

Procjena dentalne dobi temeljena na debljini zubnoga cementa

Birimiša, Minja

Doctoral thesis / Doktorski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Dental Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:718370>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-01**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb School of Dental Medicine Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Minja Birimiša

PROCJENA DENTALNE DOBI TEMELJENA NA DEBLJINI ZUBNOGA CEMENTA

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Minja Birimiša

PROCJENA DENTALNE DOBI TEMELJENA NA DEBLJINI ZUBNOGA CEMENTA

DOKTORSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Hrvoje Brkić

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

School of Dental Medicine

Minja Birimiša

ESTIMATION OF DENTAL AGE BASED ON THICKNESS OF DENTAL CEMENT

DOCTORAL DISSERTATION

Supervisor: Prof.dr.sc. Hrvoje Brkić

Zagreb, 2024.

Rad je ostvaren u Zavodu za dentalnu antropologiju i forenziku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Naziv, oznaka i voditelj projekta u sklopu kojega je istraživanje obavljeno:

Projekt *Analiza zuba u forenzičnim i arheološkim istraživanjima* (Hrvatska zaklada za znanost, IP-2020-02-9423, voditelj prof. dr. sc. Hrvoje Brkić)

Lektor hrvatskoga jezika: (ime i prezime, titula): Ksenija Trajbar, prof.

Lektor engleskoga jezika: (ime i prezime, titula): Lidija Štefić, prof.

Članovi Povjerenstva za ocjenu doktorskoga rada:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Članovi Povjerenstva za obranu doktorskoga rada:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Datum obrane rada: _____ (upisuje se naknadno rukom)

Rad sadrži: 98 stranica (upisati broj)

7 tablica (upisati broj)

23 slike (upisati broj)

CD

Rad je vlastito autorsko djelo i u cijelosti je samostalno napisano, uz naznaku izvora drugih autora i korištenih dokumenata. Osim ako nije drukčije navedeno, sve ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu izvorni su doprinos autora poslijediplomskoga doktorskoga rada. Autor je odgovoran za pribavljanje dopuštenja za korištenje ilustracija koje nisu njegov izvorni doprinos, te za sve eventualne posljedice koje mogu nastati zbog nedopuštenog preuzimanja ilustracija, odnosno propusta u navođenju njihova podrijetla.

ZAHVALA

Velika hvala mom mentoru, prof. dr. sc. Hrvoju Brkiću na poticaju i motivaciji da se nastavim cjeloživotno baviti zanimljivim područjem stomatološke forenzike na kojem smo započeli suradnju još pri izradi diplomskog rada.

Sada, 30 godina kasnije, radosti me što sam imala čast da me strpljivo vodi i podržava tijekom istraživanja i izrade ove disertacije, potičući moju znatiželju i znanstveno razmišljanje uz veliku razinu entuzijazma.

Hvala prof. dr. sc. Jeleni Dumančić, na strpljenju, pedantnosti i vrijednim sugestijama, koje su značajno doprinijele kvalitetnom oblikovanju ovog rada.

Neizmjerne hvala prof. dr. sc. Davoru Plavecu na podršci, kritičkom promišljanju i pomoći u oblikovanju podataka u vrijedne rezultate i zaključke. I svemu što on jest.

Toplo zahvaljujem svim djelatnicima Zavoda za dentalnu antropologiju, na podršci i pomoći tijekom ovog procesa.

Hvala mojim roditeljima Zori i pok. Hrvoju, bez njih ne bih bila to što jesam.

Naposljetku, svojim voljenim kćerima Katji i Petri, želim zahvaliti na strpljenju i prihvaćanju uvijek zaposlene i zahtjevne mame. Vjerujem se da će im nešto od toga biti inspiracija i uporište da se uz predanost, strpljenje i entuzijazam može sve što se uistinu želi.

SAŽETAK

Cilj: Cilj našeg istraživanja bio je utvrditi jednadžbu za procjenu dentalne dobi u adolescenata, odraslih i starijih osoba na temelju debljine nataloženog dentalnog cementa.

Materijali i metode: Uzorak istraživanja činilo je 206 doniranih jednokorijenskih, i višekorijenskih zubi osoba oba spola (124 ženska i 82 muška, dob 10 do 82 godine). Korijeni su poprečno rezani (6 rezova) na rezaču ISOMET 1000 na apikalnim, srednjim i cervikalnim dijelovima (debljina rezova 0,3 do 0,5 μm). Mjerenja debljine cementa na rezovima obavljena su svjetlosnim mikroskopom i fotoaparatom Olympus EP50 uz prethodnu kalibraciju mikroskopa za svaku epizodu mjerenja. Mjerenja su provedena u smjeru kazaljke na satu na 4 mjerne točke na svakom rezu. Statističke analize provedene su korištenjem statističkih programskih paketa STATISTICA verzija 12.0 (StatSoft, Inc. (2013)) i MedCalc® verzija 22.0.

Rezultati: Utvrđen je statistički značajni pad srednje debljine cementa (SDC) od apikalnih do cervikalnih rezova ($F=480,8$, $p<0,001$, post-hoc usporedbe $p<0,05$ za svaki rez, Friedmanova ANOVA). Utvrdili smo da nije bilo značajnih razlika SDC-a za spol ($F=0,80$, $p=0,547$) iako je SDC kod muškaraca bio deblji za sve rezove. Utvrđen je značajno veći SDC za skupinu zuba s više naspram skupine s jednim korijenom ($F=2,25$, $p=0,047$). Također je utvrđena i značajna razlika SDC-a među tipovima zuba (sjekutići, očajnici, pretkutnjaci i kutnjaci) ($F=2,41$, $p=0,002$), s time da kutnjaci imaju značajno veći SDC od sjekutića ($p<0,001$, post-hoc analiza). Utvrđena je značajno veća SDC kod zuba s destrukcijom krune u odnosu na intaktne ($F=18,46$, $p<0,001$). Utvrđeno je da postoji značajan porast SDC do 6. desetljeća te pad nakon toga ($F=2,03$, $p<0,001$). Korištenjem linearne regresijske analize prema dijelovima kronološke dobi (*piecewise linear regression analysis*), kao prijelomna točka utvrđena je dob od 53 godine pa su izračunate dvije različite jednadžbe (≤ 53 godine i >53 godine).

Zaključci: Potvrđena je H1 hipoteza da se dentalna dob može procijeniti mjerenjem debljine zubnoga cementa. Točnost procjene ovisi o tipu zuba te stupnju oštećenja zubne krune. Nije potvrđena hipoteza H2 da je debljina zubnoga cementa veća kod muških ispitanika. Utvrđeno je da je kalibracija mikroskopa izrazito važna za točnost mjerenja debljine cementa. Izveli smo formulu za procjenu dentalne dobi u odraslih i starijih osoba temeljem mjerenja debljine istaloženog zubnoga cementa i to zasebno za dvije dobne skupine (≤ 53 i >53 godine).

Ključne riječi: procjena dentalne dobi, debljina cementa, transverzalni rez, forenzička stomatologija

ABSTRACT

Objective: The aim of this research was to establish an equation for estimating dental age in adolescents, adults and the elderly based on the thickness of deposited dental cement.

Materials and methods: The research sample consisted of 206 donated single-rooted, two-rooted and three-rooted teeth of both sexes (124 female and 82 male aged 10 to 82). The roots were transversely cut (6 cuts) on an ISOMET 1000 cutter at the apical, middle and cervical parts (slice thickness 0.3 to 0.5 μm). Measurements of the thickness of the cementum on the cuts were made using a light microscope and an Olympus EP50 camera with prior calibration of the microscope for each measurement episode. Measurements were made clockwise at 4 measurement points on each slice. Statistical analyzes were performed using the statistical software packages STATISTICA version 12.0 (StatSoft, Inc. (2013) and MedCalc® version 22.0.

Results: A statistically significant decrease in mean cementum thickness (MCT) was found from apical to cervical slices for each slice ($F=480.8$, $p<0.001$, post-hoc comparisons $p<0.05$ for each slice, Friedman's ANOVA). The results revealed that there were no significant differences in MCT for gender ($F=0.80$, $p=0.547$) although MCT was thicker in men for all cuts. A significant difference of MCT was found for the group of teeth with one versus the group with multiple roots (multiple roots have thicker MCT, $F=2.25$, $p=0.047$). A statistically significant difference was also found for MCT among tooth types (incisors, canines, premolars and molars) ($F=2.41$, $p=0.002$), with molars having a significantly greater MCT than incisors ($p<0.001$, *post-hoc analysis*). A significantly greater MCT was found in teeth with crown destruction compared to intact teeth ($F=18.46$, $p<0.001$). When MCT was compared between age by decade, it was found that there was a significant increase in thickness up to the 6th decade and a decrease thereafter ($F=2.03$, $p<0.001$). Using piecewise linear regression analysis, the age of 53 was determined as the breaking point, hence two different equations were calculated (≤ 53 years and >53 years). When molars were analyzed separately, a significant increase in MCT through all decades of chronological age were found regardless of cuts ($p<0.001$, ANOVA), and dental age prediction equation was determined separately for molars.

Conclusions: The H1 hypothesis that dental age can be estimated by measuring the thickness of dental cementum was confirmed. The accuracy of the assessment depends on the type of tooth and the degree of damage to the tooth crown. Hypothesis H2 that the thickness of dental

cementum is greater in male subjects was not confirmed. It was found that the calibration of the microscope is extremely important for the accuracy of the cement thickness measurement, and that a standard template should be used for its calibration. We derived a formula for estimating dental age in adults and the elderly based on the measurement of the thickness of deposited dental cement, separately for two age groups (< and >53 years old) in case we use any type of teeth. Also, we derived an additional formula that we use to estimate dental age if we have as a sample where measurement of the cement thickness can be done in one of the molars.

Key words: dental age assessment, cementum thickness, transverse section, forensic dentistry

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
1.1. Metode za određivanje dentalne dobi.....	3
1.1.1. Metode za određivanje dentalne dobi kod djece i adolescenata.....	5
1.1.1.1 Metoda po Haavikko.....	5
1.1.1.2. Metoda po Demirjianu.....	5
1.1.1.3. Metoda po Willemsu.....	6
1.1.1.4. Metoda po Cameriereu.....	6
1.1.2. Metode za procjenu dentalne dobi kod odraslih.....	8
1.1.2.1. Gustafsonova metoda.....	8
1.1.2.2. Metoda po Johansonu.....	11
1.1.2.3. Metoda po Kvaal.....	12
1.1.2.4. Bang & Ram metoda.....	13
1.1.2.5. Solheimova metoda.....	14
1.2. Zubni cement.....	16
1.2.1. Acelularni cement.....	18
1.2.2. Celularni cement.....	18
1.2.3. Određivanje dentalne dobi na temelju taloženja zubnoga cementa.....	19
1.2.3.1. Prednosti mjerenja debljine cementa.....	21
1.2.3.2. Izazovi u mjerenju debljine cementa.....	21
1.2.3.3. Usporedba mjerenja debljine cementa s metodom brojenja inkrementnih linija.....	21
1.2.3.3.1. Metodologija pripreme uzoraka.....	22
2. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	24
3. MATERIJAL I POSTUPCI.....	26
3.1. Prikupljanje uzoraka.....	27

3.2. Obrada uzoraka.....	27
3.3. Očitavanje uzoraka.....	30
3.4. Statistička analiza	36
4. REZULTATI.....	37
4.1. Validacija metode mjerenja.....	38
4.2. Analiza svih zuba.....	38
4.3. Analiza pretkutnjaka i kutnjaka.....	50
5. RASPRAVA.....	56
6. ZAKLJUČAK.....	71
7. LITERATURA.....	73
8. ŽIVOTOPIS.....	85
9. PRILOZI	

POPIS KRATICA:

- AEFC - acelularni ekstrinzični vlaknasti cement
- AI - umjetna inteligencija
- ANOVA- analiza varijance
- AS - aritmetička sredina
- BPS - koštani sijaloprotein
- CC - koeficijent konkordancije
- CI - interval pouzdanosti
- CIFC - celularni intrinzični vlaknasti cement
- DD - dentalna dob
- ECM - ekstracelularni matriks
- IQR - interkvartalni raspon
- M - medijan
- NL - neonatalna linija
- SD - standardna devijacija
- SDC - srednja debljina cementa
- TCA - anulacija cementa zuba (Tooth Cementum Annulation)

1.0. UVOD

Procjena starosti i dobi jedna je od ključnih komponenti forenzičkih znanosti, antropologije i arheologije koja daje važne informacije za identifikaciju živih ili mrtvih tijela, posebno kada su drugi načini nedostupni ili nedostatni. Tvrda tkiva ljudskih ostataka, u koje se svrstavaju kosti i zubi, postojana su i teško razgradiva, pod utjecajem različitih okolišnih čimbenika tijekom vremena ostaju bolje očuvana te se koriste u utvrđivanju identiteta i izradi dentalnog profila. Među raznim biološkim biljezima koji se primjenjuju za procjenu starosti, ljudski zubi jedinstveni su i pouzdan izvor zbog trajnosti, specifične morfologije i inkrementne prirode rasta. Procjena dentalne dobi koristi se u kliničkoj stomatološkoj praksi, osobito u ortodonciji, i važna je u forenzičkoj dentalnoj medicini za određivanje dentalne dobi živih ljudi te na neidentificiranim ljudskim ostatcima i u arheologiji kada je potrebno na skeletnim ostatcima procijeniti dob u trenutku smrti. Određivanje dentalne dobi živih ljudi temelji se na poznavanju bioloških promjena koje obilježavaju rast i razvoj zuba kod djece te na promjenama na zubima tijekom života kod odraslih (1 – 7).

Jedan od najranijih doprinosa procjeni dentalne dobi datira iz 1847. godine, kada je Edwin Saunders, poznati engleski stomatolog, postavio temelje za korištenje zuba kao indikatora dobi (8). Saunders je proveo opsežno istraživanje na približno 1000 djece u dobi između 9 i 13 godina u Engleskoj (8). Njegov rad bio je usmjeren na utvrđivanje dobi na temelju broja i stanja trajnih zuba u ustima, čime je ponudio jednostavnu, ali učinkovitu metodu koja je trebala pomoći u smanjenju dječjeg rada. U to je vrijeme, djeca koja su bila premlada bila prisiljena raditi u teškim uvjetima u tvornicama i rudnicima, a Saundersova metoda imala je za cilj da se premlada djeca poštede tih napora. Njegovo istraživanje, objavljeno u priručniku pod nazivom *The Teeth: A Test of Age*, pokazalo je da se erupcija trajnih zuba može koristiti kao pokazatelj zrelosti i dobi, posebno u industrijskim uvjetima gdje su se ove informacije mogle koristiti za reguliranje rada djece.

Iako je Saundersova metoda bila značajan iskorak, njegova procjena dentalne dobi temeljena isključivo na erupciji zuba suočila se s kritikama zbog svoje nepouzdanosti. Naime, erupcija zuba može biti pod utjecajem brojnih čimbenika iz okoliša, poput prehrane i zdravstvenog stanja, što može uzrokovati varijacije u redosljedu nicanja zuba kod djece. Ipak, Saundersova metoda otvorila je vrata budućim istraživanjima u području procjene dentalne dobi i predstavlja povijesnu prekretnicu u razvoju dentalne forenzike i stomatologije.

Uvođenje rendgenskih zraka u stomatološku praksu tek mnogo godina kasnije omogućilo je precizniju analizu stadija mineralizacije krune i korijena zuba, čime su se razvile pouzdanije metode za procjenu dobi. (8, 9).

1.1. Metode za određivanje dentalne dobi

Dentalnu dob možemo određivati već tijekom embrionalnog razvoja, počevši od 5. i 6. tjedna intrauterina razvoja kada počinje kondenzacija mezenhimalnih stanica u prednjem dijelu čeljusti. Do 8. tjedna u svakoj se čeljusti formira po deset zubnih pupoljaka koji su osnova za razvoj mliječnih zuba. U intrauterinoj fazi stupanj razvoja procjenjuje se na histološkim preparatima gledanima pod svjetlosnim ili elektronskim mikroskopom. Nadalje, korištenjem niza validiranih neinvazivnih i invazivnih metoda, dentalnu dob možemo određivati unutar ranog djetinjstva, tijekom adolescencije te odrasle i starije dobi. Za svaku od tih dobnih kategorija sugerira se korištenje različitih neinvazivnih i invazivnih te kombiniranih metoda kako bi se osigurala preciznost i pouzdanost procjene dentalne dobi (10 - 12).

Za procjenu dobi koristimo se referentnim podacima kako bi se uspostavile standardizirane tablice, grafovi, jednadžbe i statistički modeli. U tabličnim prikazima definira se srednja vrijednost dentalne dobi, uključujući standardnu devijaciju te minimalnu i maksimalnu vrijednost. S pomoću statističkih modela i jednadžbi računa se procijenjena dob iz jedne ili više faza formiranja zuba ili dimenzija koje su zamijenjene u modelu. Metode se trebaju koristiti točno onako kako je opisano u izvorno objavljenom radu bez izmjena (13).

Od neinvazivnih metoda i tehnika najčešće se koriste radiografski prikazi zubala, a posljednjih godina sve češće i umjetna inteligencija (AI), odnosno duboko učenje (engl. deep learning) u dentalnom profiliranju, uključujući procjenu dobi i spola pojedinca na rendgenskim snimkama. Baza podataka za takve procjene sadržava više tisuća panoramskih rendgenskih snimki zuba muških i ženskih ispitanika. Metoda postiže pogrešku procjene koja je konkurentna trenutačno korištenim neinvazivnim metodama, a istodobno je potpuno automatizirana (14 - 16). Prema dostupnoj literaturi, predloženim pristupom postiže se najmanja pogreška procjene kod odraslih i starijih ispitanika.

Kako bi se zubi mogli koristiti za procjenu dobi, potrebno je znanje o morfološkom i histološkom rastu i razvoju mliječnih i trajnih zuba (17 - 19).

Faze rasta i razvoja denticije dijelimo u tri razdoblja:

- fazu mliječne denticije koja traje okvirno od 6. mjeseca do 6. godine
- fazu mješovite denticije koja traje okvirno od 6. do 12. godine
- fazu trajne denticije od 12. do 24. godine koju obilježava završetak razvoja trećeg kutnjaka

Apeksogeneza je pojam koji označava završetak rasta korijena u duljinu, a slijedi je apeksifikacija koja označava zatvaranje fiziološkog vrška korijena. Tu je riječ o završnoj fazi razvoja zuba kada se nakuplja cement unutar vrška korijenskog kanala.

Kod mliječnih zuba apeksogeneza traje otprilike devet mjeseci nakon što je zub dosegnuo razinu okluzije, a kod trajne denticije dvije godine nakon što trajni zub dosegne okluzijsku razinu.

Tvrda zubna tkiva ritmički se odlažu i mineraliziraju tijekom razvoja zuba. Taj rast možemo promatrati na linijama rasta, odnosno inkrementnim linijama. Nalazimo ih u svim mineraliziranim zubnim tkivima. U caklini se one nazivaju Retziusove pruge, u dentinu Ebnerove, odnosno Owenove pruge, te u cementu Salterove pruge koje se talože tijekom cijelog života. Neonatalna linija (NL) specifična je vrsta inkrementne linije koja se može identificirati u dentinu i caklini mliječnih zuba. To je jasan histološki biljeg koji razdvaja strukture zuba formirane prije rođenja od onih formiranih poslije rođenja. Nastaje kao rezultat fizioloških promjena i stresa povezanih s procesom rađanja.

Neonatalna linija (NL) specifičan je histološki biljeg koji reflektira ključne fiziološke promjene oko rođenja. Njezino proučavanje omogućuje bolje razumijevanje odontogeneze i primjenu u kliničkim i forenzičkim kontekstima. U pedijatrijskoj stomatologiji NL pomaže u identifikaciji i razumijevanju dentalnog razvoja kod novorođenčadi; u forenzičkoj odontologiji prisutnost i karakteristike NL-a mogu se koristiti za utvrđivanje dobi i periodizacije događaja u forenzičkim istragama; u antropologiji NL pruža vrijedne informacije o prenatalnom i perinatalnom zdravlju drevnih populacija (20 - 22).

Osim aktivnog nicanja zubi, koji se događa tijekom rasta i razvoja, u odrasloj dobi dolazi do pasivnog nicanja zubi. Ovo nicanje se javlja kao posljedica starenja, gdje ne dolazi do pomicanja u alveoli, nego zbog bioloških promjena u alveolarnoj kosti i gingivi (18).

1.1.1. Metode za određivanje dentalne dobi kod djece i adolescenata

Za određivanje dentalne dobi djece u razvoju primjenjuju se dva različita pristupa: brojanje i analiza zuba pregledom stomatologa te analiza radioloških snimki mliječnih zuba i razvojnih faza trajnih zuba. Od radioloških snimki koriste se panoramske snimke (ortopantomogrami) kao alat u pedodonciji i ortodonciji. Iste se koriste u praćenju promjena mliječnih zuba u trajne te tijekom praćenja razvoja trajnih zuba od početka mineralizacije kvržica do faze zatvaranja vrška korijena zuba. Korištenjem atlasnih tehnika uspoređujemo promatrano stanje sa standardiziranim metodama.

1.1.1.1. Metoda po Haavikko

Haavikkina metoda temelji se na praćenju razvoja zuba kroz 12 stadija, od početnih faza kalcifikacije do potpune formacije korijena (23, 24). Ova metoda posebno se koristi kod djece i adolescenata kako bi se što preciznije odredila dentalna dob. Haavikko je razvila ovu metodu analizom rendgenskih snimaka velikog broja finske djece, te su stadiji razvoja zuba jasno definirani, omogućujući da se dentalna dob izračuna na temelju nekoliko trajnih zuba. Za djecu mlađu od 10 godina koriste se gornji središnji sjekutić, te donji očnjak, prvi pretkutnjak i prvi kutnjak, dok se za stariju djecu koriste gornji i donji očnjak, te donji prvi pretkutnjak i drugi kutnjak. Ova metoda pruža jednostavnu, ali preciznu procjenu dentalne dobi.

