on skeleton 336, indicate potential nutritional deficiencies.

Analyses of the postmortem remains of individual 338 suggest it is likely a female, aged  $18.5 \pm 1$  years. Porosity on cranial bones (*Fig. 9*), resembling skeletons 336 and 337, suggests potential nutritional deficiencies. Enamel beads on upper third molars (*Fig. 10*), a developmental anomaly with potential links to periodontal disease, were also noticed.

Analyses of the postmortem remains of individual 339 suggest a child aged approximately  $5.5 \pm 1$  years (*Fig. 11*).

Porosity on cranial bones may suggest nutritional deficiencies (Brickley, Ives 2008; Geber, Murphy 2012; Ortner 2003). However, inflammation due to an unknown cause cannot be entirely ruled out. Since the signs on the analysed remains are not sufficiently specific and pronounced, a definitive diagnosis cannot be confirmed.

### Histological analyses

Macroscopic analyses were complemented by histological examinations on femoral sections to enhance age estimates and diagnose observed pathological changes. Prepared epoxy resin-embedded sections ( $\sim 75\text{--}50\ \mu\text{m}$  thick) underwent cutting, grinding, and polishing for clarity under a light microscope at  $50\times\text{--}200\times$  magnifications. Results revealed severe damage to bone microstructure in all four cases due to taphonomic factors, making specific structures nearly unrecognisable, except for Haversian canals. Pathological changes were indiscernible due to the extent of taphonomic damage. For the adult male (skeleton 336), age estimation using the Hummel-Schutzkowski (1993) method was limited in reliability due to taphonomic microstructural damage. Age was tentatively confirmed at  $35 \pm 10$  years based on osteon count, supporting the age range obtained from macroscopic analyses. However, visual analysis of femoral sections displayed clear differences in bone

microstructure among the individuals (*Fig. 12*), reflecting varied ages at death. The mature adult male (35–45 years) exhibited the highest number of osteons, with primary lamellar bone and secondary osteons predominating. The  $18.5 \pm 1$ -year-old female (skeleton 338) showed fewer osteons, mainly primary lamellar bone with recognisable primary osteons. The  $13.5 \pm 1$ -year-old child (skeleton 337) displayed a seemingly high osteon count, primarily consisting of primary osteons in lamellar bone. The  $5.5 \pm 1$ -year-old child (skeleton 339) had the fewest osteons, predominantly primary osteons in lamellar bone, with prominent Haversian canals.

Despite challenges posed by taphonomic damage, histological analyses provided insights into microstructural differences related to age, contributing valuable information to the overall understanding of the individuals.

### aDNA analyses

Ancient DNA (aDNA) analyses were conducted on the petrous bone (part of the temporal bone of the skull) and tooth of each of the four individuals from the grave at the Laboratory for Molecular Genetics, Institute of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, University of Ljubljana. Sample preparation followed specific steps to prevent and detect sample contamination with modern DNA. The entire process, conducted in a laboratory dedicated to ancient skeletal remains, included a chamber equipped with a HEPA filter and UV light to prevent contamination and degradation. Protective clothing was used during preparation, and surfaces were cleaned with bleach and exposed to UV light. A database of genetic profiles of individuals recently in contact with the samples was established. Negative control analyses accompanied skeletal sample analyses to detect potential contamination.

Mechanical and chemical cleaning of bones and UV light irradiation substituted for mechanical cleaning of teeth. Samples were ground into fine powder using a homogeniser, employing liquid nitrogen for cooling. The resulting samples were decalcified with 0.5 M EDTA. DNA extraction involved adding an extraction buffer for cell and nuclear membrane lysis, utilising proteinase K for protein breakdown and DTT as a reducing agent. The obtained lysate with extracted DNA underwent purification of polymerase chain reaction (PCR) inhibitors using DNA binding to magnetic

particles. DNA extraction details are described in Zupanič Pajnič (2016). DNA quantity and quality were determined using quantitative real-time PCR (qPCR) (Zupanič Pajnič et al. 2017). Y-chromosome target amplification confirmed male presence. Short Tandem Repeat (STR) amplification on autosomes, the Y-chromosome, and single nucleotide polymorphism (SNP) typing generated genetic profiles. Autosomal STR and SNP profiling aimed to increase the relatedness probability for degraded ancient skeletal DNA, which is often insufficient for complete STR profiling.