1.1.1.2. Metoda po Demirjjanu

Demirjjanova metoda je jedna od najčešće korištenih metoda za procjenu dentalne dobi kod djece (1). Temelji se na analizi osam razvojnih stadija sedam donjih lijevih zuba, bez

uključivanja trećih kutnjaka. Svaki stadij razvoja zuba, od početne kalcifikacije do potpune formacije krune i korijena, označen je slovima od A do H. Svakom stadiju dodjeljuje se numerička vrijednost koja se zbraja kako bi se dobila dentalna zrelost. Zatim se pomoću standardiziranih tablica prema spolu i dobi procjenjuje dentalna dob. Iako je prvotno razvijena za francusko-kanadsku djecu, metoda se pokazala korisnom u različitim populacijama. Ispitana je na stanovnicima različitih europskih zemalja i etničkih zajednica., Rezultati upućuju na razlike među populacijama pa je potrebno provjeriti točnost metode, idealno s adaptiranim referentnim tablicama za svaku populaciju zasebno (25 – 29).

1.1.1.3. Metoda po Willemsu

Willemsova metoda jedna je od popularnih metoda za procjenu dentalne dobi kod djece, posebno u europskim populacijama (30, 31). Razvijena je kao modifikacija poznate Demirjianove metode, prilagođavajući procjenu dentalne dobi specifičnostima belgijske populacije. Metoda koristi radiografske snimke zuba kako bi se procijenila dentalna dob na temelju stupnja razvoja sedam donjih lijevih zuba. Willems je prilagodio izračune koeficijenata i intervale kako bi postigao veću točnost u određenim populacijama. Ova metoda je vrlo pouzdana i koristi se široko u kliničkoj praksi i forenzičkoj stomatologiji.

1.1.1.4. Metoda po Cameriereu

Cameriereova metoda posebno je razvijena kako bi precizno procijenila dentalnu dob kod djece i adolescenata, koristeći specifične značajke zuba (3, 32, 33). Za razliku od drugih metoda koje se oslanjaju na razvoj krune i korijena, Cameriereova metoda fokusira se na mjerenje otvorenosti apeksa sedam lijevih donjih zuba. Ova metoda koristi radiološke snimke i analizira stupanj zatvorenosti apeksa, jer se tijekom rasta i razvoja taj otvor postepeno smanjuje, omogućujući precizno određivanje starosti pojedinca (34).

Jedna od glavnih prednosti Cameriereove metode je njena prilagodljivost različitim populacijama. Metoda se pokazala izuzetno korisnom u forenzičkoj stomatologiji, osobito u procjeni punoljetnosti, odnosno 18 godina. Preciznost metode raste s brojem analiziranih zuba, a dodatna statistička prilagodba osigurava visoku točnost i pouzdanost procjene.

Cameriereova metoda također je korisna u situacijama gdje nisu dostupni svi ključni zubi za procjenu, pružajući fleksibilnost u slučajevima oštećenih ili nedostupnih zuba. Zahvaljujući svojoj točnosti i primjenjivosti u širokom rasponu populacija, ova metoda postala je jedan od ključnih alata u procjeni dentalne dobi kod adolescenata.

Određivanje dentalne dobi kod adolescenata ključno je za forenzičku znanost, osobito kada je potrebno utvrditi punoljetnost, tj. dob od 18 godina. Razvoj denticije u adolescenciji, posebno trećih kutnjaka, igra značajnu ulogu u procjeni dentalne dobi. Procjena punoljetnosti od velike je važnosti u pravnim i medicinsko-pravnim kontekstima, posebice u forenzičkim slučajevima, gdje je točnost u procjeni starosti ključna za određivanje odgovornosti pojedinca ili pristup određenim pravima.

Nekoliko metoda istaknulo se kao korisno za procjenu je li pojedinac dosegao punoljetnost. Demirjianova metoda, koja se izvorno koristila za procjenu dentalne dobi djece, pokazala se korisnom i za procjenu dobi adolescenata, U toj dobi razvoj trećeg kutnjaka je ključni pokazatelj dentalne dobi. Međutim, kako bi se osigurala preciznost, često se preferiraju metode koje specifično analiziraju razvoj umnjaka. Jedna od najčešće korištenih metoda koja specifično analizira razvoj umnjaka je Cameriereova metoda (28, 35 – 37).

Testiranjem i prilagodbom metoda za procjenu dentalne dobi kod djece i adolescenata, na hrvatskoj populaciji bavili su se Galić i Bedek. U svojoj studiji, Galić je utvrdio da Cameriereova metoda, zahvaljujući detaljnoj analizi apeksa, pokazuje veću točnost u usporedbi s Willemsovom metodom, posebno u slučajevima gdje je potrebno odrediti dob blizu punoljetnosti (18 godina). Willemsova metoda pokazala se nešto manje preciznom u usporedbi, no i dalje vrlo korisnom, pogotovo za širu procjenu dentalne dobi kod mlađih ispitanika. Cameriereova metoda je, s druge strane, bila preciznija u uskoj dobnoj skupini blizu punoljetnosti, što je čini pogodnijom za pravne i forenzičke situacije koje zahtijevaju visoku razinu točnosti (26, 27, 34).

Ivan Bedek prilagodio je tri poznate metode procjene dentalne dobi – Willemsovu, Haavikkinu i Demirjianovu te je tako dobiven hrvatski standard za procjenu dobi u djece (39). Također, razvijeni su novi modeli koji su primjenjivi i u slučajevima kada za analizu nije dostupno svih sedam mandibularnih zuba (39, 40). S obzirom na to da originalne metode zahtijevaju potpunu analizu svih ključnih zuba za preciznu procjenu dobi, Bedekov cilj bio je smanjiti broj potrebnih zuba, a da pritom zadrži visoku točnost procjene.

Njegova prilagodba temelji se na korištenju naprednih statističkih metoda, uključujući univarijatnu i multivarijatnu regresiju, kako bi se identificirala kombinacija zuba koja daje najbolje rezultate za procjenu starosti. Time je omogućeno da se dob može precizno procijeniti na temelju jednog, dva ili više zuba, čime je metoda postala fleksibilnija i primjenjiva u situacijama kada nisu dostupni svi zubi ili su neki oštećeni (npr. hipodoncija, fragmentirani ljudski ostatci).

Korištenjem tih modela, Bedek je pokazao da je moguće postići značajnu točnost čak i s manjim brojem zuba, što je posebno korisno u forenzičkoj i kliničkoj praksi gdje često nedostaje potpuni dentalni profil (39, 40).

1.1.2. Metode za procjenu dentalne dobi kod odraslih

Tijekom života, zubi prolaze kroz niz promjena koje se mogu koristiti za procjenu dentalne dobi kod odraslih osoba. S vremenom, dolazi do postupnog trošenja zubne cakline kroz proces abrazije, a paralelno s tim raste i nataloženost sekundarnog dentina, što dovodi do smanjenja veličine pulpne komore. Jedan od najvažnijih pokazatelja starosnih promjena jest pojava prozirnosti (translucencije) dentina, osobito u apikalnom dijelu korijena, što se jasno vidi kod starijih osoba.

Cement se kontinuirano taloži tijekom života, što dovodi do povećanja debljine cementnog sloja, posebice u apikalnom dijelu zuba. Resorpcija korijena također je česta kod starijih osoba, a ove promjene mogu biti posebno izražene kod zuba koji su pretrpjeli stres ili traumu tijekom života.

1.1.2.1. Gustafsonova metoda

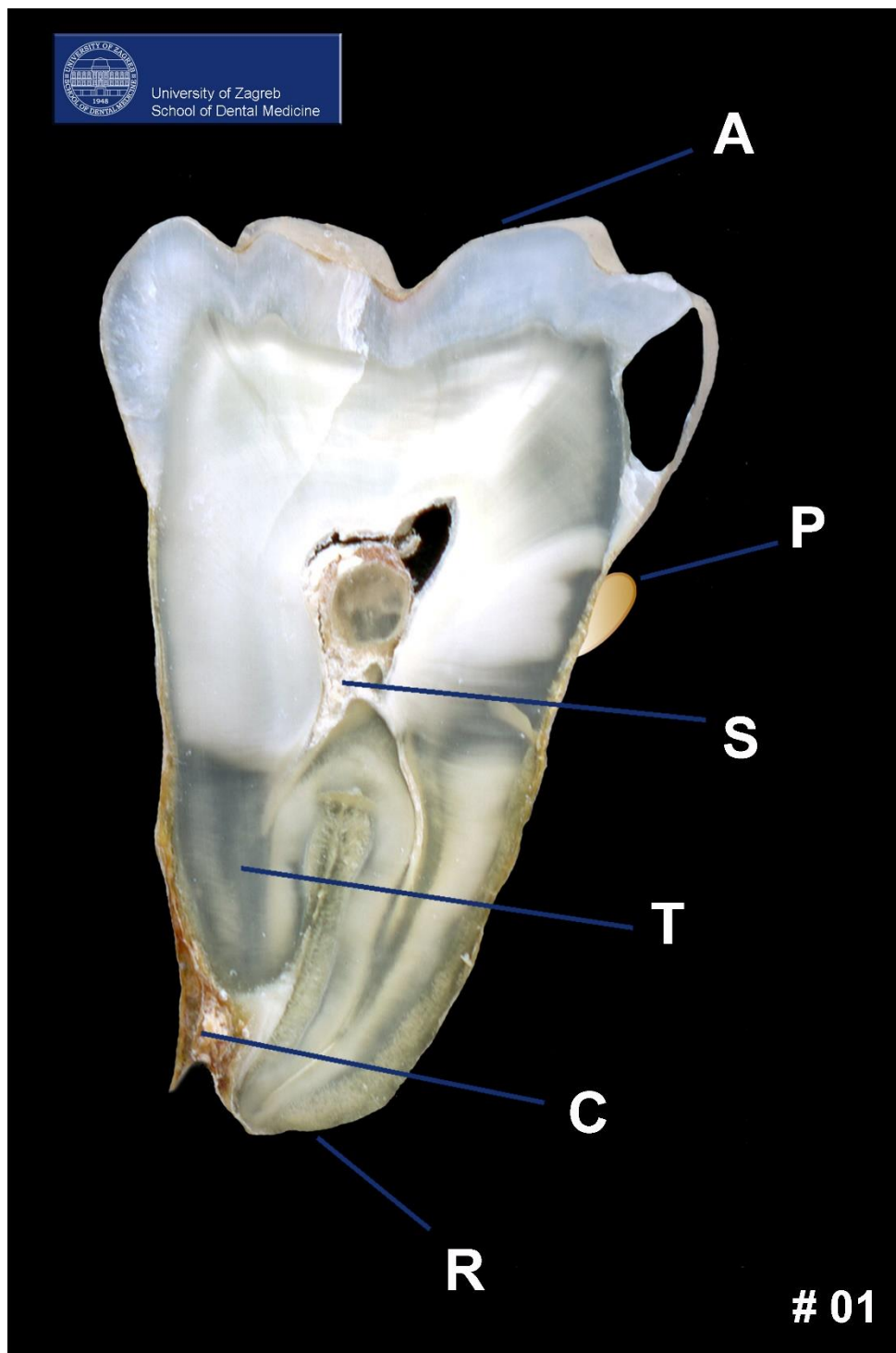
Prvu metodu za utvrđivanje dentalne dobi uspostavio je Gustafson 1950. godine (2).

Gustafsonova metoda jedna je od klasičnih metoda za procjenu dentalne dobi, a temelji se na promjenama u zubnoj strukturi koje se događaju s godinama. Ta metoda ima šest glavnih

kriterija za kvantifikaciju dentalnih promjena povezanih sa starenjem. Jednostavna je za primjenu i njome se postižu relativno precizne procjene dentalne dobi, što je čini korisnom u forenzičkoj odontologiji i arheologiji.

Kriteriji Gustafsonove metode su abrazija, razina parodontnog pričvrška, sekundarni dentin, transparentnost korijena, taloženje cementa i povlačenje pulpe.

1. **Abrazija** je trošenje zubnih površina zbog mehaničkih sila poput žvakanja. Gustafson ocjenjuje stupanj abrazije na ljestvici od 0 do 3 – pritom 0 označava minimalnu abraziju, a 3 maksimalnu. S godinama se abrazija povećava, otkrivajući dentin ispod cakline.
2. **Parodont** se odnosi na regresiju alveolarne kosti i povlačenje gingive. Ocjenjuje se također na ljestvici od 0 do 3, pri čemu se procjenjuje količina izloženosti korijena zuba zbog gubitka kosti.
3. **Sekundarni dentin** taloži se godinama unutar pulpne komore, smanjujući njezin volumen. Gustafson primjenjuje ljestvicu od 0 do 3 kako bi kvantificirao stupanj sekundarnog dentina – 0 označava minimalnu, a 3 maksimalnu količinu.
4. **Transparentnost korijena** povećava se s dobi zbog sklerotičnih promjena u dentinu. Gustafson ocjenjuje transparentnost korijena na ljestvici od 0 do 3.
5. **Taloženje cementa** s godinama se povećava taloženje cementa na korijenu zuba. To se ocjenjuje na ljestvici od 0 do 3, pri čemu se procjenjuje debljina cementnog sloja.
6. **Resorpcija korijena** odnosi se na resorpciju cementa i dentina na vršku korijena. Također se ocjenjuje na ljestvici od 0 do 3 (Slika 1.1.).



Slika 1.1. Uzdužni rez višekorijenskog zuba

A – abrazija, P – razina parodontnog pričvrška, S – sekundarni dentin, T – translucencija dentina, C – celularni cement, R – resorpcija korijena

Svaki od šest kriterija ocjenjuje se na ljestvici od 0 do 3, a zatim se bodovi zbrajaju. Ukupan broj bodova koristi se u empirijskoj formuli za procjenu dentalne dobi. Gustafson je predložio formulu za izračunavanje dentalne dobi na temelju sljedeće formule:

$$\text{Dentalna dob} = (0,18 \times \text{ukupan broj bodova}) + 25,53$$

Gustafsonova metoda koristi se u forenzičkoj odontologiji za procjenu dobi nepoznatih osoba na temelju njihovih dentalnih ostataka. Također je korisna u arheologiji za procjenu dobi skeletnih ostataka. Metoda je cijenjena zbog jednostavnosti i relativne točnosti, iako može biti podložna varijacijama zbog individualnih razlika u dentalnom starenju. Korisna je kao dodatna metoda u mlađim dobnim skupinama gdje je debljina cementa premala za pouzdanu procjenu.

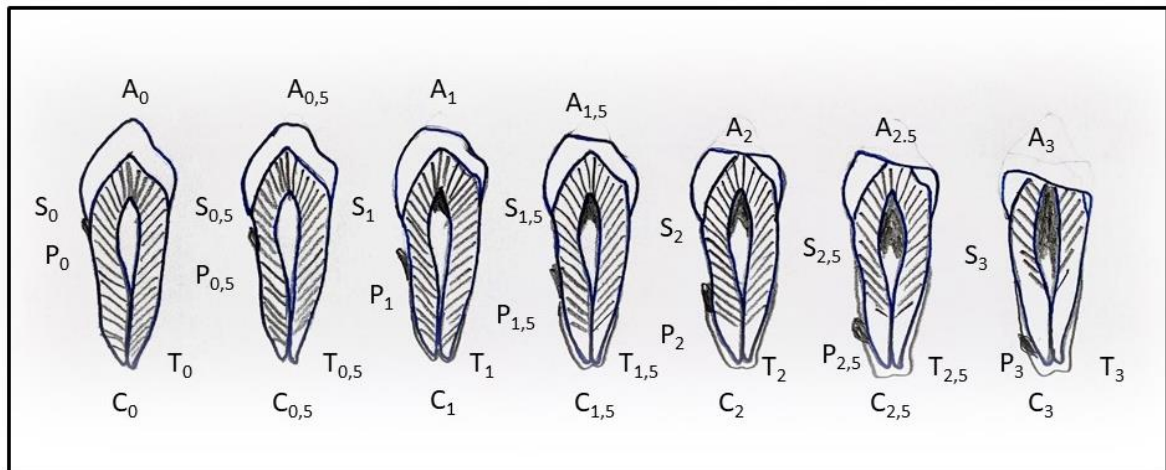
Iako je korisna, Gustafsonova metoda ima određena ograničenja. Točnost procjene može ovisiti o patološkim stanjima koja utječu na zubnu strukturu te o individualnim razlikama u dentalnom starenju. Metoda se također oslanja na subjektivnu procjenu, što može rezultirati varijacijama među ispitivačima.

Ključna promjena na dentinu koja upućuje na starenje jest sklerozacija dentina koja počinje u području vrha korijena i zahvaća periferno dentin u donjoj trećini korijena. Pod mikroskopom ta se promjena očituje kao prozirnost, odnosno translucenost periapikalnog dentina, a može se vidjeti i golim okom. Kod određivanja dobi starijih osoba, kao kombinaciju metoda, korisno je uključiti i analizu translucenosti dentina (5).

Više autora je koristilo, citiralo i testiralo Gustafsonovu metodu, a značajnije za naš rad navodimo u literaturi (41 - 44).

1.1.2.2. Metoda po Johansonu

Johansonova metoda predstavlja modifikaciju Gustafsonove metode. Johanson je uveo dodatne razine preciznosti u ocjenjivanju promjena na zubima, čime je omogućena točnija procjena dentalne starosti. Umjesto samo četiri razine (0-3), Johanson je proširio stupnjeve na šest decimalnih razina, čime je ocjenjivanje postalo detaljnije. Ova metoda je osobito korisna kada je potrebna visoka preciznost u forenzičkim i arheološkim kontekstima, a omogućava bolju procjenu dentalne dobi kod odraslih osoba u odnosu na originalnu Gustafsonovu metodu (45).



Slika 1.2. Shematski prikaz promjena na zubnim tkivima (adaptirano prema Johansonu) (45)

1.1.2.3. Metoda po Kvaal

Kao daljnje unapređenje Johansonove metode, Sigrid Kvaal je razvila metodu koja se temelji na radiografskim mjerenjima promjena u zubima za izračun dentalne dobi (4, 46, 47).

U svojoj metodi za procjenu dentalne dobi primjenjuje regresijsku formulu koja se temelji na radiografskim mjerenjima promjena u zubima. Metoda uključuje mjerenje duljine zuba (T), duljine korijena (R), duljine pulpe (P), širine korijena na spoju cementa i cakline (a), širine pulpe na spoju cementa i cakline (a'), širine korijena (b) i pulpe (b') na sredini između spojeva a i c, te širine korijena (c) i pulpe (c') na sredini između vrha korijena i spoja cementa i cakline.

Za izračunavanje dentalne dobi upotrebljava se sljedeća formula:

$$\text{Dob} = 129,8 - 316,4 \times (P/T) - 174,9 \times (P/R) + 209,5 \times (R/T)$$

Ova formula uzima u obzir omjere različitih mjerenja zuba i pulpe kako bi se procijenila dob osobe. Točnost metode potvrđena je u nekoliko studija, iako je primijećeno da može varirati ovisno o populaciji i korištenoj tehnici snimanja. Elementi kojima se Sigrid Kvaal koristi u svojoj metodi jesu (4, 46, 47):

- atricija: istrošenost površina zuba zbog žvakanja,

- depozicija sekundarnog dentina: stvaranje dodatnog dentina unutar zuba, sužavajući pulpnu komoru,
- povlačenje gingive: povlačenje zubnoga mesa koje izlaže više zuba,
- apozicija cementa: zadebljanje sloja cementa koji pokriva korijen zuba,
- resorpcija korijena: razgradnja strukture korijena zuba.

Kvaalova metoda je manje invazivna od prethodnih jer ne zahtijeva vađenje zuba, već se temelji na radiološkim snimkama, što ju čini praktičnijom za upotrebu. Također je pokazala visoku točnost u procjeni dentalne dobi kod odraslih, posebno u forenzičkim slučajevima.

1.1.2.4. Bang i Ram metoda

Bang i Ramm metoda za procjenu dentalne dobi kod odraslih koristi prozornost dentina korijena zuba kao ključni parametar za procjenu starosti. Ova metoda temelji se na pretpostavci da se s godinama prozornost dentina korijena zuba povećava zbog taloženja minerala unutar dentinskih tubula, što povećava njihovu propusnost za svjetlost. Metodu su 1970. godine razvili G. Bang i E. Ramm, a njezina glavna prednost je jednostavnost i pouzdanost u primjeni (5). Evo osnovnih koraka i principa na kojima se temelji metoda:

- Translucencija dentina korijena: S godinama se dentin, posebno u apikalnom dijelu korijena zuba, postaje sve prozirniji. Ova prozornost raste linearno s godinama, što čini korijen zuba odličnim markerom starosti.
- Mjerenje prozornosti: Nakon vađenja zuba, određuje se duljina prozirnog dijela dentina u apikalnoj trećini korijena. Prozornost se mjeri pod mikroskopom, a duljina prozirnog dijela korijena u milimetrima koristi se kao indikator starosti.
- Regresijska formula: Bang i Ramm su izradili regresijske formule koje povezuju duljinu prozirnog dijela dentina s kronološkom dobi. Na temelju izmjerenih duljina prozirnog dijela dentina, koristi se formula za izračunavanje procijenjene starosti osobe.

Ova metoda se široko koristi u forenzičkoj odontologiji zbog relativno niske invazivnosti i činjenice da se prozornost dentina povećava tijekom života, neovisno o vanjskim čimbenicima poput prehrane ili stresa. Međutim, postoje ograničenja – prozornost dentina može varirati između različitih zuba i populacija, a potreban je izvađeni zub za mjerenje, što nije uvijek

moгуće. Bang i Ramm metoda često se koristi u kombinaciji s drugim metodama, kao što su Gustafsonova ili Johansonova metoda, kako bi se dobila što preciznija procjena dentalne dobi kod odraslih osoba.

1.1.2.4. Solheimova metoda

Solheimova metoda koristi se za procjenu dentalne dobi kod odraslih na temelju niza promjena koje se događaju na zubima tijekom starenja (48 - 50). Ova metoda uključuje analizu taloženja cementa, resorpcije korijena, prozirnosti dentina i parodontnih promjena. Ako uspoređujemo Solheimovu metodu u odnosu na Gustafsonovu metodu, Solheimova metoda je razvijena s ciljem poboljšanja točnosti procjene dentalne dobi, posebno kod starijih osoba. U odnosu na Gustafsonovu metodu, Solheimova metoda uključuje nekoliko ključnih prednosti:

- Povećana preciznost: Solheim je proširio broj ocjena za pojedine parametre s dodatnim nijansiranim stupnjevima, što omogućuje detaljniju procjenu morfoloških promjena. U Gustafsonovoj metodi, ocjene se kreću od 0 do 3, dok Solheimova metoda dodaje dodatne vrijednosti koje bolje reflektiraju stupnjeve promjena, što doprinosi preciznijoj procjeni starosti.
- Fokus na stariju dobnu skupinu: Solheimova metoda posebno je učinkovita kod starijih osoba, jer je razvijena s naglaskom na promjene koje se događaju u kasnijoj životnoj dobi, kao što su resorpcija korijena i povlačenje parodonta. Gustafsonova metoda, premda točna, manje je precizna kod starijih osoba jer se njezini parametri ne fokusiraju jednako na promjene koje su izraženije u kasnijim fazama života.
- Više parametara i detaljnija analiza: Solheim je uz 5 Gustafsonovih kriterija dodao i nove parametre, kao što su hrapavost površine, boju zuba i spol. To omogućuje dublju analizu promjena na zubima te bolju diferencijaciju starijih dobnih skupina.
- Praktičnost i pouzdanost: Solheimova metoda kombinira više parametara, čime se smanjuje mogućnost pogreške ili varijacije među ispitivačima, dok Gustafsonova metoda može biti podložnija subjektivnim procjenama, osobito u interpretaciji parametara poput abrazije ili prozirnosti dentina. Metoda je osobito korisna u forenzičkoj stomatologiji, gdje se koristi za procjenu dentalne dobi na neidentificiranim ljudskim ostacima

U sklopu svog doktorskog istraživanja, Miličević je 2006. godine (19) proveo istraživanje na 160 intaktnih izvađenih ljudskih zuba, koristeći za određivanje starosti tri metode: metodu Bang i Ramm za određivanje starosti analizom translucencije korijenskog dentina; Kvaal i Solheim neinvazivnu metodu analize korijena i korijenskog kanala iz rentgenske snimke te metodu po Johansonu, analizirajući šest parametara na svakom zubu. Rezultati dobiveni korelacijskom i regresijskom analizom su pokazali da je kod sve tri metode dobivena značajna korelacija s kronološkom dobi, a najboljom se pokazala metoda po Johansonu, kod koje je koeficijent korelacije iznosio 0,85. U praksi, korištene metode i rezultati postignuti u ovom istraživanju omogućili su dentalnu procjenu starosti ljudskih ostataka iz masovnih grobnica rata u Hrvatskoj 1991. godine. Primjena ovih metoda omogućila je preciznu procjenu starosti ljudskih ostataka, čime su značajno doprinijele procesu identifikacije.

Ni jedna dosad korištena metoda za procjenu kronološke dobi odraslih ispitanika nije u izvornom obliku izdržala procjenu vremena zbog problema koji su povezani uz tu metodologiju. Preciznost utvrđena na jednom zubu za pojedinca je gotovo nevažna ako tog zuba nema ili je uništen.

Procjena dobi na temelju trošenja krune zuba tijekom godina može biti neprecizna zbog sljedećih čimbenika: načina prehrane, bruksizma, zanimanja, lateralizacije, žvačne sile, socioekonomskog statusa, oralne higijene...)

Dob je često važno ustanoviti zbog medicinsko-pravnih razloga te su zato preciznost i točnost iznimno važne kategorije. Čini se da bi analiza zubnoga cementa mogla dati odgovore na postojeće nedostatke ili dodatno usmjeriti nova istraživanja.

1.2. Zubni cement

Zubi su jedan od najotpornijih dijelova ljudskog tijela i često preživljavaju dugo nakon što su druga tkiva propala. Ta otpornost čini ih neprocjenjivima za određivanje starosti u forenzičkim kontekstima. Razlog tomu je visoki udio kalcijeva hidroksilapatita, koji čini između 65 % i 99 % anorganskog udjela u zubnom cementu, dentinu i caklini. Inkrementne linije u dentalnom cementu, poznate kao cementne anulacije, opsežno su proučavane i potvrđene kao pouzdani indikatori starosti. Svaki par linija obično je pokazatelj jedne godine života, te pruža biološki zapis koji se može koristiti za procjenu dobi pojedinca u trenutku smrti. Primarno se sastoji od nekalcificiranih, gustih snopova vlakana kolagena koja s vremenom mineraliziraju odlaganjem kristala kalcijeva hidroksilapatita. Odlaganje kristala, kao i smjer, rezultiraju efektom svijetlih i tamnih pruga. Citiram (Zander, 1958.): *Biološko obrazloženje svijetlih i tamnih pruga su zaustavljene faze mineralizacije tijekom kontinuiranog rasta fibroblasta, a koje vode do promjene orijentacije mineralnih kristala. Ovaj model vidljiv je pod svjetlosnim mikroskopom kao serija naizmjeničnih svijetlih i tamnih linija ili traka koje nazivamo inkrementne linije cementa* (51).

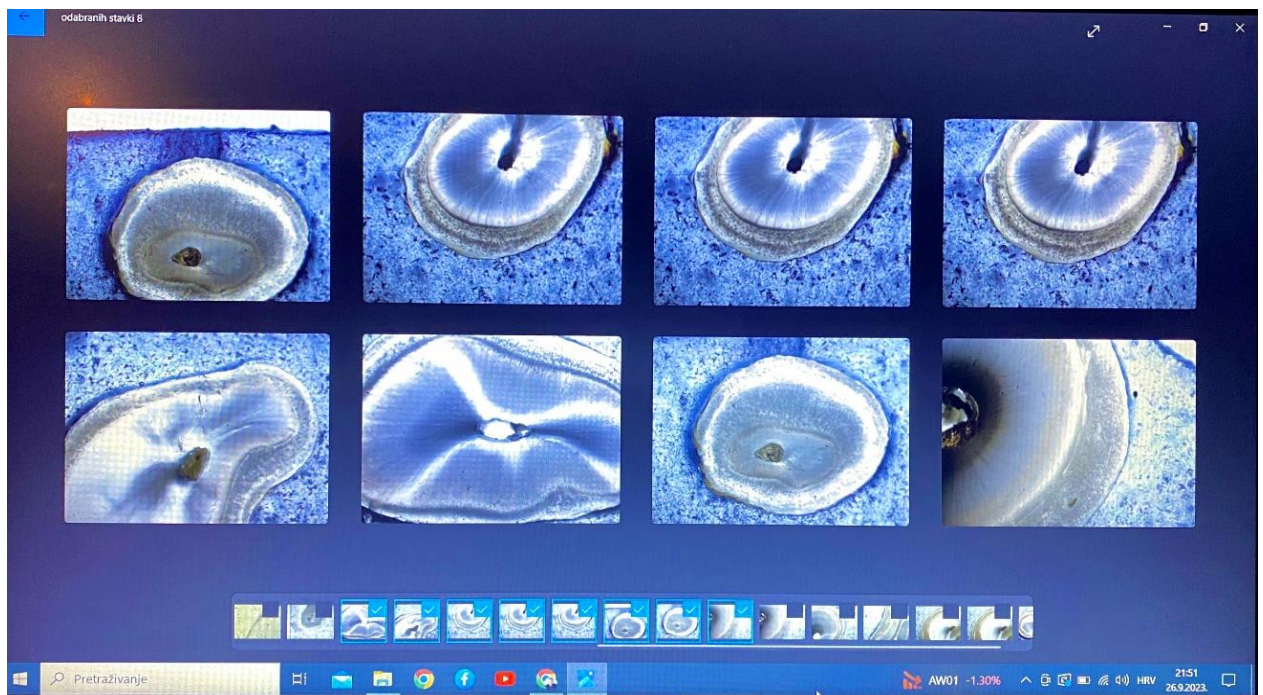
Zubni cement žućkasto je, kalcificirano tkivo koje u korijenskom dijelu zuba obavija dentin te s pomoću parodontnog ligamenta omogućuje sidrenje zuba u alveolarnoj kosti. Kao integralni dio parodontnog aparata, uz alveolarnu kost i gingivu, zubni cement omogućuje stabilnost zuba i njegovo prilagođivanje različitim funkcionalnim opterećenjima tijekom života. Na vanjsku površinu cementa nastavlja se parodontni ligament, a unutarnja površina cementa čvrsto je vezana za dentin. Cement se taloži tijekom cijelog života pa je značajna njegova uloga u cijeljenju dijelova korijena oštećenih upalom ili traumom. Kako bi se održala okluzija tijekom života i kompenzirali procesi atricije i abrazije te održala funkcija i stabilnost zuba, značajna su taloženja slojeva cementa na vršku korijena i između korijena kod korijenskih zuba.

Prema kemijskom sastavu cement se sastoji od 65% anorganske tvari, 23% organske tvari i 12% vode (18). Neki noviji izvori navode 40% do 50% anorganske tvari u težinskom udjelu, s organskim matriksom koji čini ostatak (52).

Anorganski dio sastoji se od spojeva kalcija, od kojih je dominantan hidroksiapatit koji se nalazi i u caklini, dentinu i kosti. U cementu je formiran u obliku tankih pločica smještenih u lakunama. U vanjskim slojevima cementa nalazimo niz elemenata u tragovima.

Organska supstancija u ekstracelularnom matriksu (ECM) sastoji se primarno od kolagena tip I koji tvori potku u koju se talože ostali proteini i hidroksiapatit. Manji udjeli ostalih tipova kolagena, uključujući tip III, V, VI i XII, također su prisutni (51). Ostali organski sastojci su oni koje redovito nalazimo i u kostima, a vezani su uz mineralizaciju te pričvršćivanje parodontnih vlakana (koštani sijaloprotein, glioprotein, osteopoetin i sl.). Koštani sijaloprotein (BSP) koji se nalazi na površini korijena inicira cementogenezu i može ga se pronaći u cementnom matriksu. BSP je multipotentan protein koji potiče mineralizaciju diferencijacijom stanica i izravnog utjecaja na rast minerala hidroksiapatita (18, 53). Za razliku od alveolarne kosti, zubni cement nema ni vaskularizaciju ni inervaciju, što je važno kod ortodontskog pomicanja zuba gdje dolazi do pregradnje kosti, uz stabilnost tvrdih zubnih tkiva. Neprimjerena primjena sila na području korijena zuba može rezultirati neželjenom, nefiziološkom resorpcijom zubnoga cementa (53).

Dvije su glavne vrste zubnoga cementa: acelularni (primarni) i celularni (sekundarni) (Slika 1.3.). Svaka od njih ima specifična strukturalna i funkcionalna obilježja koja su važna za razumijevanje njihove uloge u dentalnome zdravlju i procjeni starosti.



Slika 1.3. Histoloških preparat horizontalnog reza zubnog korijena, s prikazanim slojem primarnog i sekundarnog cementa, promatran svjetlosnim mikroskopom

1.2.1. Acelularni cement

Acelularni cement, poznat i kao primarni cement, prekriva dentin cijelom duljinom korijena, a najizraženiji je na cervikalnom dijelu korijena zuba i taloži se u ranoj fazi razvoja zuba prije nego što zub dostigne svoju funkcionalnu poziciju. Karakterizira ga odsutnost stanica (cementocita) unutar građevne strukture. Sastoji se od mineraliziranih kolagenih i osnovne tvari, a dominantna mineralna komponenta je hidroksiapatit.

Debljina acelularnog cementa obično iznosi između 10 i 15 mikrometara na cervikalnom dijelu korijena zuba. Kako se taloži prije nego što zub stupi u funkciju, njegova debljina razmjerno je uniformna i stabilna.

Glavna funkcija acelularnog cementa jest sidrenje vlakana parodontnog ligamenata koji povezuje zub s alveolarnom kosti. Ta vlakna, poznata kao Sharpeyjeva ili vanjska vlakna, mineralizacijom se ugrađuju u cement i osiguravaju čvrstoću i stabilnost zuba u alveolarnoj kosti.

Acelularni cement ključan je za početnu stabilnost zuba. Zbog svoje mineralizirane prirode i odsutnosti stanica, taj se cement ne može regenerirati kao celularni cement, što znači da oštećenja toga sloja mogu imati dugoročne posljedice na stabilnost zuba (53).

1.2.2. Celularni cement

Celularni cement, ili sekundarni cement, počinje se taložiti nakon što zub stupi u funkcionalnu poziciju i počne sudjelovati u procesu žvakanja. Sadrži cementocite, stanice koje se ugrađuju u cementnu matricu tijekom taloženja. Sastav celularnog cementa uključuje vlakna kolagena i mineralne komponente, s većim udjelom organskog materijala u usporedbi s acelularnim cementom.

Debljina celularnog cementa može varirati i doseže do 200 mikrometara ili više, posebno na apikalnom dijelu korijena i u interradikularnim područjima višekorijenskih zuba. Ta varijabilnost u debljini omogućuje prilagodbu na promjene u funkciji tijekom života.

Celularni cement ključan je u reparaciji i održavanju strukture zuba. Taj cement omogućuje zubu da se prilagodi različitim funkcionalnim opterećenjima i da se regenerira poslije oštećenja. Cementociti unutar celularnog cementa sudjeluju u održavanju i obnovi cementne matrice, što je važno za dugoročno zdravlje zuba.

Celularni cement osobito je važan u adaptivnim procesima zuba zato što omogućuje reakcije na fiziološke promjene i oštećenja. Taloženjem celularnog cementa na apeksu kompenzira se izloženost većem trošenju i oštećenjima koji nastaju uslijed abrazije te se tako održava duljina korijena i žvačna funkcija.

Odlaganje cementa tijekom života, koje prati godišnji sezonalitet, vidljivo je kao Salterove crte rasta koje su tanke, gušće položene i pravilne kod acelularnog cementa, a kod celularnog uglavnom su šire razmaknute, nepravilnije s debljim međuslojevima. Te inkrementne linije rasta imaju važnu ulogu i primjenu u forenzičkoj stomatologiji pri određivanju dentalne dobi.

1.2.3. Određivanje dentalne dobi na temelju taloženja zubnoga cementa

Zubni cement, kao ključni dio parodontnog aparata, ima vitalnu ulogu u stabilnosti i funkcionalnosti zuba tijekom cijelog života. Razlike između acelularnog i celularnog cementa, uključujući njihove strukturalne i funkcionalne karakteristike, omogućuju zubima prilagodbu na različite fiziološke i patološke uvjete. Metode procjene starosti na temelju taloženja zubnoga cementa pružaju točne i pouzdane alate za forenzičku i arheološku analizu, iako zahtijevaju pozorno razmatranje varijabilnosti i potencijalnih izazova u primjeni. Pri procjeni dentalne dobi korištenjem zubnoga cementa koriste se dvije ključne metode: mjerenje debljine cementa (ukupnog cementa i/ili celularnog cementa) i brojenje inkrementnih linija rasta cementa. U mnogobrojnim su studijama autori istaknuli korelaciju debljine cementa i dentalne dobi (54 – 58).

Procjena starosti na temelju taloženja zubnoga cementa, poznata kao metoda cementnih anulacija (TCA), uključuje brojenje inkrementnih linija u cementu koje se talože godišnje. Te linije, poznate kao Salterove linije, vidljive su pod mikroskopom nakon specifične histološke

pripreme zubnih uzoraka. Salterove linije paralelne su s cementno-dentinskim spojištem, ali nisu potpuno ravne, nego stvaraju niz zakrivljenosti (58 – 61).

Studije su pokazale da ta metoda može biti vrlo točna, s jakom korelacijom između broja cementnih anulacija i kronološke starosti. Međutim, preciznost te tehnike ovisi o nekoliko čimbenika, uključujući kvalitetu uzorka zuba, metodu pripreme i iskustvo ispitivača.

Poboljšane histološke tehnike dodatno su povećale točnost TCA-e. Korištenje specifičnih boja, kao što je krezol-ljubičasta, poboljšalo je vidljivost inkrementnih linija i olakšalo mjerenje debljine cementa te brojenje anulacija. To metodološko poboljšanje rezultiralo je konzistentnijim i pouzdanijim procjenama starosti, čime se dodatno učvršćuje vrijednost metode cementnih anulacija u forenzičkim i arheološkim primjenama (61 – 63).

Unatoč svom potencijalu, TCA nije bez izazova. Varijabilnost u depoziciji cementa, razlike u dentalnom trošenju i potencijalna patološka stanja mogu utjecati na točnost procjene starosti. Studije su pokazale da čimbenici poput spola, broja korijena zuba i stanja krune zuba mogu utjecati na mjerenja i moraju biti pažljivo razmotreni u analizi. Osim toga, standardizacija postupaka uzorkovanja i pripreme ključna je za osiguranje ponovljivosti i pouzdanosti rezultata, kao i iskustvo istraživača.

Mjerenje debljine zubnoga cementa vrijedna je metoda za procjenu starosti koja se može koristiti kao dopuna ili alternativa metodi brojenja inkrementnih linija. Dok je metoda mjerenja debljine cementa razmjerno jednostavna i brza, varijabilnost rezultata i utjecaj patoloških stanja značajni su izazovi. Standardizacija postupaka i protokola ključna je za povećanje točnosti i pouzdanosti tih metoda. Kombinacija obiju metoda, uzimajući u obzir njihove prednosti i nedostatke, može pružiti najtočnije procjene starosti, što je iznimno važno za forenzičku antropologiju i stomatologiju (64 – 68).

Istraživanja koja se bave procjenom starosti mjerenjem debljine zubnoga cementa pokazala su varijabilne rezultate, ovisno o dobnim skupinama i vrstama zuba (68).

1.2.3.1. Prednosti mjerenja debljine cementa

Metoda mjerenja debljine cementa razmjerno je jednostavna i brza, posebno uz upotrebu digitalnih alata i mikroskopije. Omogućuje brzu procjenu starosti bez potrebe za složenim histološkim postupcima.

Pružila kvantitativne podatke koji se mogu lako analizirati i uspoređivati među različitim uzorcima.

Debljina cementa može se mjeriti na različitim dijelovima korijena, pružajući detaljan uvid u regionalne razlike. Riječ je o razmjerno neinvazivnoj metodi koja ne zahtijeva destruktivne postupke i omogućuje očuvanje uzoraka za buduća istraživanja.

1.2.3.2. Izazovi mjerenja debljine cementa

Postoji značajna varijabilnost u debljini cementa među različitim pojedincima i čak unutar istog zuba, što može utjecati na točnost procjene. Istraživanja su pokazala da oštećenja cementa zbog bolesti ili traume mogu značajno utjecati na rezultate mjerenja. Lokalni anatomske faktori i patološka stanja (poput parodontne bolesti) mogu prouzročiti abnormalne promjene te znatno utjecati na debljinu cementa, što otežava točnu procjenu starosti, a mogući su i pogrešni rezultati.

Potrebno je uspostaviti standardizirane metode i protokole kako bi se osigurala ponovljivost i preciznost mjerenja. Nedostatak standardiziranih protokola za mjerenje i analizu može rezultirati neusklađenim i nepouzdanim rezultatima.

1.2.3.3. Usporedba mjerenja debljine cementa s metodom brojenja inkrementnih linija

Prednosti metode brojenja inkrementnih linija

- Visoka preciznost: metoda brojenja inkrementnih linija često pruža vrlo precizne rezultate jer svaka linija obično znači jednu godinu života.

- Direktna korelacija: inkrementne linije imaju direktnu korelaciju s kronološkom dobi, što omogućuje točnu procjenu starosti.

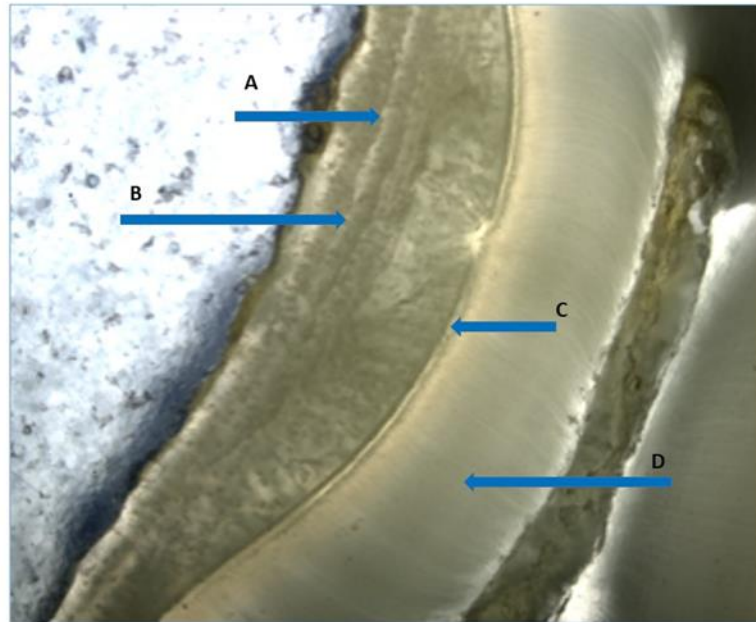
Nedostatci metode brojenja inkrementnih linija

- Složenost i vrijeme: ta metoda zahtijeva složenu histološku pripremu i može biti vremenski zahtjevna.
- Iskustvo: točna procjena zahtijeva visok stupanj stručnosti i iskustva u prepoznavanju i brojenju linija.

Istraživanja u kojima se procjenjuje starost na temelju mjerenja debljine zubnoga cementa pokazala su varijabilne rezultate, ovisno o dobnim skupinama i vrstama zuba. U nastavku je pregled ključnih nalaza.

1.2.3.3.1. Metodologija pripreme uzoraka

Procjena starosti na temelju taloženja zubnoga cementa, poznata kao metoda cementnih anulacija (TCA), uključuje brojenje inkrementnih linija u cementu koje se talože godišnje. Te linije, poznate kao Salterove linije, vidljive su pod mikroskopom nakon specifične histološke pripreme zubnih uzoraka (Slika 1.4.).



Slika 1.4. Uzdužni rez cementa

A – inkrementna pruga, B – celularni cement, C – acelularni cement, D – dentin

Zubni uzorci dekalificiraju se da bi se uklonili mineralni dijelovi, što omogućuje bolju vizualizaciju inkrementnih linija. Uzorci se boje specifičnim bojama, poput krezol-ljubičaste koja povećava kontrast između različitih slojeva cementa. Brojenje inkrementnih linija obavlja se pod mikroskopom, pri čemu svaka linija znači jednu godinu taloženja cementa (62 – 78).