Sex determination utilised three genetic tests: Y-chromosome target amplification with qPCR, amplification of an amelogenin gene segment differing in length on the X and Y chromosomes, and Y-chromosome STR amplification (23 Y-STR markers). Adult 336 and child 339 were identified as male, with positive Y-chromosome qPCR, the presence of both X and Y amelogenin genes, and Y-STR haplotype acquisition. Adult 338 and child 337 were identified as female, with no Y-chromosome qPCR signal, the presence of only the X amelogenin gene, and no Y-STR haplotype acquisition (*Tab. 2*).

Relatedness was assessed through autosomal STR profiling (16 STR markers), providing the most variable segments of the human genome for evaluating kinship due to their highly polymorphic nature. At least half of the alleles were shared between the adult male (skeleton 336) and all other individuals, indicating a paternal relationship. Kinship probability was calculated using the DNA VIEW statistical software (Brenner 2007), confirming paternity with a probability greater than 99.99% for all three children. Y-STR haplotypes were obtained for the father and son, and 90 identification SNPs were profiled for the sisters, calculating sisterly kinship probability using the Familias software. Paternity probability for the son (skeleton 339) and sisterly kinship probability were further elevated to 99.999997%, involving all investigated genetic markers (Zupanič Pajnič et al. 2023a, 2023b). Genetic analyses conclusively identified that the buried individuals were a father with two daughters and one son. Extremely high matching of autosomal STR markers among the three children indicates they share the same mother.

Phenotyping employed a modified version of the HIrisPlex system for massively parallel sequencing (MPS), the R statistical software, and the HIrisPlex online tool, determining the probable eye and hair colours of both male skeletons based

on single nucleotide polymorphisms (SNPs). Adult male 336 likely had brown eyes and dark brown or black hair, while child 339 likely had blue eyes and brown or dark brown hair (Zupanič Pajnič et al., 2023b).

### Isotope analyses, results, and discussion

Stable isotope analyses of carbon, nitrogen, and sulphur were conducted to investigate the diet and physiological stress exposure of the individuals. Two to three teeth (skeletons 336 and 338: first and second permanent molars, skeleton 337: first and third permanent molars, skeleton 339: first deciduous molar and first and second permanent molars), a rib fragment, and a femur fragment were taken from each analysed individual and cleaned in an ultrasonic bath. Collagen was prepared using the modified Longin method without filtration (Beaumont et al. 2018; Brown et al. 1988). Samples were demineralised in 0.5 M hydrochloric acid at 4°–5°C, with acid replacement every few days until the completion of demineralisation. Dentin increments were cut from the tooth using a scalpel, and their number determined the approximate time represented by each increment.

Demineralised bones and dentin increments underwent the same analysis method. Samples were neutralised with deionised water, placed in vials with 0.001 M hydrochloric acid, and heated to 70°C in a thermal block for 24 to 48 hours or until the collagen was fully dissolved. Due to the sample size, filtration was not performed, and any potential solid particles were removed with centrifugation. The obtained liquid was frozen and lyophilised, and the resulting sample was used for further analysis. Isotope ratios ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ,  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ) were determined using Isotope Ratio Mass Spectrometry (IRMS) coupled with the IsoPrime 100 – Vario PYRO Cube solid sample preparation system. International reference materials (USGS88, USGS89, IAEA-600) and laboratory reference material (CRP-IAEA) with known isotopic compositions were used for result normalisation and measurement accuracy monitoring. Carbon and nitrogen results were normalised to USGS88, USGS89, and IAEA-600; sulphur results were normalised to USGS88 and USGS89. The measurement error for  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values was  $\pm 0.2\text{‰}$  and  $\pm 0.6\text{‰}$  for  $\delta^{34}\text{S}$ .