2.0. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Osnovna nakana ovog istraživanja bila je povezati i korelirati odnos debljine zubnoga cementa s poznatom kronološkom dobi.

HIPOTEZE

H1 – dentalna dob može se procijeniti mjerenjem debljine zubnoga cementa

H2 – debljina zubnoga cementa veća je kod muških ispitanika

PRIMARNI CILJ

Izvesti formulu za procjenu dentalne dobi odraslih i starijih osoba na temelju mjerenja debljine nataloženog zubnoga cementa.

SEKUNDARNI CILJEVI

1. Utvrditi korelaciju kronološke dobi i debljine zubnoga cementa kod muškaraca i žena.
2. Utvrditi korelaciju kronološke dobi i debljine zubnoga cementa izmjenjenog na različitim razinama korijena.
3. Utvrditi dentalnu dob koristeći se jednokorijenskim i višekorijenskim zubima.
4. Utvrditi preciznost procjene kronološke dobi korištenjem debljine nataloženog zubnoga cementa.

3.0. MATERIJAL I POSTUPCI

3.1. Prikupljanje uzoraka

Ovo istraživanje dio je znanstveno-istraživačkog projekta pod nazivom *Analiza zuba u forenzičnim i arheološkim istraživanjima* (IP-2020-02-9423, financije je osigurala Hrvatska zaklada za znanost).

Za ovo istraživanje prikupljeni su uzorci na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te u Stomatološkoj poliklinici u Splitu. Zubi su izvađeni zbog parodontne bolesti te ortodontskih ili protetičkih razloga. Svi donori potpisali su suglasnost, a za istraživanje pribavljeno je odobrenje Etičkog povjerenstva Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (VIII. redovita sjednica održana 4. lipnja 2020.). Uzorci su anonimizirani pa smo se koristili podacima o dobi i spolu donora te o godini ekstrakcije zuba.

Kriterij za isključivanje zuba u ovom su istraživanju bile vidljive lezije korijena zuba te jače lezije krune zuba koje nisu omogućivale morfološko očitavanje vrste zuba. Istraživački uzorak sastojao se od 206 doniranih jednokorijenskih, dvokorijenskih i trokorijenskih zuba osoba obaju spolova donora u dobi od 10 do 82 godine.

3.2. Obrada uzoraka

Zubi su bili pregledani i anonimizirano evidentirani u tablici u Excelu pod nazivom *Analiza humanih zuba* s podacima o godini rođenja, godini ekstrakcije, spolu, dobi, vrsti zuba, broju zubnih korijena, stanju zubne krune i stanju zubnih korijena. Na taj je način kreirana baza podataka za prikupljene ekstrahirane zube adolescenata, odraslih i starijih osoba. Zubi su bili razvrstani po dekadama dobi donora u trenutku ekstrakcije: 10 – 19 godina; 20 – 29 godina; 30 – 39 godina; 40 – 49 godina; 50 – 59 godina; 60 – 69 godina; 70 – 79 godina; 80 – 89 godina.

Excelova tablica *Analiza humanih zuba* nalazi se u prilogu ove studije.

U pripremi za istraživanje prikupljeni zubi dezinficirani su u 1-postotnom natrijevu hipokloridu (NaOCl), osušeni na sobnoj temperaturi. (Slika 3.1.).

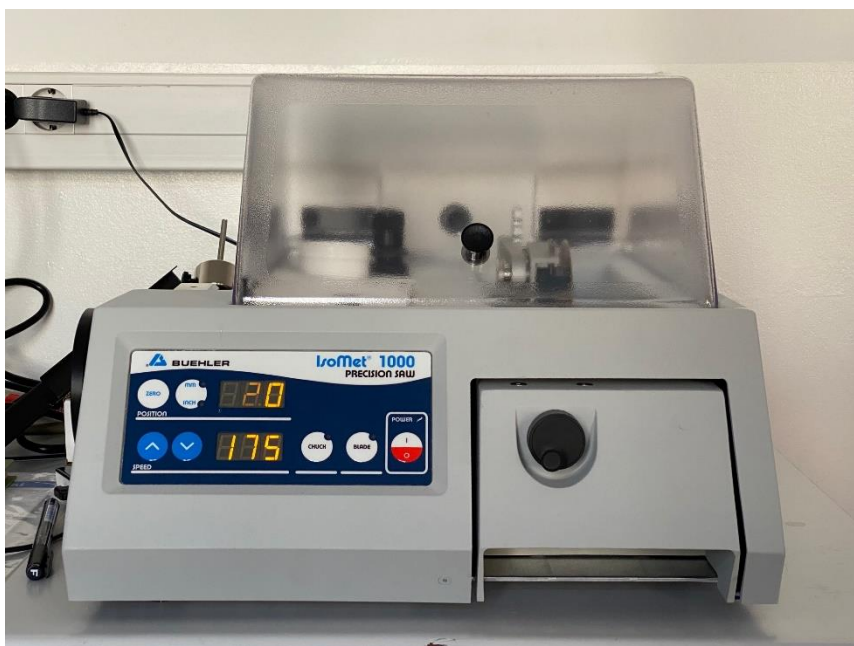
Uklapani su u brzovezujuću akrilnu masu (Presi, Francuska) te rezani na preciznoj rezalici Izomet 1000 (Buehler, Illinois, SAD) na debljinu od 0,2 do 0,5 mm dijamantnom cirkularnom

pilom promjera 7 cm (Slika 3.2.). Preparati su polirani brusnim papirom i prahom za poliranje da bi se uklonile eventualne nepravilnosti tijekom rezanja.

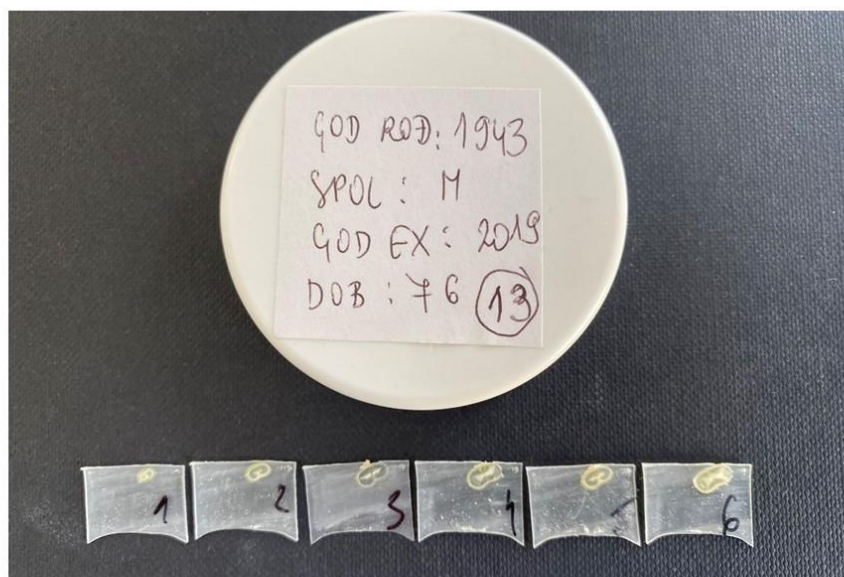
Korijeni su rezani na 6 poprečnih rezova: 2 reza na cervikalnom dijelu zubnoga korijena, 2 reza na srednjoj trećini zubnoga korijena i 2 reza na apikalnom dijelu zubnoga korijena (Slika 3.3., Slika 3.4.).



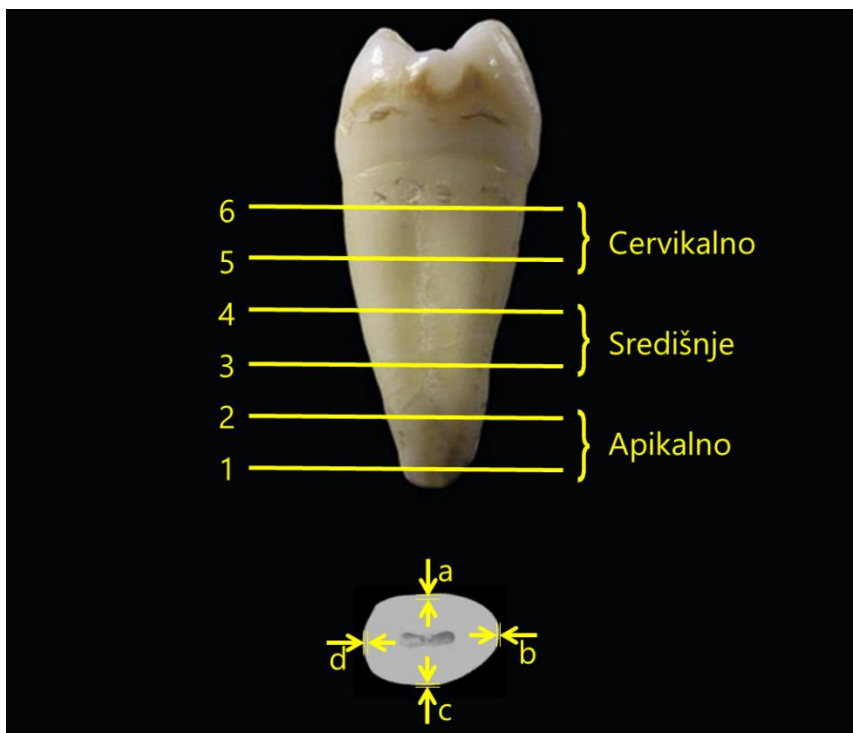
Slika 3.1. Očitani, dezinficirani i posušeni zubi u pripremi za uklapanje u brzovezujući akrilat



Slika 3.2. Precizna rezalica IZOMET 1000 korištena za pripremu uzoraka



Slika 3.3. Šest horizontalnih rezova korijena zuba: 1 – 2 apikalni rezovi; 3 – 4 srednja trećina korijena; 5 – 6 cervikalna trećina



Slika 3.4. Mjesta horizontalnih rezova i shematski prikaz točki mjerenja

3.3. Očitavanje uzoraka

Horizontalni rezovi korijena promatrani su i analizirani s pomoću svjetlosnog mikroskopa Olympus model CX43/CX33 (Olympus Corp.Tokio, Japan), a debljina cementa izmjerena je kamerom Olympus EP50 (Verzija: V3_20190202) pod povećanjem od 4 puta (Olympus Corp. Tokio, Japan). Mikroskop je kalibriran zasebno za svaku epizodu prema istim specifikacijama i u finalnom mjerenju korištenjem mjerenja standardnog zuba. Mjerenja su obavljena na 4 mjerne točke (točke a, b, c, d), u smjeru kazaljke na satu (na pozicijama 3, 6, 9 i 12 sati) na svakome rezu. Debljina cementa za svaki rez izračunana je kao aritmetička sredina 4 mjerenja $((a + b + c + d) / 4)$ (Slika 3.5., Slika 3.6.).

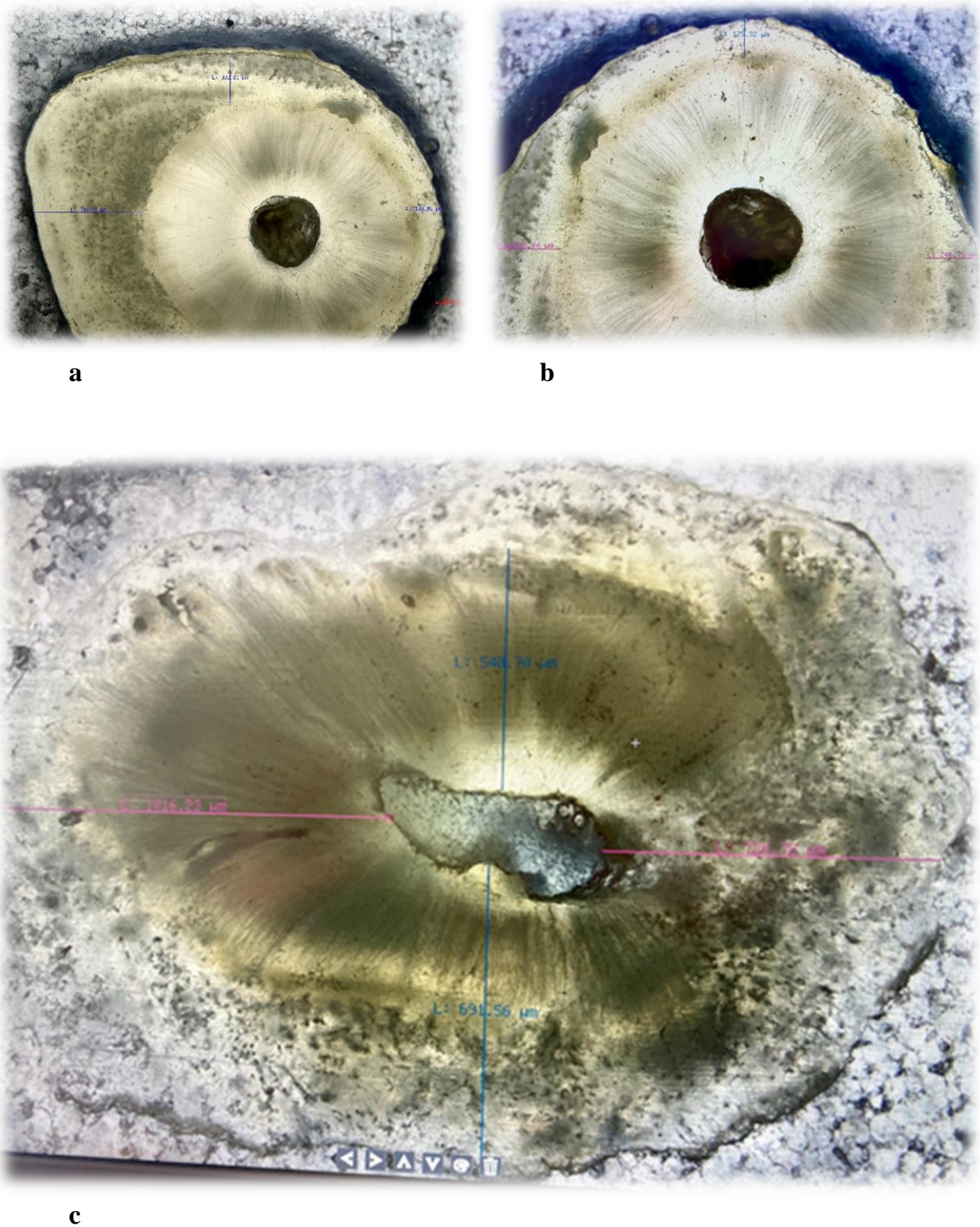
Sve vrijednosti unesene su u Excelovu tablicu *Analiza humanih zuba* (Prilog 1).

Od ukupno 206 zuba, 26 je izmjereno dva puta u razmaku od 12 mjeseci (2E), a 186 jedanput, od čega su njih 11 mjerila dva mjeritelja. Mjeritelji su bili slijepi za podatke o dobi i spolu ispitanika te za vrijednosti izmjere drugog mjeritelja. Mjerenje u dvjema vremenskim točkama

dvoje mjeritelja slučajnim odabirom odabranih zuba provedeno je da bi se validirala metoda mjerenja te utvrdili potrebni postupci za standardizaciju metode mjerenja.



Slika 3.5. Očitavanje dimenzija cementa svjetlosnim mikroskopom Olympus model CX43/CX33 (Olympus Corp.Tokio, Japan)



Slika 3.6. a, b, i c: Prikaz mjerenja debljine cementa na 4 točke mjerenja pod četverostrukim povećanjem

Za potrebe analize podataka stanje krune zuba prikazano je kao binarna varijabla te označeno kao intaktno (0) odnosno kao oštećena kruna (1). Također je podatak o molarima dodatno unesen kao binarna varijabla gdje je M1/M2 označen kao 1, a M3 kao 0.

Dentalna dob je izračunata na temelju jednadžbe: Dentalna dob (DD) = kronološka dob – srednja dob erupcije navedenog zuba na temelju literature (18), a kronologija rasta i razvoja je prikazana u adaptiranim tablicama 3.1. i 3.2 (18).

Tablica 3.1. Kronologija rasta i razvoja mliječnih zubi

	GORNJI	DONJI
SREDNJI SJEKUTIĆI		
Početak kalcifikacije	intrauterino	intrauterino
Završetak formiranja krune	4 mjeseca	4 mjeseca
Početak nicanja	6-8 mjeseci	6-8 mjeseci
Završetak rasta korijena	1-2 godine	1-2 godine
Početak resorpcije korijena	4-5 godina	4-5 godina
Ispadanje zuba	6-7 godina	6-7 godina
BOČNI SJEKUTIĆI		
Početak kalcifikacije	intrauterino	intrauterino
Završetak formiranja krune	4-5 mjeseci	4-5 mjeseci
Početak nicanja	7-8 mjeseci	7-8 mjeseci
Završetak rasta korijena	1-2 godine	1-2 godine
Početak resorpcije korijena	4-5 godina	4-5 godina
Ispadanje zuba	7-8 godina	7-8 godina
OČNJACI		
Početak kalcifikacije	intrauterino	intrauterino
Završetak formiranja krune	9 mjeseci	9 mjeseci
Početak nicanja	16-20 mjeseci	16-20 mjeseci
Završetak rasta korijena	2-3 godine	2-3 godine
Početak resorpcije korijena	6-7 godina	6-7 godina
Ispadanje zuba	9-12 godina	9-12 godina
PRVI KUTNJACI		
Početak kalcifikacije	intrauterino	intrauterino
Završetak formiranja krune	6 mjeseci	6 mjeseci
Početak nicanja	12-16 mjeseci	12-16 mjeseci
Završetak rasta korijena	2-2,5 godine	2-2,5 godine
Početak resorpcije korijena	4-5 godina	4-5 godina
Ispadanje zuba	9-11 godina	9-11 godina
DRUGI KUTNJACI		
Početak kalcifikacije	6. mjesec intrauterino	6. mjesec intrauterino
Završetak formiranja krune	10-12 mjeseci	10-12 mjeseci
Početak nicanja	20-30 mjeseci	20-30 mjeseci
Završetak rasta korijena	3 godine	3 godine
Početak resorpcije korijena	3 godine	4-5 godina
Ispadanje zuba	4-5 godina	10-12 godina

Adaptirano prema Brkić H, Dumančić J, Vodanović M, editors. Biologija i morfologija ljudskih zuba. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2016, str. 52 (18).

Tablica 3.2. Kronologija rasta i razvoja trajnih zuba

	GORNJI	DONJI
SREDNJI SJEKUTIĆI		
Početak kalcifikacije	3-4 mjeseca	3-4 mjeseca
Završen razvoj krune	4-5 godina	4-5 godina
Početak nicanja	7-8 godina	6-7 godina
Završen razvoj korijena	10 godina	9 godina
BOČNI SJEKUTIĆI		
Početak kalcifikacije	3-4 mjeseca	3-4 mjeseca
Završen razvoj krune	4-5 godina	4-5 godina
Početak nicanja	7-8 godina	7-8 godina
Završen razvoj korijena	11 godina	10 godina
OČNJACI		
Početak kalcifikacije	4-5 mjeseci	4-5 mjeseci
Završen razvoj krune	6-7 godina	6-7 godina
početak nicanja	11-12 godina	9-10 godina
Završen razvoj korijena	13-15 godina	12-14 godina
PRVI PRETKUTNJACI		
Početak kalcifikacije	1-2 godine	1-2 godine
Završen razvoj krune	5-6 godina	5-6 godina
Početak nicanja	10-11 godina	10-12 godina
Završen razvoj korijena	12-13 godina	13-14 godina
DRUGI PRETKUTNJACI		
Početak kalcifikacije	2-2,5 godine	2-2,5 godine
Završen razvoj krune	6-7 godina	6-7 godina
Početak nicanja	10-12 godina	11-12 godina
Završen razvoj korijena	12-14 godina	13-14 godina
PRVI KUTNJACI		
Početak kalcifikacije	pri rođenju	pri rođenju
Završen razvoj krune	2-3 godine	2-3 godine
Početak nicanja	6-7 godina	6-7 godina
Završen razvoj korijena	9-10 godina	9-10 godina
DRUGI KUTNJACI		
Početak kalcifikacije	2-3,5 godine	2-3,5 godine
Završen razvoj krune	7-8 godina	7-8 godina
Početak nicanja	12-13 godina	11-12 godina
Završen razvoj korijena	14-16 godina	14-15 godina
TREĆI KUTNJACI/ UMNJACI		
Početak kalcifikacije	7-9 godina	8-10 godina
Završen razvoj krune	12-16 godina	12-16 godina
Početak nicanja	17-21 godina	17-21 godina
Završen razvoj korijena	18-24 godine	18-24 godine

Adaptirano prema Brkić H, Dumančić J, Vodanović M, editors. Biologija i morfologija ljudskih zuba. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2016, str. 53 (18).

3.4. Statistička analiza

Potrebna minimalna veličina uzorka od 95 zuba za svaki spol izračunana je za očekivanu minimalnu povezanost od $r = 0,5$ između kronološke dobi i debljine celularnog cementa uz $\alpha = 0,01$ te uz statističku snagu od 99 %. Svi su anonimizirani podaci o zubima i donorima uvedeni u Excelovu tablicu *Analiza humanih zuba*. Kategorijske varijable prikazane su kao broj i udio (%), a kontinuirane varijable kao aritmetička sredina (AS) i standardna devijacija (SD), ili kao medijan (M) i interkvartilni raspon (IQR) i raspon ovisno o normalnosti raspodjele. Normalnost raspodjele utvrdila se korištenjem Kolmogorov-Smirnovljeva testa. Za validaciju metode mjerenja debljine cementa utvrđivana je podudarnost mjerenja između prvog i drugog mjerenja te izračunana koeficijentom konkordancije (CC) uz 95-postotni interval pouzdanosti (CI), a podudarnost između dvaju mjeritelja izračunana je kappa testom. Razlika između podskupina za kategorijske varijable utvrđena je korištenjem hi-kvadrat testa ili Fisherova egzaktnog testa, ovisno o raspodjeli, a za kontinuirane varijable Studentovim t-testom ili Mann-Whitneyjevim U-testom (za usporedbu dviju skupina), odnosno korištenjem analize varijance (ANOVA) ili Kruskal-Wallisove ANOVA-e (za usporedbu višestrukih skupina), ovisno o vrsti raspodjele. Za usporedbu parnih uzoraka korišten je Friedmanov test. Povezanost pojedinih varijabli utvrdit će se korištenjem univarijatne i multivarijatne regresijske analize. Povezanost debljine cementa i kronološke dobi donora izračunana je korištenjem Spearmanova korelacijskog koeficijenta. Multivarijatna regresijska analiza, uključujući analizu dijelova raspona (piecewise analysis), korištena je za utvrđivanje povezanosti nezavisnih varijabli s dentalnom dobi te kako bi se definirale jednadžbe za predikciju dentalne dobi temeljene na debljini cementa za dvije dobne skupine. Usporedba između srednje kronološke dentalne dobi i očekivane dentalne dobi prikazana je kao dijagram raspršenja te kao Bland-Altmanov dijagram. Statistička značajnost utvrdila se za sve testove na razini od $p < 0,05$, a kod višestrukih usporedbi poslije odgovarajuće korekcije. Statističke analize provedene su u statističkim paketima Statistica verzija 12 (StatSoft, Inc. (2013). STATISTICA (data analysis software system), www.statsoft.com) te MedCalc® verzija 22 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium; <https://www.medcalc.org>; 2021.).

4.0. REZULTATI

4.1 Validacija metode mjerenja

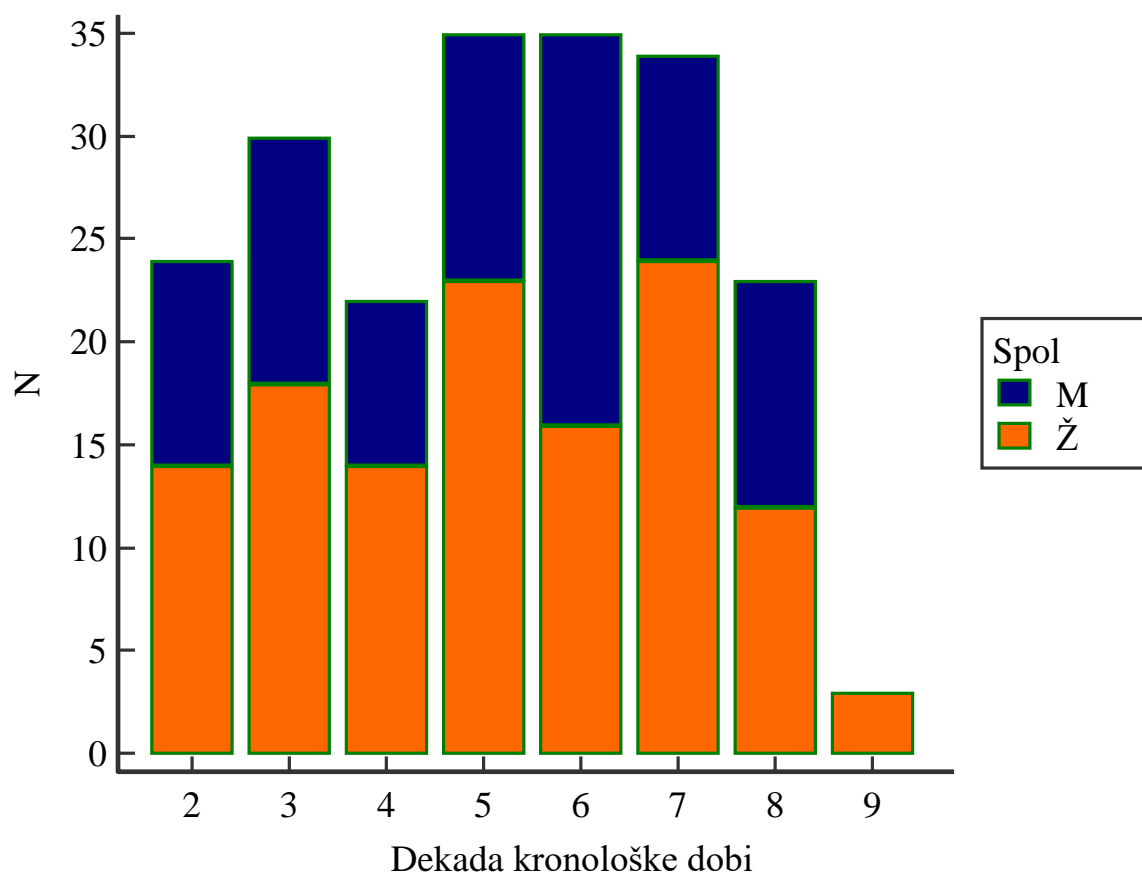
Uzorak za validaciju metode sastojao se od 82 zuba donora obaju spolova od kojih je 26 mjereno u dvama odvojenim razdobljima [uz vremenski odmak od 10 mjeseci – 2 epizode (2E)], a 56 zuba mjereno je istodobno [1 epizoda (1E)]. Dodatno je 11 zuba (od ova 82) odabranih slučajnim odabirom drugi put mjerio drugi mjeritelj. Starost donora u vrijeme vađenja zuba bila je od 20 do 69 godina. Prvi mjeritelj (M. B.) bio je slijep za prethodne izmjere te je mjerio susjedni rez u odnosu na prvo mjerenje u svim trima trećinama korijena zuba. Drugi mjeritelj (H. B.) bio je slijep za izmjere koje je obavio prvi mjeritelj.

Utvrđena je statistički značajno manja podudarnost u debljini zubnoga cementa susjednih slojeva kada su mjereni u dvjema vremenski značajno odvojenim točkama (2E), što je učinio isti mjeritelj, u odnosu na podudarnost susjednih slojeva kada su mjereni u istoj vremenskoj točki (1E): susjedni slojevi na apeksu $CC_{2E} = 0,32$ (95 % CI 0 – 0,59) prema $CC_{1E} = 0,84$ (95 % CI 0,75 – 0,90), u srednjoj trećini $CC_{2E} = 0,38$ (95 % CI 0,08 – 0,61) prema $CC_{1E} = 0,86$ (95 % CI 0,76 – 0,91) te u cervikalnoj trećini $CC_{2E} = 0,48$ (95 % CI 0,27 – 0,65) prema $CC_{1E} = 0,91$ (95 % CI 0,86 – 0,94). Utvrđena je gotovo potpuna podudarnost ($\kappa > 0,86$ za prosjek debljine zubnoga cementa cijelog korijena, na apeksu te srednjoj trećini, te $\kappa = 0,815$ za cervikalnu trećinu korijena zuba) mjerenja dvaju mjeritelja uz iznimno malu pogrešku pri mjerenju od 0,89 % (95 % CI -0,21 do 1,98 %).

4.2 Analiza svih zuba

U analizu smo uključili 206 zuba od 124 darivateljice i 82 darivatelja u dobi od 10 do 82 godine (srednja vrijednost \pm SD, $45,7 \pm 19,7$ godina), a bili su podijeljeni u 8 dekada prema dobi. Nije bilo značajne razlike u distribuciji prema spolu po dekadama (hi-kvadrat = 7,786, df = 7, p = 0,352) (slika 4.1). Distribucija zuba prema spolu i dobnim dekadama prikazana je u tablici 4.1.

Kao što je prikazano u tablici 4.1., većina analiziranih zuba bili su kutnjaci i pretkutnjaci u oba spola (hi-kvadrat = 4,426, df = 3, p = 0,219). Zubi su usporedivo potjecali iz maksile i mandibule (52,9 % prema 47,1%). Određena razina oštećenja krune zuba bila je prisutna na 70 zuba (34,1 %), a zubi su imali jedan ili više korijena u usporedivom broju (54,9 % prema 45,1 %).



Slika 4.1. Distribucija uzorka prema spolu i dekadi kronološke dobi (N = 206)

Tablica 4.1. Distribucija tipova zuba (sjekutići (I), očnjaci (C), pretkutnjaci (P), kutnjaci (M)) prema spolu i dekadi kronološke dobi (N = 206)

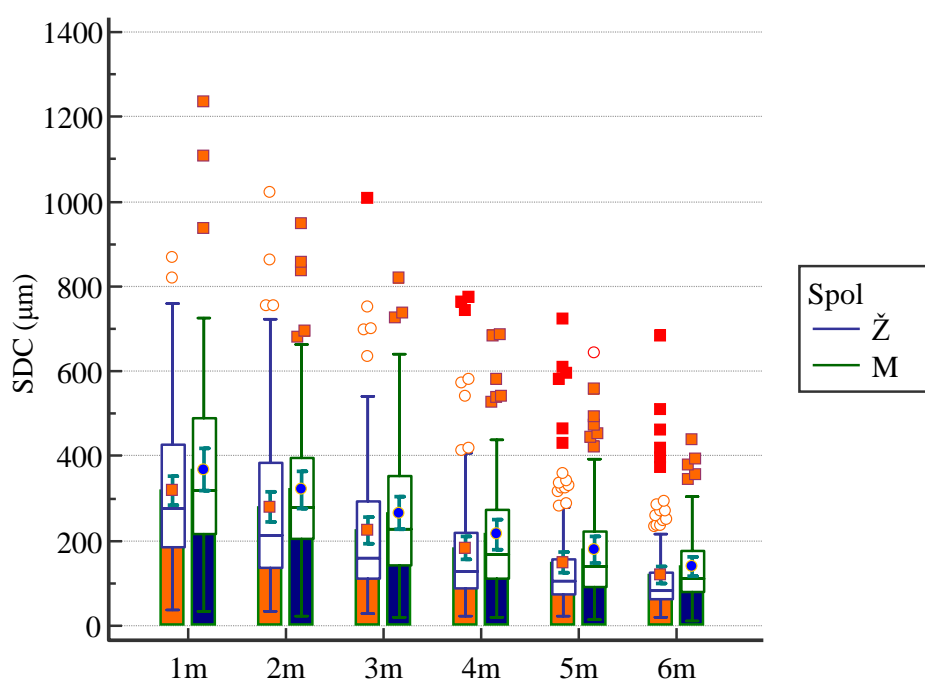
Dob (god)		Žene					Muškarci				
		I	C	P	M	Ukupno	I	C	P	M	Ukupno
10-19	N	0	1	11	2	14	0	0	7	3	10
	%	0,00	7,10	78,60	14,30	11,3	0,00	0,00	70,00	30,00	12,2
20-29	N	1	0	2	15	18	0	0	4	8	12
	%	5,60	0,00	11,10	83,30	14,5	0,00	0,00	33,30	66,70	14,6
30-39	N	2	1	4	7	14	0	0	1	7	8
	%	14,30	7,10	28,60	50,00	11,3	0,00	0,00	12,50	87,50	9,8
40-49	N	5	0	7	11	23	1	0	1	10	12
	%	21,70	0,00	30,40	47,80	18,5	8,30	0,00	8,30	83,30	14,6
50-59	N	7	1	4	4	16	3	5	5	6	19
	%	43,70	6,20	25,00	25,00	12,9	15,80	26,30	26,30	31,60	23,2
60-69	N	12	4	6	2	24	0	4	2	4	10
	%	50,00	16,70	25,00	8,30	19,4	0,00	40,00	20,00	40,00	12,2
70-79	N	2	2	0	8	12	8	0	1	2	11
	%	16,70	16,70	0,00	66,70	9,7	72,70	0,00	9,10	18,20	13,4
80-89	N	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0
	%	66,70	0,00	33,30	0,00	2,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
Total	N	31	9	35	49	124	12	9	21	40	82
	%	25,00	7,30	28,20	39,50	100,0	14,60	11,00	25,60	48,80	100,0

Srednja debljina cementa (SDC) na različitim razinama (rezovima) prikazana je u tablici 4.2. Utvrđen je statistički značajan pad SDC-a od apikalnih (1. rez) do cervikalnih rezova za svaki od rezova ($F = 480,8$, $p < 0,001$, *post-hoc* usporedbe $p < 0,05$ za svaki rez, Friedmanova ANOVA).

Tablica 4.2. Medijan, 25. i 75. percentil i raspon (minimum – maksimum) srednje debljine cementa (SDC) za 6 izmjerenih rezova od apikalnog do cervikalnog (N = 206)

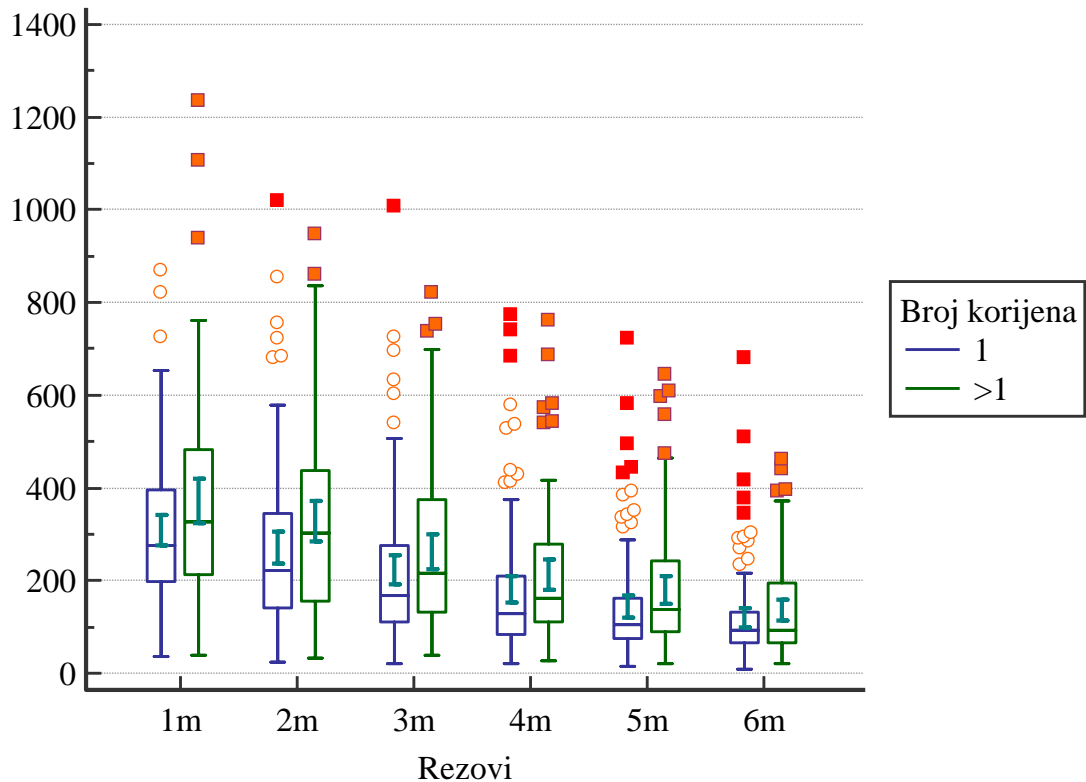
SDC (μm)	Minimum	25. percentil	Medijan	75. percentil	Maksimum
1. rez	35	203	305	441	1236
2. rez	24	149	243	393	1020
3. rez	21	121	186	329	1006
4. rez	20	97	149	249	774
5. rez	14	78	112	191	722
6. rez	10	66	92	138	682

Usporedili smo SDC za podskupine (spol, tipovi zuba, jedan ili više korijena, status krune zuba) te ustanovili da nije bilo značajnih razlika u SDC-u za spol ($F = 0,80$, $p = 0,547$), iako je SDC kod muškaraca bio deblji za sve rezove (slika 4.2.). Time nije prihvaćena hipoteza H2.



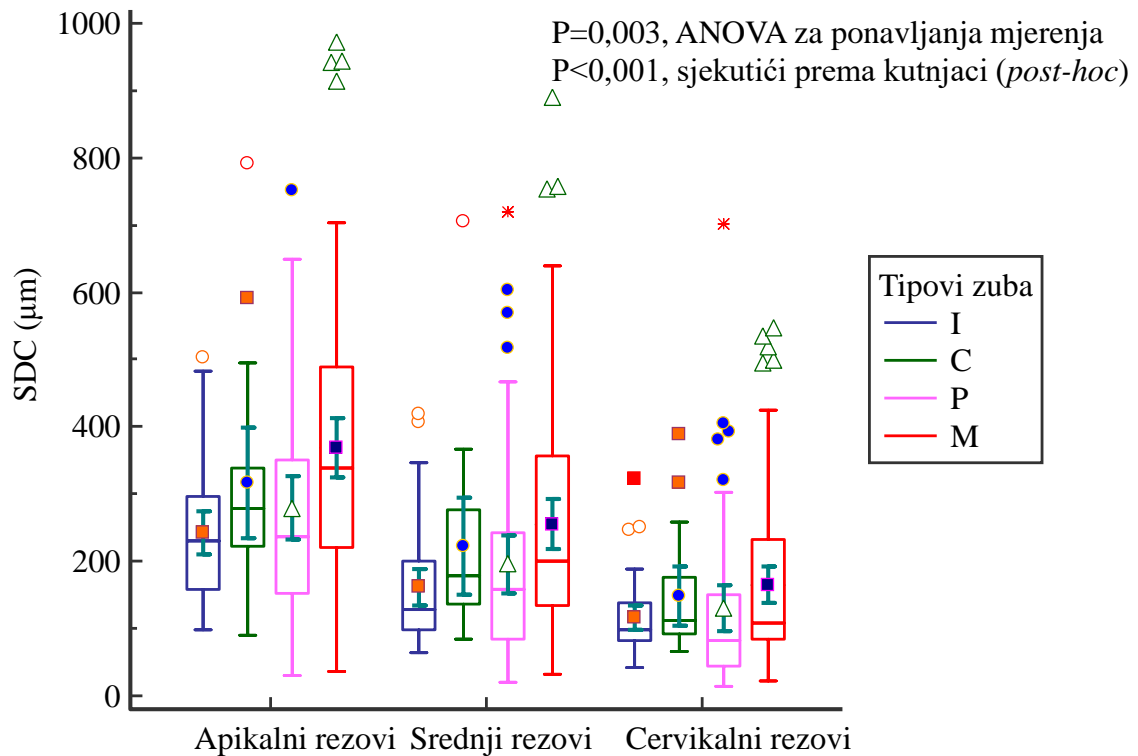
Slika 4.2. SDC prema rezovima od apikalnih (1m, 2m) do cervikalnih (5m, 6m) kod žena (Ž) i muškaraca (M) (N = 206)

Utvrđena je značajna razlika SDC-a za skupinu zuba s jednim korijenom u usporedbi sa skupinom s više korijena (više korijena ima deblji SDC, $F = 2,25$, $p = 0,047$) (slika 4.3.).



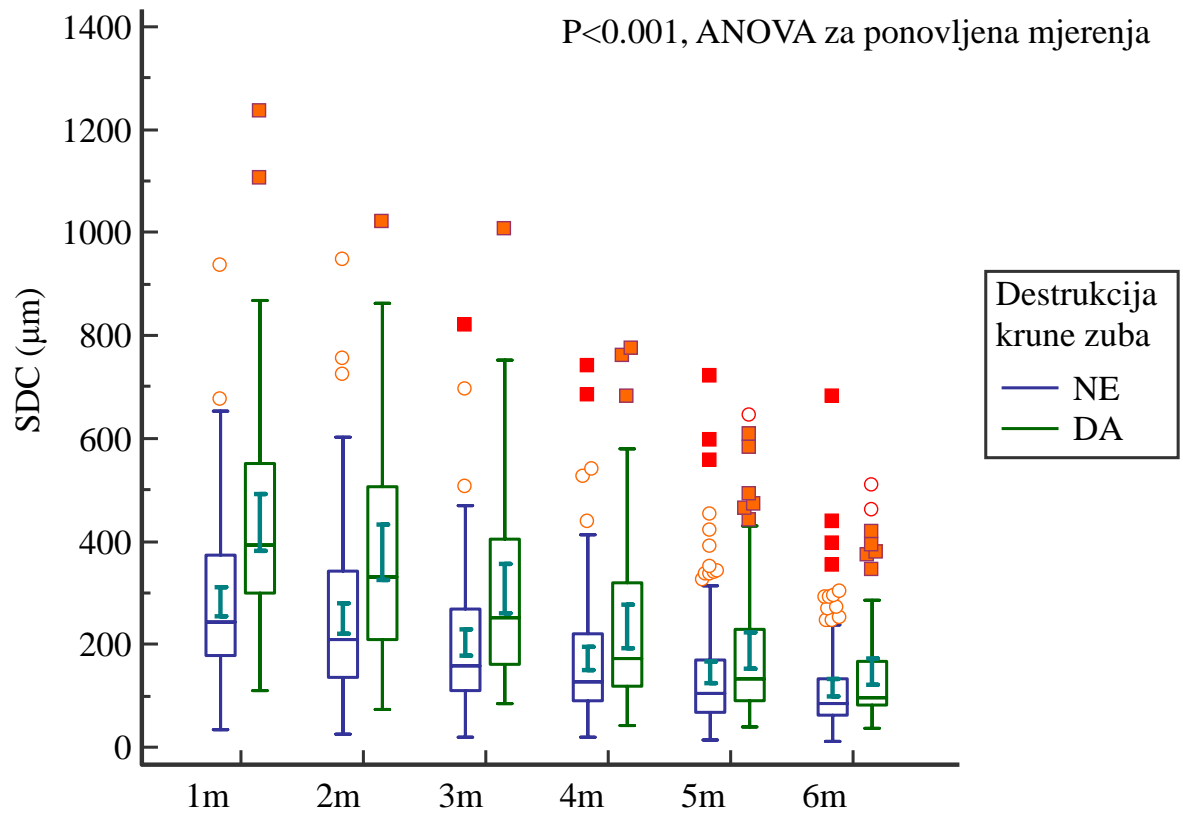
Slika 4.3. SDC prema rezovima (od apikalnih do cervikalnih) na zubima s jednim ili više korijena (N = 206)

Također je utvrđena statistički značajna razlika za SDC među tipovima zuba (sjekutići, očnjaci, pretkutnjaci i kutnjaci) ($F = 2,41$, $p = 0,002$). Kutnjaci imaju znatno veći SDC od sjekutića ($p < 0,001$, *post-hoc* analiza) (slika 4.4.).



Slika 4.4. Prosječna debljina cementa (SDC) apikalnih, srednjih i cervikalnih rezova različitih vrsta zuba; sjekutići (I), očnjaci (C), pretkutnjaci (PM) i kutnjaci (M)) (N = 206)

Također je utvrđena statistički značajno veći SDC kod zuba s destrukcijom krune u odnosu na one intaktne ($F = 18,46$, $p < 0,001$) (slika 4.5.).