To interpret the stable isotope analysis results, basic knowledge of the diet and lifestyle of the

individuals is essential. The date for Late antique high-altitude settlements in Slovenia is limited, but archaeological findings from sites such as Ajdna above Potoki, Tonovcov grad, Korinjski hrib, Tinje above Loka pri Žusmu, and Rifnik, suggest the persistence of a Mediterranean lifestyle with restricted resources, likely relying on subsistence agriculture and animal husbandry. The presence of Mediterranean imports is indicated by ceramic artefacts (Milavec, 2023). Zooarchaeological data for the southeastern Alps, including present-day northwestern Slovenia, suggests adaptations in animal husbandry and, consequently, diet due to the population's movement to higher elevations during late antiquity. Local smaller livestock predominated, focusing on sheep and goat husbandry and possibly chicken farming for meat and secondary products. Wild animal remains, while present, are scarce, suggesting limited reliance on hunting (Toškan, Ragolič 2021).

Although abundant stable isotope analysis results from similar archaeological sites in Europe are available, local factors can significantly influence the outcomes. However,  $\delta^{13}\text{C}$  values for domesticated animals around present-day Slovenia (SW Italy, western Austria, western Hungary) during the 5<sup>th</sup> to 7<sup>th</sup> centuries show values between  $-21.7\text{‰}$  and  $-19.7\text{‰}$ , and  $\delta^{15}\text{N}$  values between  $3.5\text{‰}$  and  $7.5\text{‰}$ . Human collagen  $\delta^{13}\text{C}$  values range from  $-20.0\text{‰}$  to  $-16.2\text{‰}$ , and  $\delta^{15}\text{N}$  values from  $8.4\text{‰}$  to  $10.8\text{‰}$  (Tab. 3).

Interpretations of stable isotope analyses in northeastern Italy indicate a drastic decrease in wheat consumption, with increased intake of C4 cereals like millet and sorghum and reduced animal product consumption. Some individuals likely consumed freshwater fish (Iacumin et al. 2014). In Hungary during the 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> centuries, the diet was diverse, with rapid changes. It was primarily based on medium- to high-protein animal products, minimal or no freshwater organisms, and C4 cereals, probably millet (Hakenbeck et al. 2017). In Austria, at the Volders site from the 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> centuries, C3 plants and animal products from animals feeding on C3 plants predominated, with one individual showing signs of freshwater fish consumption (McGlynn 2007, 173–177).

The results and discussion of isotopic values ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ , and  $\delta^{34}\text{S}$ ) in collagen from ribs, femurs, and tooth dentin are presented in Tab. 4, 5 and Fig. 13.

For skeleton 336 (Fig. 14; 15), the  $\delta^{13}\text{C}$  values in the dentin of the first permanent molar (M1) show fluctuations, reaching the lowest point at

around 6.5 years and increasing after eight years. The  $\delta^{15}\text{N}$  values exhibit a rapid decrease from 4.5 months to three years, followed by an increase and reaching a peak at 18 years. The  $\delta^{34}\text{S}$  values decrease until the 16<sup>th</sup> year, then rise until the end of life. Changes in isotopic values are attributed to dietary transitions and physiological stress, with a notable shift after the eighth year.

Skeleton 337 (Fig. 16; 17) shows similar trends, with  $\delta^{13}\text{C}$  values decreasing until around 2.5 years, likely due to the transition from breastfeeding to solid food. After seven years, there is a probable dietary shift with increased intake of C4 plants. Unusual spikes in  $\delta^{15}\text{N}$  values at 21 years suggest dietary changes or physiological stress. The  $\delta^{34}\text{S}$  values also exhibit distinctive patterns.

The results for skeleton 338 (Fig. 18; 19) suggest dietary changes during infancy and early childhood. Changes in  $\delta^{13}\text{C}$  and minimal  $\delta^{15}\text{N}$  variations between the fourth and eleventh years are attributed to dietary shifts, possibly incorporating more C4 plant foods. Conflicting trends between rising  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{34}\text{S}$ , coupled with falling  $\delta^{13}\text{C}$  around the second year, may indicate nutritional deficiencies. After age 11, bone collagen exhibits decreasing  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values, suggesting increased consumption of C3 plants and fewer animal proteins.

Skeleton 339 (Fig. 20; 21) presents  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values increasing shortly after birth, reflecting breastfeeding, followed by a decline as solid food is introduced. A slight  $\delta^{15}\text{N}$  increase at around two years may suggest a dietary shift. The  $\delta^{34}\text{S}$  values decrease around the same time, possibly due to physiological stress. Unusual  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{34}\text{S}$  patterns before death may indicate a shift in diet or physiological stress.

These isotopic variations are interpreted as reflecting dietary changes, transitioning from breastfeeding to solid food, and potential physiological stress events throughout the individuals' lives (Fogel et al. 1989; Fuller et al. 2003, 2006a, 2006b; Millard 2000; Beaumont, Geber 2013; Beaumont et al. 2018; Beaumont, Montgomery 2016; Hedges et al. 2007; Hill 1998; Skedros et al. 2013). The complex interplay of  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ , and  $\delta^{34}\text{S}$  values provides insights into their dietary habits and physiological conditions at different life stages.

The contextual placement of the results indicates that the understanding of the diet and potential physiological stress of the analysed individuals is approximate. The absence of plant and animal remains in the analyses hinders the establishment

of baseline values for a more robust interpretation of the obtained results. The diet of individuals from the Bled – Pristava site primarily relied on C3 plants, with slightly higher carbon isotope values suggesting the inclusion of C4 plants, such as millet and sorghum. Similar dietary patterns involving C3 plants and limited animal product consumption have been observed in other European regions during the 5<sup>th</sup> to 7<sup>th</sup> centuries (Hackenbeck et al. 2017; Iacumin et al. 2014; Lightfoot et al. 2012).

Comparisons with Eastern Italian sites (Romans D'Isonzo and Cividale Gallo) reveal similar isotopic values, indicating reliance on C3 plants with minimal C4 plant incorporation (Iacumin et al. 2014). The  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values closely resemble those of individuals from the Bled – Pristava site. The  $\delta^{34}\text{S}$  values from South Tyrol sites (6<sup>th</sup>–11<sup>th</sup> centuries) (Paladin et al. 2020) show comparable averages within the expected range for European sulphur isotopes, highlighting the environmental variability of  $\delta^{34}\text{S}$  (Nehlich 2015; Bataille et al. 2021, Fig. 2).

The results from dental dentin increments and bone collagen suggest that the transition from breastfeeding to solid food for individuals 336, 337, and 338 began around 4.5 months, with completion between the second and third years. Individual 339 exhibited a delayed transition, around 8 months. Signs of physiological stress, possibly nutrient deficiency, were evident in individuals 336, 337, and 338, corresponding with palaeopathological findings. Limited evidence for stress was observed in individual 337, and uncertainties surrounded individual 339.

All four individuals from Bled – Pristava experienced dietary changes, such as increased C4 plant consumption and reduced animal protein intake in later years. Notably, individual 338 shifted to more C3 plants and fewer animal proteins after the eleventh year. Individual 336 consumed more C4 plants and animal proteins from the eighth to eighteenth years but switched to more C3 plants afterwards. Individual 337 increased C4 plant consumption and decreased animal proteins from the seventh to eleventh years, followed by a shift to more C3 plants and fewer animal proteins. Individual 339 displayed a potential increase in animal protein intake around the second year. In the later years of life, all individuals shared a decrease in C4 plant consumption and fewer animal proteins. Individual 339, however, possibly had increased animal protein intake in the last year, with potential influence from physiological stress.

## Conclusions

This interdisciplinary study focused on the quadruple burial from the late antique cemetery at Bled – Pristava, presenting the advantages and limitations of various methods for analysing human remains in archaeological contexts. By adopting such an approach, the study confirmed and complemented less reliable methods with more reliable results, enabling a broader range of new data acquisition. This, in turn, establishes a foundation for more tangible and reliable interpretations of archaeological remains and their integration into broader archaeological or historical discussions.

The archaeological context revealed that the four individuals were simultaneously buried in a common grave, and the partially overlapping position of the skeletons suggests deliberate arrangement in the grave. The quadruple grave, an exception in the cemetery, might be attributed to specific circumstances surrounding their deaths.

The grave contained two earrings dating the grave to the mid-6<sup>th</sup> century, possibly slightly earlier according to radiocarbon dating.