Slika 4.5. SDC kod zuba s destrukcijom krune u odnosu prema onima intaktnima

Provedena je korelacijska analiza za utvrđivanje povezanosti kronološke dobi donora i srednje debljine cementa prema slojevima (rezovima) te istovjetna analiza prema spolu (tablica 4.3.).

Tablica 4.3. Povezanost kronološke dobi donora i srednje debljine cementa prema rezovima i spolu (N = 206)

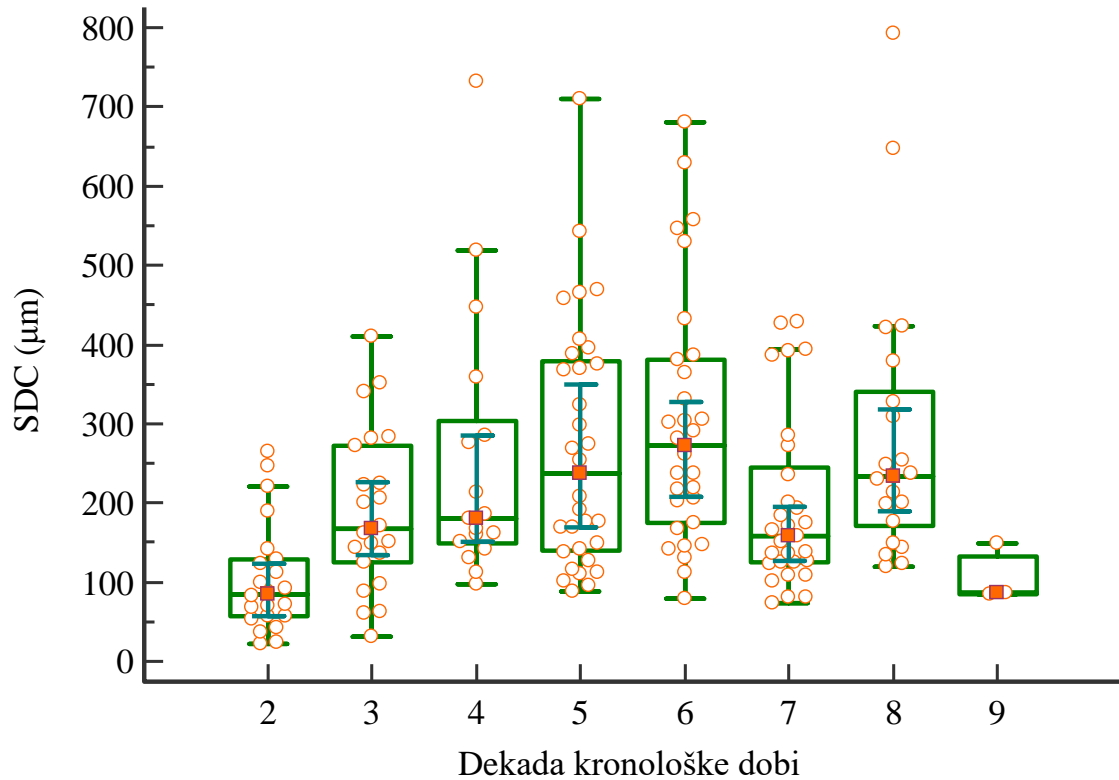
Rez		Dob		
		Svi (N=206)	M (n=82)	Ž (n=124)
1m	Korelacijski koeficijent*	0,196	0,242	0,162
	P	0,0048	0,0287	0,0714
2m	Korelacijski koeficijent*	0,201	0,25	0,171
	P	0,0037	0,0235	0,0581
3m	Korelacijski koeficijent*	0,219	0,25	0,192
	P	0,0016	0,0237	0,0326
4m	Korelacijski koeficijent*	0,269	0,319	0,238
	P	0,0001	0,0035	0,0076
5m	Korelacijski koeficijent*	0,302	0,326	0,292
	P	<0,0001	0,0028	0,001
6m	Korelacijski koeficijent*	0,384	0,391	0,403
	P	<0,0001	0,0005	<0,0001

* - Spearmanova rang korelacija

m – srednja debljina cementa navedenog reza, P – vjerojatnost

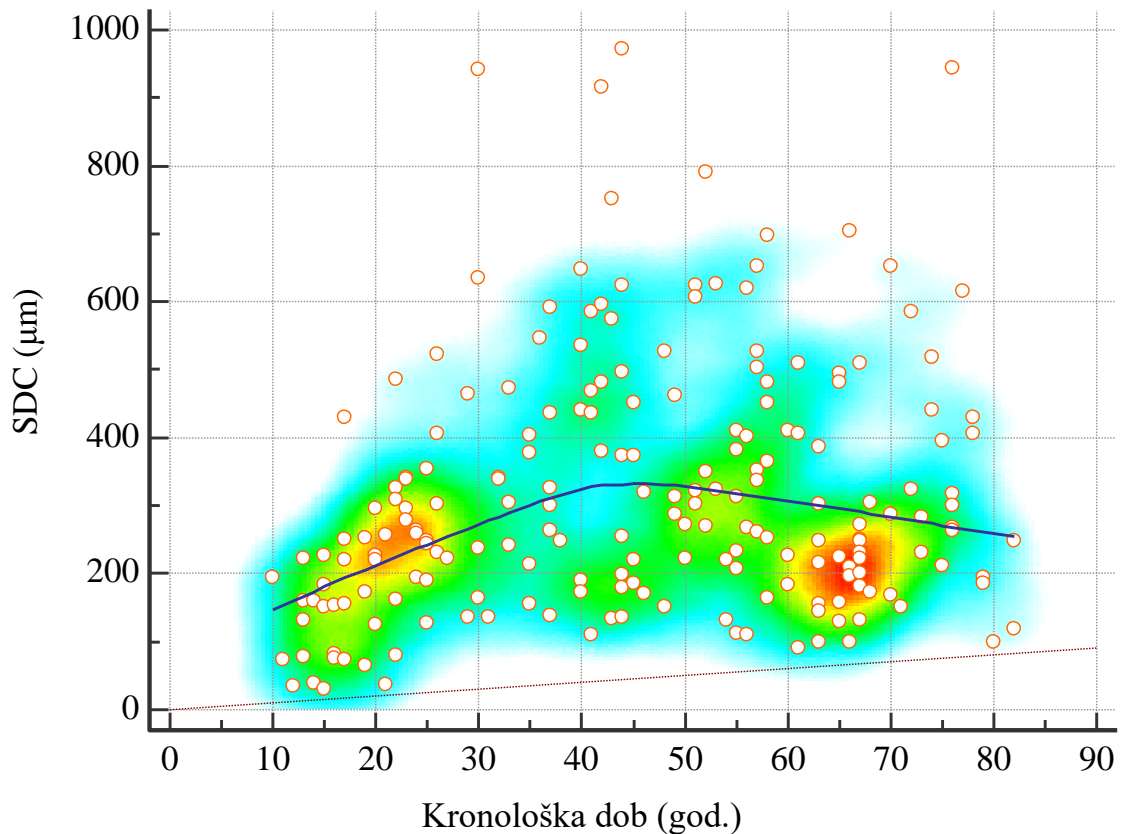
Iz tablice 4.3, vidljivo je da je za sve slojeve u cijelom uzorku utvrđena statistički značajna blaga do umjerena povezanost (R, 0,196 – 0,384), s time da je povezanost veća za cervikalne rezove. Usporedive su razine povezanosti utvrđene i za muški i ženski dio uzorka, iako uz nešto niže koeficijente korelacije kod žena, osim za 6. rez (cervikalni).

Kada je SDC uspoređivan između dobi prema desetljećima, utvrđeno je da postoji značajan porast debljine do 6. desetljeća i pad poslije toga razdoblja ($F = 2,03$, $p < 0,001$) (slika 4.6.).



Slika 4.6. Prosječna debljina cementa (SDC) (srednja vrijednost rezova 1 – 6) prema dekadama kronološke dobi (N = 206)

Korištenjem linearne regresijske analize prema dijelovima kronološke dobi (*piecewise linear regression analysis*), kao prijelomna točka utvrđena je dob od 53 godine (slika 4.7.).



Slika 4.7. Grafikon raspršenja te linearne regresijske analize prema dijelovima kronološke dobi (piecewise linear regression analysis) za povezanost sa SDC-om (N = 206)

Zbog toga su multivarijantnom regresijskom analizom izračunane dvije različite jednadžbe za dvije dobne skupine (≤ 53 godine i > 53 godine). Očekivani DD izračunan je na temelju dviju jednadžbi. Za dobnu skupinu ≤ 53 godine najbolji statistički značajni prediktori bili su minimalna debljina cementa prva 4 reza i status krune zuba (tablica 4.4.). Formula za procjenu starosti zuba (≤ 53 godine) bila je $DD \text{ (godina)} = 0,042 \times (\text{minimalna debljina cementa za rezove 1-4}) + 12,425 \times \text{stanje krune zuba} + 7,71$.

Minimalna debljina cementa za rezove 1-4 je najmanja izmjerena debljina na jednom od prva četiri reza. Stanje krune zuba u formulu se uključuje kao 0 (za intaktna) ili 1 (za oštećena).

Tablica 4.4. Rezultati multivarijatne regresijske analize za dentalnu dob ispod kronološke dobi od ≤ 53 godine (N = 120); $r^2 = 0,418$, $p < 0,001$

Nezavisne varijable	Koef.	SE	t	P	$r_{part.}$	$r_{semipart.}$
(Konstanta)	7,713					
Minimalna debljina cementa prva 4 reza	0,042	0,012	3,542	<0,001	0,342	0,277
Stanje krune zuba (0/1)	12,425	2,620	4,742	<0,001	0,438	0,371

Za dobnu skupinu > 53 godine značajni prediktori bili su maksimalna debljina cementa za prva

četiri reza i SDC za drugi rez (tablica 4.5.), a jednadžba za procjenu dentalne dobi bila je: DD (god) = $0,0253 \times$ (maksimalna debljina cementa za rezove 1–4) – $0,0487 \times$ SDC za drugi rez +

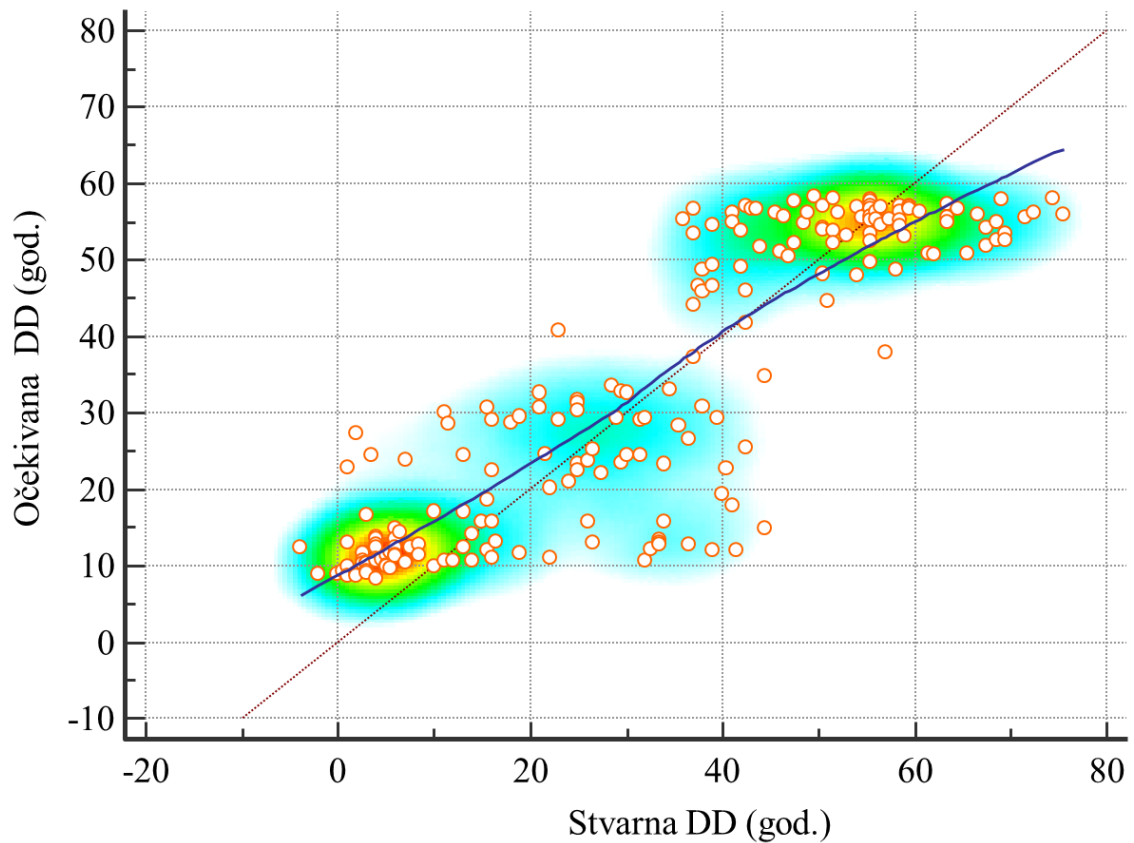
56,58.

Maksimalna debljina cementa za rezove 1-4 je najveća izmjerena debljina na jednom od prva četiri reza.

Tablica 4.5. Rezultati multivarijatne regresijske analize za dentalnu dob iznad kronološke dobi od 53 godine (N = 86); $r^2 = 0,175$, $p < 0,001$

Nezavisne varijable	Koef.	SE	t	P	$r_{part.}$	$r_{semipart.}$
(Konstanta)	56,58					
Maksimalna debljina cementa za rezove 1-4	0,025	0,0096	2,64	0,010	0,278	0,263
SDC za drugi rez	-0,049	0,013	-3,697	<0,001	-0,376	0,369

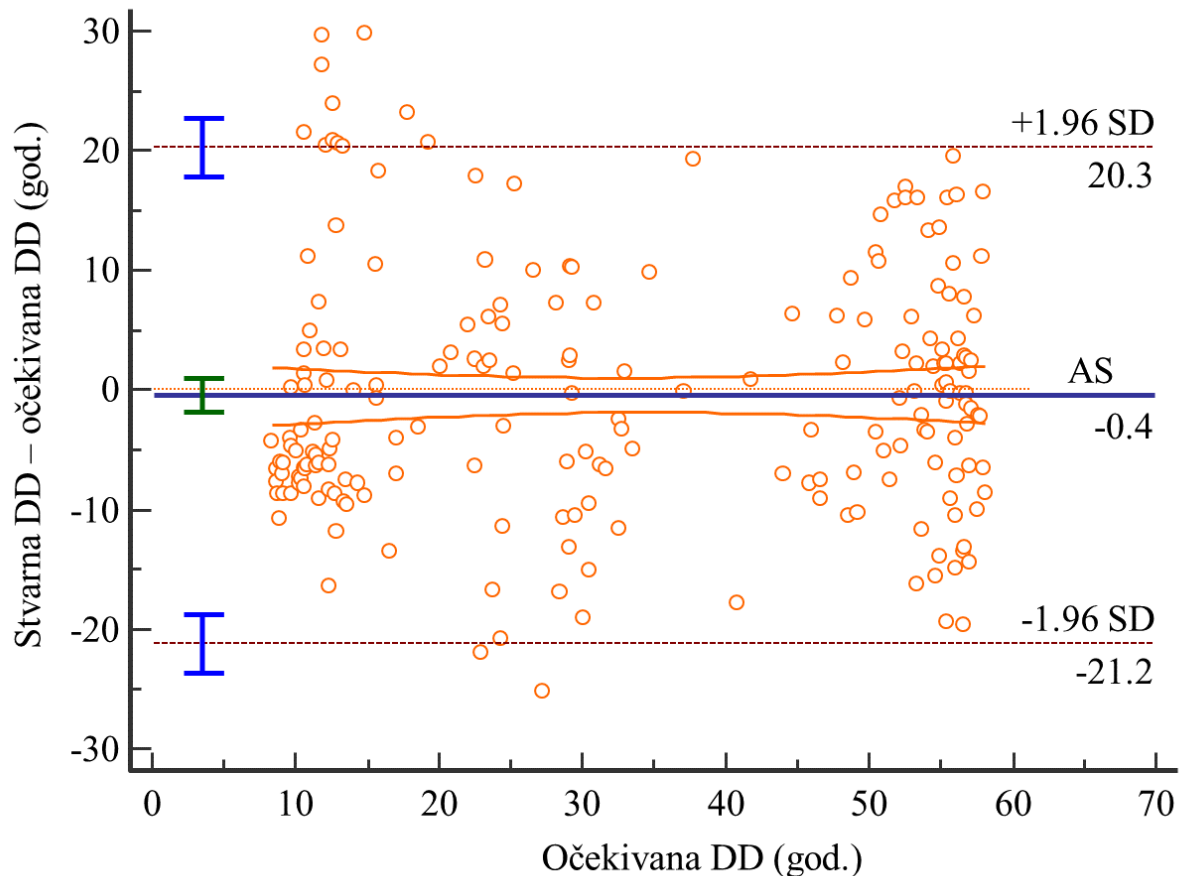
Na slici 4.8. je dijagram raspršenosti stvarnog DD-a i očekivanog DD-a prema SDC izračunima. Srednja pogreška (SD) izračuna DD-a bila je 0,9 (11,2) godina za kronološku dob ≤ 53 godine i 0,0 (8,9) godina za kronološku dob > 53 godine.



Slika 4.8. Očekivana dentalna dob u odnosu prema stvarnoj dentalnoj dobi (N = 206)

DD – dentalna dob

Na slici 4.9. na Bland-Altmanovu dijagramu za razliku stvarne i očekivane u odnosu na očekivanu dentalnu dob, vidljivo je da nije bilo sustavne pristranosti kad je riječ o pogreški predviđanja i da je pogreška predviđanja bila jednako raspoređena kroz cijeli dobni raspon. Iz slike 4.9. jasno je da je točnost predviđanja dentalne dobi mjerenjem debljine zubnoga cementa -0,4 godine uz SD od 10,6 godina.



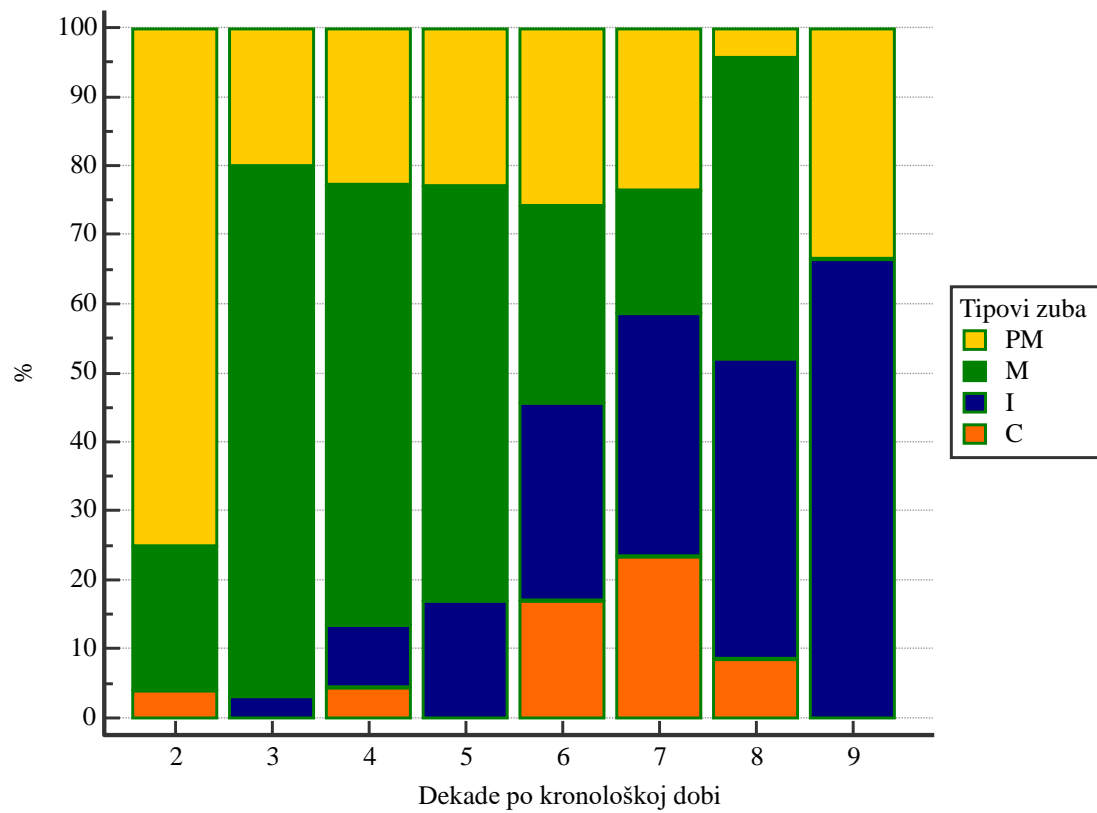
Slika 4.9. Bland-Altmanov dijagram za razliku stvarne i očekivane u odnosu na očekivanu dentalnu dob (N=206)

DD – dentalna dob, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija

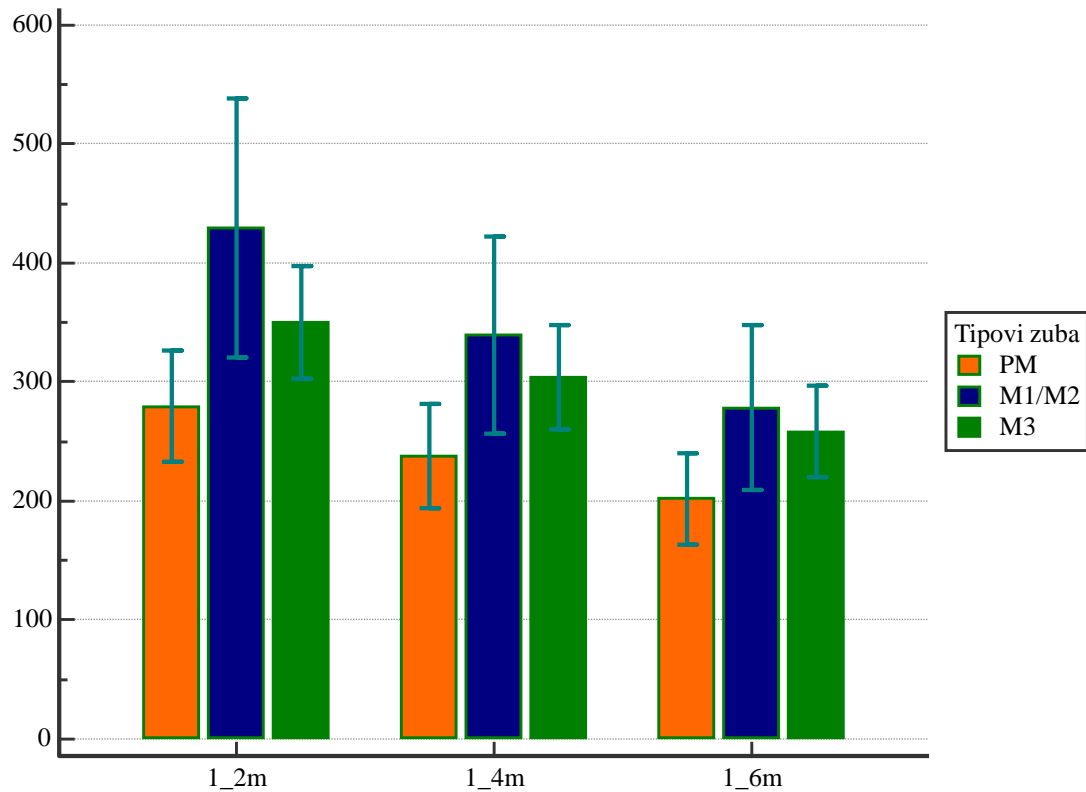
4.3 Analiza pretkutnjaka i kutnjaka

Već smo utvrdili da kronološka dob te tip zuba značajno utječu na SDC. Stoga neravnomjerna raspodjela tipova zuba prema dekadama kronološke dobi može znatno utjecati na povezanost SDC-a i DD-a te na izračun očekivanog DD-a. Na slici 4.10. prikazana je raspodjela tipova zuba prema dekadama kronološke dobi. Iz prikaza na slici 4.10. vidljivo je da su jedino pretkutnjaci i kutnjaci zastupljeni u svim dekadama kronološke dobi u našem uzorku te smo se

njima zato i koristili u zasebnoj analizi. Uzorak pretkutnjaka i kutnjaka činilo je 146 donorskih zuba obaju spolova (od 10 do 82 godine).