Biological profiles, based on macroscopic and palaeopathological analyses, suggested the ages of approximately 35–45 years for the male (336),  $18.5 \pm 1$  years for the female (338), and  $13.5 \pm 1$  years (337) and  $5.5 \pm 1$  years (339) for the children. Palaeopathological analyses indicated potential nutritional deficiencies and skeletal developmental delays in some individuals.

Ancient DNA (aDNA) analyses provided valuable information on sex determination, genetic relationships, and eye and hair colour. The analyses confirmed that the buried individuals were a father with his three children.

Dietary changes over time were inferred from stable isotope analyses, indicating variations in the consumption of C4 plants, particularly millets. Excluding the boy (339), where signals of breastfeeding, transition to solid food, and physiological stress likely intermingle, it is evident that the diet in the last years before death included fewer C4 plants and less animal protein. Comparing the girl (338), who had a higher intake of C4 plants in childhood, with the adults (336 and 338) who

consumed fewer C4 plants during the same period, there might be a distinction in the diet between children and adolescents/adults. The declining trend in animal protein consumption in the diet during the last years before death, observed in both adults and children, could potentially indicate changes in the accessibility of nutritional resources.

The quadruple grave reveals a wide age range, from 5 to 45 years, prompting analysis in the context of community challenges like climate change or epidemics. While dietary changes were identified, no clear evidence emerged for the collective death's cause. A potential factor might be an infectious disease, suggested by analyses of ancient DNA elsewhere detecting *Yersinia pestis*, linked to the late antique plague pandemic (Zagorc 2022, 55). Bled was part of the Eastern Gothic Kingdom's Venetia et Histria province from the late 5<sup>th</sup> to the 6<sup>th</sup> century's fourth decade. Venetia, a fertile region, mitigated shortages, except around 535/536. Gothic Italy faced greater scarcity after a year-long atmospheric darkening in 536/537 due to a global natural disaster. The Byzantine-Gothic war worsened famine, and a plague hit Italy and Balkan provinces in 542–543 (Bratož 2014, 403, 428, 433; Bratož 2016). Areas of the former Eastern Gothic state, under Byzantine influence until 540, were less affected. The Franks peacefully occupied the continental part of Venetia, including central Slovenia, around 547. Later, Byzantine rule followed, and in 568, it became part of the Lombard Kingdom in Italy (Bratož 2014, 441–442, 463–465). Historical sources lack data on 6<sup>th</sup>-century social and economic conditions in present-day Slovenia, but archaeological research reveals fortified hilltop settlements, including Bled's castle hill settlement and the cemetery at Pristava (Ciglencečki 2023, 216–238, Fig. 3.54).

Despite the broad insights gained, limitations in skeletal preservation necessitated additional studies for a more comprehensive understanding of the entire population at Bled – Pristava. Furthermore, the unique burial practices and dietary changes observed in this family require further research and integration into the wider archaeological context of the cemetery.

Tamara Leskovar  
Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani  
Oddelek za arheologijo  
Center za interdisciplinarne raziskave v arheologiji  
Zavetiška 5  
SI-1000 Ljubljana  
tamara.leskovar@ff.uni-lj.si  
<https://orcid.org/0000-0002-4585-4726>

Timotej Knific  
Narodni muzej Slovenije  
Muzejska ulica 1  
SI-1000 Ljubljana  
timotej.knific@nms.si

Irena Zupanič Pajnič  
Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani  
Inštitut za sodno medicino  
Korytkova 2  
SI-1000 Ljubljana  
irena.zupanic@mf.uni-lj.si  
<https://orcid.org/0000-0002-6704-015X>

Doris Potočnik  
Inštitut Jožef Stefan  
Jamova cesta 39  
SI-1000 Ljubljana  
doris.potocnik@ijs.si  
<https://orcid.org/0000-0002-4636-5916>

Matija Črešnar  
Filozofska fakulteta Univerze v Ljubljani  
Oddelek za arheologijo  
Center za interdisciplinarne raziskave v arheologiji  
Zavetiška 5  
SI-1000 Ljubljana  
matija.cresnar@ff.uni-lj.si  
<https://orcid.org/0000-0002-7856-6384>