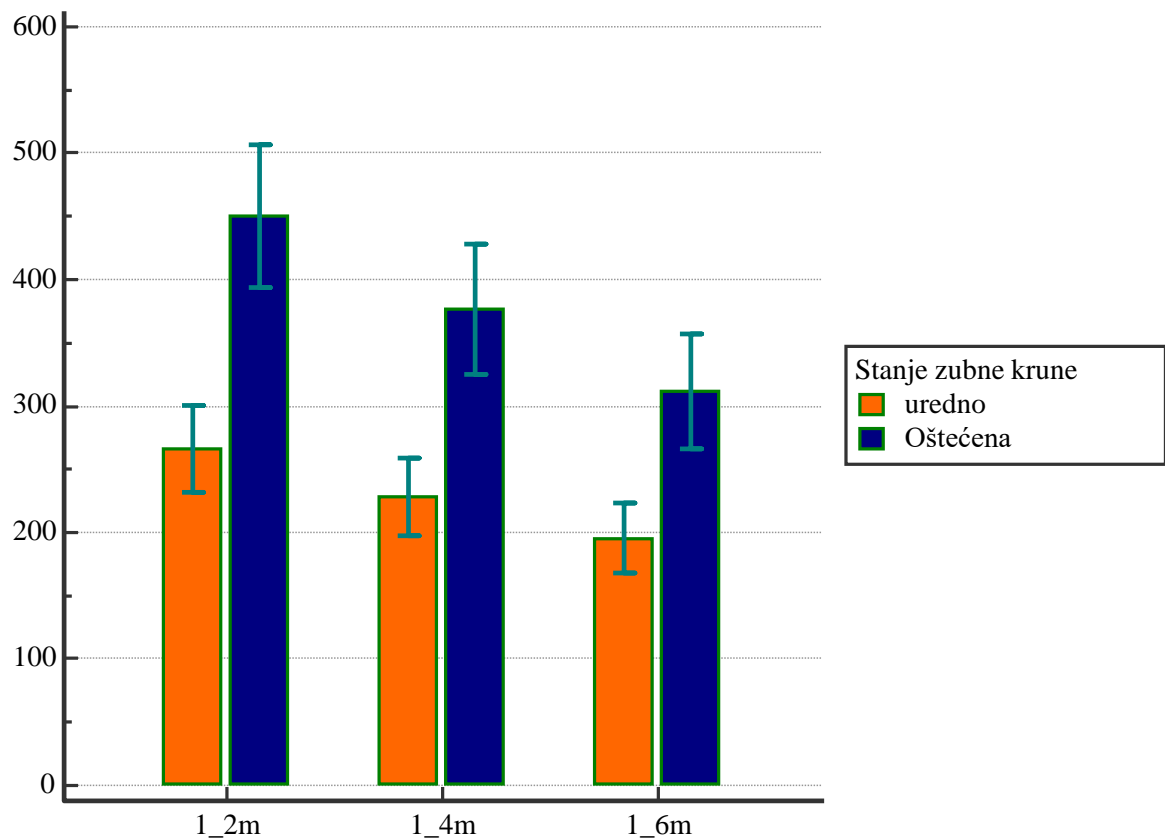


Slika 4.10. Raspodjela tipova zuba (sjekutići (I), očnjaci (C), pretkutnjaci (PM) i kutnjaci (M)) prema dekadama kronološke dobi (N = 206)



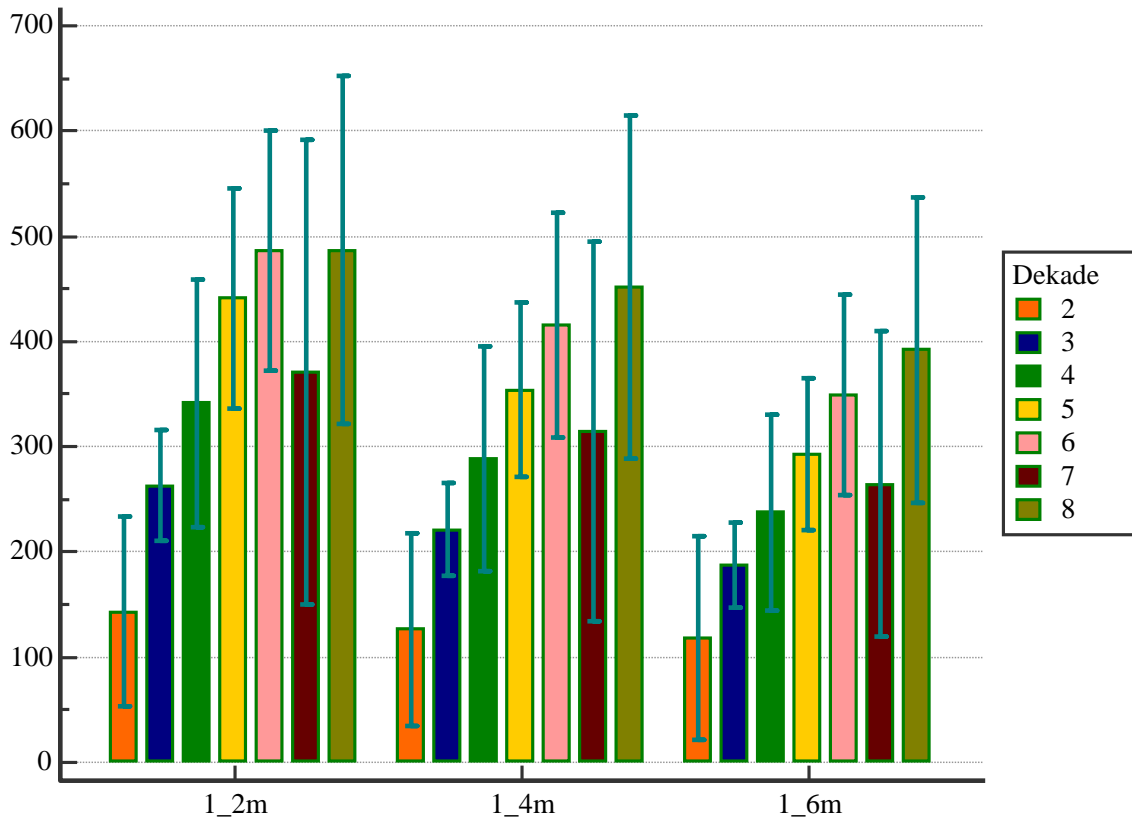
Slika 4.11. Prosječna debljina cementa (SDC) apikalnih, srednjih i cervikalnih rezova prema tipovima zuba (pretkutnjaci, kutnjaci M1/M2 i umnjaci M3) (N = 146)

Analizirano je 90 kutnjaka (20 M1 i M2 zuba i 70 M3) i 56 pretkutnjaka. Prosječna debljina cementa (SDC) znatno se smanjivala od apikalnih do cervikalnih rezova ($P < 0,001$, ANOVA) (slika 4.11.) i bila je deblja na zubima s oštećenom krunom ($P < 0,001$, ANOVA) (slika 4.12.) i kutnjacima u usporedbi s pretkutnjacima i umnjacima ($P = 0,026$, $P < 0,001$, ANOVA) (slika 4.11.).



Slika 4.12. Prosječna debljina cementa (SDC) apikalnih, srednjih i cervikanih rezova pretkutnjaka i kutnjaka prema stanju krune zuba (N = 146)

U usporedbi s našom prethodnom analizom SDC-a u svim vrstama zuba, pokazali smo značajno povećanje SDC-a u svim dekadama kronološke dobi, neovisno o rezovima ($P < 0,001$, ANOVA) (slika 4.13.)



Slika 4.13. Prosječna debljina cementa (SDC) apikalnih, srednjih i cervikanih rezova pretkutnjaka i kutnjaka prema dekadama kronološke dobi (N = 146)

Na temelju navedenoga, regresijskom analizom izveli smo i jednadžbu za izračun očekivane dentalne dobi na temelju SDC-a kutnjaka.

Jednadžba predviđanja za dentalnu dob na temelju debljine cementa kutnjaka jest: ODD (god) =

(minimalna debljina cementa za rezove 1 – 4) * 0,05785 + M1/M2 * 11,7 + 10,47 (r = 0,532, p < 0,001).

Minimalna debljina cementa za rezove 1-4 je najmanja izmjerena debljina na jednom od prvih četiri reza. M1/M2 - kutnjak korišten u procjeni, u formulu se uključuje 1 (ako je korišten kutnjak M1 ili M2) ili 0 (ako je korišten M3).

Time je dokazana hipoteza H1.

5.0. RASPRAVA

Tvrda zubna tkiva najotporniji su i najpostojaniji dio ljudskog tijela i zato ostaju najbolje očuvana tijekom vremena. Izloženost čimbenicima razgradnje kadavera, ili ekstremni uvjeti kojima su izložena ljudska tijela u slučaju prometnih nesreća, prirodnih elementarnih nepogoda ili ratnih stradanja, na tvrda zubna tkiva imaju najmanji utjecaj.

Zubni cement, kao tvrdo zubno tkivo zaštićeno u zubnoj alveoli, ima dodatne prednosti u forenzičkoj analizi u odnosu prema caklini i dentinu koji su izloženi u usnoj šupljini te lakše podliježu traumi, funkcionalnom trošenju i karijesnim promjenama. Za razliku od kosti i dentina, cement nema inervaciju, ni vaskularizaciju, što mu također daje prednost u slučaju upalnih i degenerativnih procesa u zubu. Zato je godinama često korišten kao izvor u procjeni dentalne dobi pojedinca, kako u forenzičke, tako i u antropološke i arheološke svrhe.

Zbog svojstva cementa da se taloži tijekom cijelog života, za procjenu dentalne dobi u istraživanjima su korištene dvije temeljne metode. Starija i češća je metoda brojenja inkrementnih linija cementa, a nešto mlađa je metoda mjerenja debljine zubnoga cementa. U dostupnim istraživanjima razvidno je da ni jedna dosad korištena metoda za procjenu kronološke i dentalne dobi nije u svojem izvornom obliku izdržala procjenu vremena kod odraslih i starijih ispitanika zbog problema i otvorenih pitanja vezanih za korištenu metodologiju. Najčešći problem jest to što sami autori metodu nisu testirali na nezavisnom uzorku (onomu koji nije korišten u primarnome istraživanju) čime se točnost i preciznost metode procjene dentalne dobi najčešće značajno precjenjuju (67, 68).

Pri samoj pripremi uzorka za analizu, a sa željom da se postigne što veća preciznost, niz autora koristi se procesom demineralizacije. Takav je postupak opsežan i zahtijeva vrijeme i dobro opremljen laboratorij. Zanimljivo je da se većina istraživača pri testiranju metoda koristi samo intaktnim zubima, bez ikakvih vidljivih oštećenja. Uz to, većina autora koristi se samo jednom kategorijom zuba na kojoj provodi mjerenje i izračun (68, 69).

Glavnina istraživanja temelji se na usporedbi dentina i cementa kao preferiranog tkiva za pouzdane podatke, usporedbi mjerenja debljine odloženog cementa i broja inkrementnih linija te na usporedbi vertikalnog i horizontalnog reza kod cementa. U nastavku rasprave navodimo pregled radova na koje se odnose navedene tvrdnje.

Kako bismo se što više približili uvjetima forenzičke prakse te kako bismo bolje ispitali mogućnosti korištenja analize cementa u forenzičke svrhe, odlučili smo se za mjerenje ukupne

debljine zubnoga cementa. Koristili smo se svim skupinama zuba, u širokom dobnom rasponu i nismo isključili zube s oštećenom krunom. To nas je, kako je navedeno u rezultatima, dovelo do nekih zanimljivih otkrića. Debljina zubnoga cementa značajno se razlikuje među tipovima zuba, ovisi znatno o stanju zubne krune te ne mora biti u linearnom odnosu s kronološkom i dentalnom dobi. Također, za kvalitetnu procjenu dobi zahtijeva, osim mjerenja debljine cementa, i dodatnu metodu procjene dobi, primjerice, određivanje stupnja translucencije dentina po Bang i Ramm metodi (5), koja je detaljnije opisana u uvodu. Uključivanje dodatnih metoda osobito je važno pri procjeni dobi starijih ispitanika.

Jedna među prvim metodama u analizi cementa za procjenu ljudske dobi počela je sa Stottom i suradnicima 1982. godine (70). Ova studija koristila se analizom inkrementnih linija u zubnom cementu kao kriterijem za procjenu starosti u forenzičkoj stomatologiji. Istraživanje je obuhvatilo 41 intaktni zub ekstrahiran iz triju kadavera poznate dobi od 57, 67 i 76 godina. Korištene su sve skupine zuba. Poprečni presjeci debljine 100 do 150 μm uzeti su iz korijena korištenjem dijamantne pile. Pojedinačne sekcije obojene su, fiksirane na stakalca i fotografirane pod svjetlosnim mikroskopom. Uobičajeni broj godina za erupciju bilo kojeg zuba dodan je broju inkrementnih linija kako bi se odredila procijenjena starost za taj kadaver. Metoda je pokazala visoku pouzdanost s koeficijentom korelacije od 0,88. Procjena starosti imala je marginu pogreške od ± 1 godinu za većinu zuba analiziranih u studiji. Poprečni presjeci srednjeg dijela korijena zuba pokazali su se najboljima za analizu zbog bolje vidljivosti inkrementnih linija. Studija je uključivala ograničen broj uzoraka (41 zub od triju kadavera), što može utjecati na generalizaciju rezultata. Veći uzorci mogli bi dati robusnije podatke i bolje razumijevanje varijabilnosti inkrementnih linija cementa među različitim populacijama (70).

Ovo istraživanje potvrdilo je potencijal TCA metode za preciznu procjenu dobi te potaknulo daljnja istraživanja kako bi se istražile potencijalne metode za standardizaciju pripreme i analize uzoraka.

Izazov odabira ispravne metode i veličine uzorka pojavljuje se kod niza istraživača u godinama koje slijede. Iako postoji nekoliko priznatih protokola, potvrda potrebne veličine uzorka, uključivanje svih vrsta zuba te praćenje intaktnih i karijesno ili parodontološki promijenjenih zuba nije strukturirano obuhvaćeno.

Kako bismo standardizirali metode u našoj studiji, provedena je validacija izmjera zubnih cementnih anulacija korištenih u procjeni dentalne dobi ljudi i pokazano je da postoji vrlo

visoka razina slaganja među ocjenjivačima, s vrlo malom pogreškom mjerenja (međuoocjenjivačko slaganje). Testiranje unutar ocjenjivačkog slaganja pokazalo je da bi pogreška najvjerojatnije mogla biti prouzročena pogreškom u kalibraciji mikroskopa koja se može spriječiti mjerom kontrole kvalitete korištenjem mjerenja standardnog zuba (poznatih dimenzija debljine cementa). U objavljenim relevantnim istraživanjima nismo pronašli takvu specifičnu standardizaciju u širokom rasponu zuba.

Sljedeći autori, navedeni prema kronološkom redu svojih radova, također su pokušavali pronaći optimalnu metodu za promatrane skupine zuba u širem vremenskom intervalu i nailazili su na neodgovorena pitanja o promjenama koje se događaju u starijoj dobi, a utječu na pouzdanost procjene.

Gupta sa suradnicima (2014.) u svojoj se studiji koristio histološkim i mikroskopskim tehnikama za analizu cementa i dentina kako bi se procijenila dob. Uzorak se sastojao od 50 zuba u rasponu dobi od 20 do 70 godina (71). Kod cementa su korištene i metode brojenja inkrementnih linija s pomoću svjetlosne mikroskopije i analiza debljine cementa na različitim dijelovima korijena. Brojenje inkrementnih linija pokazalo se općenito nešto preciznijom metodom. Studija je pokazala visoku korelaciju između broja linija i starosti ($r = 0,93$) kod mlađih od 40 godina, dok je mjerenje debljine cementa posebno korisno za starije osobe. Korelacija između debljine cementa i starosti visoka je ($r = 0,88$) za starije od 40 godina (71).

Apikalna trećina korijena u ovom je istraživanju dala najbolje rezultate za mjerenje debljine cementa zbog svoje konzistentne debljine s godinama.

Kad je riječ o dentinu, procjenjivano je nekoliko karakteristika vezanih za porast dobi. Dentin postaje translucetniji, odnosno prozirniji s dobi, a to je posljedica taloženja sekundarnog dentina unutar dentinskih tubula, kao odgovor na fiziološke i patološke podražaje. Sklerozacija je promjena čija analiza uključuje kombinaciju analize ovih promjena u dentinu s analizom u cementu te time omogućuje precizniju procjenu starosti, posebno kod starijih ispitanika.

Promjene u dentinu korištene su kao dodatni pokazatelji starosti zbog njihovih postupnih i predvidljivih promjena tijekom života, čime se povećava točnost procjena starosti kod različitih dobnih skupina. Na temelju rezultata našeg istraživanja koji upućuju da se dvije različite formule za izračun dentalne starosti koriste za procjenu do 50 godina i više od 50 godina,

sugeriramo također uvođenje dodatne tehnike analize translucencije korijenskog dentina (5, 19).

Raju sa suradnicima (2016.) uspoređivao je procjenu dentalne starosti mjerenjem preklapanja ili migracije cementa u cervikalnom dijelu na spoju zubne cakline i cementa i debljine cementa na apikalnoj trećini korijena. Uzorak su bili treći mandibularni kutnjaci, od čega 50 impaktiranih i 50 izraslih (60). Rezultati te studije pokazuju visoku statističku snagu za impaktirane zube, sa značajnim koeficijentima korelacije i niskim p-vrijednostima, što upućuje na pouzdanost mjerenja koronarnog pomaka cementa na cervikalnom dijelu korijena i debljine cementa na apikalnoj trećini korijena za procjenu starosti ($r = 0,92$). Za eruptirane zube debljina cementa na apikalnoj trećini korijena pokazala je značajnu korelaciju ($r=0,85$), a koronarni pomak cementa na caklinsko-cementnom spoju nije pokazao značajnu korelaciju.

Treći kutnjaci često su impaktirani ili djelomično impaktirani, što ih izolira od vanjskih čimbenika kao što su abrazija i parodontna bolest. To omogućuje preciznije mjerenje debljine cementa bez utjecaja vanjskih oštećenja. Cement je deblji u apikalnoj trećini korijena trećih kutnjaka, što omogućuje jasnija i preciznija mjerenja. Deblji slojevi cementa daju više podataka za analizu, pa je i procjena starosti preciznija. Korištenje trećih kutnjaka i debljine cementa za procjenu dentalne dobi temelji se na njihovoj stabilnosti, većoj debljini cementa i manjim vanjskim utjecajima, čineći ih pouzdanim uzorcima za takve analize. Niz autora bavio se analizama korištenjem trećeg kutnjaka (19, 60). U našem istraživanju nismo dobili značajnu razliku između trećeg kutnjaka i ostalih kutnjaka. S druge strane, nismo imali zabilježen anamnestički podatak je li treći kutnjak bio impaktiran ili poluimpaktiran.

Mathew sa suradnicima (2017.) procjenjivao je digitalnom panoramskom radiografijom kronološku dob na temelju stadija razvoja donjeg trećeg kutnjaka. Istraživanje je obuhvatilo radiografske snimke različitih dobnih skupina, u rasponu od 9 do 23 godine. Podatci su pokazali da je $R^2 = 0,81$, a $P < 0,05$, što potvrđuje da je metoda procjene kronološke dobi na temelju razvoja donjeg trećeg kutnjaka kod adolescenata pouzdana i statistički značajna. Istaknuto je da rezultati vrijede za specifičnu populaciju te da bi se trebala provesti i na drugim populacijama za potvrdu vrijednosti (72).

Kada razmatramo forenzička i antropološka istraživanja, za analizu se koristimo dostupnim zubima, stoga ne sugeriramo fokusiranje na jednu vrstu zuba za procjenu dentalne dobi pri

korištenju invazivnih metoda. Kako bi metoda bila primjenjiva za širi raspon dobi, važno ju je standardizirati na većem uzorku, sa širim dobnim rasponom.

Mohan je sa suradnicima (2018.) na uzorku od 50 zuba ispitivao korelaciju procjene dobi i broja inkrementnih linija. Iako je riječ o malom uzorku, bez specificirane raspodjele uzorka prema spolu i kategorijama zuba, navodi se da su uključene različite kategorije zuba, u rasponu dobi od 20 do 70 godina. U ovom slučaju upotrijebljen je faznokontrastni mikroskop, što poboljšava vidljivost inkrementnih linija, čime se povećava točnost procjene (73).

Mani-Caplazi sa suradnicima (2019.) u svojem je istraživanju usporedila recentne i arheološke uzorke. Ukupni uzorak bio je malen (23 recentna zuba i 24 arheološka zuba), ali bile su uključene sve skupine zuba. Mjerenje širine inkrementnih linija provedeno je pod svjetlosnim mikroskopom, faznokontrastnim mikroskopom i stereomikroskopom. Uočene nepravilnosti u inkrementnim linijama cementa uključivale su promjene u debljini i izgledu linija, što može biti indikativno za različite stresne događaje ili fiziološke promjene. Nepravilnosti su analizirane i povezane s dokumentiranim životnim događajima poput trudnoće, bolesti ili drugim stresnim događajima (74).

Proučavane su promjene u cementu koje su se podudarale s poznatim stresnim razdobljima u životu ispitanika i fiziološkim promjenama. Nije zanemariva ni prirodna varijabilnost među pojedincima koja može utjecati na točnost procjene. Ekološki i patološki utjecaji mogu promijeniti izgled i širinu linija, otežavajući interpretaciju. Možemo samo pretpostaviti, na temelju naših dobivenih rezultata, da se isti utjecaji manifestiraju i u debljini odloženog cementa. Ova studija potvrđuje da je faznokontrastni mikroskop najučinkovitiji za preciznu analizu inkrementnih linija cementa (74). Uz metodologiju i adekvatnu opremu, ova studija podsjeća nas koliko su u procjeni dentalne dobi važni svi dostupni anamnestički podatci o pojedincu te sugeriraju daljnja istraživanja na što raznolikijem uzorku kako bi se mogle kvantificirati i standardizirati različite vrste utjecaja na procjenu dobi. U našem istraživanju, u formulu za izračun dobi unijeli smo koeficijent utjecaja oštećenja krune zuba koja je značajan nezavisni prediktor dentalne dobi (74).

Mallar sa suradnicima (2015.) uspoređuje longitudinalni i transverzalni rez na uzorku od 50 ispitanika obaju spolova. Iako je veličina uzorka od 25 zuba muških i 25 zuba ženskih ispitanika za to istraživanje bila statistički dostatna, metoda korištenja samo jednog (srednjeg) reza nije dovoljno pouzdana. Korelacija između stvarne i procijenjene starosti bila je značajna u dobnoj

skupini < 30 godina, s umjerenom značajnošću za longitudinalne presjeke. Metoda je pokazala tendenciju podcjenjivanja starosti kod mlađih ispitanika i precjenjivanja kod starijih ispitanika. Autori zaključuju da kombinacija s drugim metodama procjene starosti može povećati pouzdanost rezultata, da prirodna varijabilnost među pojedincima može utjecati na točnost procjene kao što i bolesti zuba mogu utjecati na izgled i broj inkrementnih linija, što otežava interpretaciju rezultata (75). U našem istraživanju došli smo do istog zaključka zbog nemogućnosti odgovora na pitanje zašto se lomi krivulja povećanja debljine cementa na 53 godine.

Kako smo već napomenuli, uključivanje svih vrsta zuba u analizu omogućuje cjelovitije rezultate. Naši rezultati pokazali su značajne razlike između debljine zubnoga cementa kod jednokorijenskih i višekorijenskih zuba. Jednokorijenski zubi češće su intaktni, jednostavniji za pripremu i očitavanje pa ih niz autora upotrebljava za procjenu dobi korištenjem zubnoga cementa. Isto tako, uz sva već opisana ograničenja i utjecaje na pouzdanost inkrementnih linija u procjeni dentalne dobi, u odnosu prema mjerenju debljine cementa, veći je broj dostupnih radova koji se bave brojenjem inkrementnih linija.

Swetha sa suradnicima (2018.) ispitivao je na uzorku od 80 jednokorijenskih zuba ispitanika u rasponu od 22 do 60 godine, korelaciju poznate dobi i broja inkrementnih linija kako bi procijenio koji je zub najpouzdaniji pokazatelj dobi. U ispitivanju se koristio longitudinalnim rezom te formulom da je procijenjena dob jednaka zbroju inkrementnih linija i godine erupcije zuba. Dobivena je pozitivna korelacija između poznate i procijenjene dobi, s prosječnim odstupanjem +/- 2 godine. S druge strane nije dobivena statistički značajna linearna korelacija između procijenjene dobi i godine erupcije zuba (76).

Odlučili smo istražiti jednostavnu i prilično jeftinu metodu koja bi se mogla jednostavno primijeniti u forenzičke svrhe diljem svijeta. U ovom radu nastojali smo povećati točnost procjene korištenjem dosad neiskorištene analize mjerenja debljine cementa na više poprečnih presjeka, na svim tipovima zuba, oba spola, koristeći se također širokim rasponom starosti uzoraka zuba.

U našoj studiji otkrili smo da srednja debljina cementa (SDC) značajno opada od apikalnih presjeka prema cervikalnima ($P < 0,001$), da je SDC značajno deblji na kutnjacima u usporedbi sa sjekutićima ($P < 0,001$) i na zubima s uništenom zubnom krunom ($P < 0,001$). Pri analizi SDC-a po dekadama kronološke dobi pokazalo se značajno povećanje od druge dekade s

vrhuncem u šestoj dekadi, poslije čega slijedi pad do devete dekade ($P < 0,001$). Analiza linearne regresije s prekidima pokazala je prijelomnu točku u dobi od 53 godine, pa su osmišljene dvije različite jednadžbe za dvije dobne skupine (≤ 53 i > 53 godine).

Iako se autori mnogih studija koriste invazivnim metodama koje pokazuju povećanje debljine cementa s godinama, također pokazuju da to povećanje tijekom života nije linearno. U našoj studiji pokazali da je prijelomna točka u povećanju SDC-a u dobi od 53 godine, s negativnim trendom nakon toga.

Gualdi-Russo i suradnici (2022.) (77, 78) nedavno su pokazali da su podatci različiti za dobnu skupinu mlađu od 45 godina u usporedbi s cijelom skupinom (18 – 84 godine). U kontekstu istraživanja, za mlađe od 45 godina, metoda mjerenja debljine cementa bila je preciznija, s linearnom vezom između debljine cementa i poznate kronološke dobi, dok je kod starijih od 45 godina došlo do povećanja pogreške u procjeni starosti. Nisu pronašli razlike u debljini cementa između spolova, dentalnog luka i jednokorijenskih i višekorijenskih zuba (75 % uzorka bili su kutnjaci). Također su testirali svoje jednadžbe na zasebnom uzorku iz iste mediteranske populacije, pokazujući veću pouzdanost za jednadžbu osmišljenu za osobe mlađe od 45 godina, te zaključuju da se njihova metoda treba primjenjivati s oprezom u forenzičkom kontekstu kada skeletni ostatci vjerojatno pripadaju starijim osobama. U našem uzorku također su većinom bili kutnjaci koji su bili ravnomjerno raspoređeni u svim promatranim dekadama te smo bili u mogućnosti obaviti zasebnu analizu samo tog tipa zuba. Takva analiza pokazala je da u skupini kutnjaka debljina cementa linearno raste s dentalnom dobi te smo izračunali jedinstvenu jednadžbu za cijeli dobni raspon našeg uzorka. Na taj način, kada je uzorak kutnjak, možemo korištenjem jedne metode (izmjerom debljine cementa) procijeniti dentalnu dob.

Grupa autora, Suciyanie i suradnici, 2022. godine, nakon analize također je preporučila da se koristi metoda cementnih anulacija za mlađe odrasle osobe (15 – 44 godine) i metoda dentinske translucencije za starije (≥ 45 godina) (79).

Colard i suradnici u svojem radu iz 2018. otkrivaju snažnu korelaciju između kronološke dobi i procjena ($r = 0,927$; $p < 0,001$), ali i značajnu povezanost između čitljivosti inkrementnih linija i kronološke dobi ($p < 0,05$) (60). Oni su, usporedivo s našim rezultatima, pronašli značajnu razliku u preciznosti i točnosti između osoba mlađih i starijih od 50 godina. Njihovi rezultati također pokazuju da tahonomija može povećati nepreciznost za faktor tri.

Bertrand i suradnici (2019.) u časopisu *Forensic Science International*, argumentirano propitkuje metodologiju u kojoj određeni autori navode vrlo visoke koeficijente korelacije u svojim izvještajima o procjeni kronološke dobi posmrtnih ostataka koristeći se cementokronologijom (80, 81). Vrlo je vjerojatno da zbog nedostatka standardizacije objavljeni koeficijenti korelacije variraju od 0,42 (Kasetti i sur., 2010.) (82) do 0,97 (Wittwer-Backhofen i sur., 2004.) (83).

Kako bismo na jednom mjestu pregledno sagledali barem približno usporedive metode i protokole te ih usporedili s vlastitim rezultatima, proučili smo dvije metaanalize koje navodimo u nastavku teksta.

Nedavno je grupa autora (Perrone i sur., 2022.) (84) objavila sustavni pregled literature uzimajući u obzir 129 članaka 55 za ljude, 28 za životinje i 43 o biologiji. Uspoređujući istraživanja na ljudima bilo je evidentno da unatoč trima standardiziranim protokolima (Wittwer-Backhofen i sur., 2004. (83); Naji i sur., 2016; (85) i Colard i sur., 2018. (61), istraživači osmišljavaju svoje vlastite, alternativne metode pa se dobiveni rezultati teško mogu usporediti.

U istraživanjima koja su obuhvaćena ovom metaanalizom u kojoj su korišteni ljudski zubi, primijenjene su razne metode analize zubnoga cementa za procjenu dobi i sezonalnosti:

- istraživanja su se razlikovala u korištenju poprečnih i uzdužnih presjeka za analizu metode cementnih anulacija
- poprečni presjeci češće su korišteni zbog bolje vizualizacije inkrementnih linija, a uzdužni presjeci korišteni su za specifične vrste analiza.

Analize su pokazale da demineralizacija i bojenje mogu negativno utjecati na vidljivost inkrementnih linija. Bolje rezultate dale su nemineralizirane i nebojene sekcije. Različiti mikroskopi (svjetlosni, faznokontrastni, polarizirani) korišteni su u analizama s različitim stupnjem uspješnosti. Najbolji rezultati postignuti su polariziranim i faznokontrastnim mikroskopima (84). Prema rezultatima istraživanja, srednji dio korijena zuba pokazao se kao najbolji za procjenu dentalne dobi zbog veće vidljivosti inkrementnih linija. U tu svrhu često su se koristili poprečni presjeci srednjeg dijela korijena.

Brojne studije su pokazale da su jednokorijenski zubi, kao što su očnjaci i sjekutići, najpouzdaniji za procjenu dentalne dobi zbog njihove jednostavne strukture i bolje očuvanosti inkrementnih linija. Usporedba dviju uspješnih metoda pokazala je da su očnjaci i sjekutići dali najbolje rezultate (84).

Radovi koji pokazuju da su jednokorijenski zubi najbolji za procjenu su:

Bertrand sa suradnicima. (2019.), (80, 81) na uzorku od 400 jednokorijenskih zuba, uključujući i očnjake, dobio je korelaciju ($r = 0,927$) sa standardnom pogreškom od 4,45 do 5,25 godina; Wittwer-Backofen sa suradnicima (2004.) (83) na uzorku od 363 zuba dobio je korelaciju kod muškaraca ($r = 0,970$), a za žene ($0,978$) sa standardnom pogreškom od 2,5 godina.

Goutham sa suradnicima (86) (2016.) na uzorku od 353 zuba, s pomoću različitih mikroskopa, postiže sljedeće rezultate: korelacija faznokontrastnim mikroskopom ($r = 0,9952$), svjetlosnim mikroskopom ($r = 0,9760$) i polariziranim mikroskopom ($r = 0,9833$) s procjenom dobi.

Linearnost tih rezultata trebalo bi dodatno ispitati jer autori kasnijih studija ne postižu tako visoku korelaciju, uz suvremeniju metodologiju.

Presjeci debljine 70 do 100 μm iz srednjeg dijela korijena, proizvedeni kao nedekalcificirani i nebojeni, pokazali su se najboljima za analizu. Ugradnja uzoraka u smolu i stvrdnjavanje također je važna za očuvanje strukture.

Pojedini autori (80, 81, 85) pretpostavljaju da je glavni razlog za neslaganje između rezultata nedovoljno znanje o biologiji zubnoga cementa i mogućim unutarnjim (vitamin D, hormonski utjecaji, utjecaj pirofosfata na cementogenezu itd.) i vanjskim utjecajima izloženosti zuba. Zato predlažu standardizaciju protokola, opreme i materijala te suradnju između istraživačkih laboratorija.

Iste godine objavljeni su usporedni rezultati druge metaanalize (Pinto i sur., 2022.) (87). Pintov rad temelji se na sustavnom pregledu i metaanalizi postojećih istraživanja o procjeni dentalne dobi s pomoću brojenja inkrementnih linija cementa. Pregled je obuhvatio studije upisane u bazu PROSPERO, slijedeći protokol PRISMA-e. Uključeni radovi varirali su u metodologiji i kvaliteti, ali svi su se bavili procjenom starosti na temelju analize cementa. Glavna saznanja proistekla iz analize:

- metodologija: istraživanja su analizirala korelaciju između kronološke dobi i procijenjene dobi na temelju inkrementnih linija cementa; neke studije pokazale su visoku korelaciju, a druge su otkrile značajnu nepouzdanost;
- pouzdanost: otkrivena je varijabilna točnost metode; dok se u nekim radovima isticala visoka preciznost, drugi su pokazali značajne varijacije, što upućuje da je potrebno standardizirati tehniku;

Visoka heterogenost među studijama otežava donošenje univerzalnih zaključaka; čimbenici kao što su tehnike obrade uzoraka i različiti protokoli utjecali su na rezultate. Studije prema rezultatima možemo uspoređivati vezano uz određene karakteristike: razina korelacije između kronološke/dentalne dobi i morfoloških i patoloških obilježja te razine pouzdanosti predikcije kronološke/dentalne dobi.

Studije koje pokazuju visoki stupanj korelacije su one koje su proveli Kagerer i Grupe (2001.) (88 - 91): su pokazale visoku korelaciju između broja inkrementnih linija cementa i kronološke dobi ($r = 0,85$). Autori su istaknuli visoku pouzdanost metode za procjenu dobi kod osoba bez parodontne bolesti, kao i studija Dias i suradnika (2010.) kao i drugih autora (92 - 95) gdje se pokazalo da je za zube bez parodontnih bolesti korelacija bila visoka ($r = 0,74$) s malom prosječnom pogreškom od 1,6 godina, što upućuje na visoku pouzdanost metode u odsutnosti bolesti.

S druge strane, studije koje su pokazale nisku korelaciju kod zubi s parodontnim bolestima, Dias i suradnici (2010.) (92): za zube s parodontnim bolestima korelacija je bila vrlo niska ($r = 0,03$) s prosječnom pogreškom od 22,6 godina, što upućuje na nisku pouzdanost metode kada su prisutne bolesti desni, a u svom istraživanju Backofen i suradnici (2004.): su također dobili nisku korelaciju ($r = 0,40$) u određenim uzorcima, što sugerira da metoda brojenja inkrementnih linija cementa može biti manje pouzdana u specifičnim uvjetima ili u određenim populacijama (83).

Osim razine korelacije, pouzdanost predikcije je također važna karakteristika jer visoka korelacija ne znači i visoku pouzdanost.

Studija koja su proveli Kagerer i Grupe sa suradnicima (91) je pokazala visoku pouzdanost u procjeni dobi koristeći se inkrementnim linijama cementa ($r = 0,85$), posebno kod uzoraka bez zdravstvenih komplikacija U svom radu je visoku razinu pouzdanosti ($r = 0,82$) i točnost metode

brojanja inkrementnih linija cementa postigao i Solheim, pružajući dodatnu podršku toj tehnici u forenzičkoj praksi (48).

Druga studija čiji je autor Solheim također je pokazala visoku razinu pouzdanosti ($r = 0,82$) i točnosti metode brojenja inkrementnih linija cementa, pružajući dodatnu podršku toj tehnici u forenzičkoj praksi (49).

Već spomenuta studija koju su proveli Dias i suradnici (2010.) (92) kod uzoraka zubi donora kod kojih su zabilježeni zdravstveni problemi poput parodontne bolesti, pokazala je također vrlo nisku pouzdanost metode ($r = 0,03$), što upućuje na znatne izazove u korištenju te tehnike kod zuba za koje ne možemo sa sigurnošću tvrditi da su intaktni. U prilog ovoj tvrdnji možemo dodati i studiju koju su proveli Alghonamy i suradnici (2015.) (96) u kojoj su postigli nisku korelaciju ($r=0,35$) kod uzoraka s prisutnom patologijom zubnog i parodontnog tkiva.

Za samu usporedivost istraživanja koja se bave određivanjem dobi koristeći se zubnim cementom, značajan utjecaj ima i njihova heterogenost, obzirom na metodologiju prikupljanja, pripreme, obrade i očitavanja uzoraka.

U studijama su korištene različite vrste mikroskopa (svjetlosni, polarizirani, faznokontrastni), što utječe na vidljivost i prepoznavanje inkrementnih linija. Primjerice, u studiji Kagerera i Grupea (2001.) (91) upotrijebljen je polarizirani mikroskop za bolje rezultate, a u drugim studijama, poput one Backofena i suradnika (2004.) (83) korišten je svjetlosni mikroskop.

Kada razmatramo same tehnike obrade uzorka, primjećujemo da debljina rezova, metode bojenja i priprema uzoraka variraju među studijama, što rezultira različitim stupnjevima jasnoće inkrementnih linija i njihovom prepoznatljivošću. U svojoj studiji Solheim (1990.) ističe važnost standardizacije u pripremi uzoraka kako bi se osigurala konzistentnost (48 - 50).

Nedostatak standardiziranih protokola za pripremu i analizu uzoraka razlog je za dobivanje varijabilnih rezultata. Različiti istraživači mogu primjenjivati različite tehnike bojenja, debljinu rezova i metode mikroskopiranja, što može rezultirati različitim stupnjevima preciznosti (97). U studiji Kagerera i grupe (2001.) (91) predlaže se standardizacija postupaka kako bi se

smanjila varijabilnost. Različite boje mogu različito uzajamno djelovati s cementom, a to može utjecati na vidljivost linija. Standardizacija bojenja može pomoći u smanjenju varijabilnosti rezultata.

Dias i suradnici (2010.) (92) uočili su da različite tehnike bojenja mogu značajno utjecati na rezultate. Autori su istaknuli da različite tehnike bojenja mogu imati različite učinke na vidljivost cementnih linija. Boje poput hematoksilina i eozina često poboljšavaju vidljivost linija zbog njihovih kontrastnih svojstava, čime olakšavaju brojenje. S druge strane, boje koje ne omogućuju jasni kontrast, kao što su neke metilensko-plave, mogu prouzročiti preklapanja i nejasnoće, otežavajući precizno očitavanje. Utjecaj parodontne bolesti dodatno komplicira očitavanje jer može promijeniti strukturu cementa zato što čini linije teže vidljivima i manje pouzdanima za procjenu starosti.

Ta nas saznanja potiču na razmišljanje o utjecaju akrilata na preparate koje promatramo, osobito u slučaju oštećenja zuba. U svojem radu uklapali smo zube u brzovezujući akrilat. U rijetkim radovima autori se bave utjecajem akrilata na pouzdanost očitavanja pod svjetlosnim mikroskopom, a osobito oštećenih zuba. Uklapanje uzoraka zuba u akrilat prije rezanja može značajno utjecati na mogućnost očitavanja pod mikroskopom, posebno u slučaju oštećenih zuba. Akrilat, kao materijal za uklapanje, može ući u pukotine i u oštećenja u zubu, što može otežati ili narušiti jasnoću cementnih linija koje se koriste za procjenu starosti. To može rezultirati nejasnoćama i pogreškama pri brojenju cementnih linija, odnosno pri mjerenju debljine cementa (98, 99).

U nekoliko studija autori su se bavili tom problematikom. Na primjer, u studijama objavljenima u časopisima kao što je *Polymers* istraživani su različiti aspekti upotrebe akrilata i drugih plastika za uklapanje uzoraka za mikroskopske analize. Posebno su se bavili utjecajem uklapajućeg materijala na očuvanje fine strukture uzorka i mogućnost uvoda artefakata koji mogu narušiti točnost mikroskopskih očitavanja.

Akrilati poput metil-metakrilata popularni su zbog tvrdoće i svojstva stvaranja vrlo tankih sekcija, ali njihova uporaba može izazvati probleme poput hidrofobnosti i kemijskih reakcija s tkivima, što može dodatno smanjiti kvalitetu očitavanja. Rad koji se bavi tim temama objavljen je 2018. godine u časopisu *Polymers* i u njemu autori Xavier Ramis i Àngels Serra (98) detaljno opisuju kako dualno očvršćujući akrilati mogu biti upotrijebljeni za različite aplikacije, uključujući mikroskopiju. Toj temi svoj je doprinos dao i Hand (99) radom u kojemu objašnjava

različite tehnike uklapanja, uključujući korištenje akrilata i metakrilata te njihove utjecaje na mikroskopske analize.

U forenzičkoj stomatologiji, pri korištenju invazivnih metoda kod tvrdih zubnih tkiva, svakako ima prostora za daljnja istraživanja utjecaja različitog materijala za uklapanje.

Optimalna debljina rezova za brojenje inkrementnih linija cementa obično je između 80 i 100 mikrometara. Deblji rezovi mogu potaknuti preklapanje linija i otežati brojenje, a pretanki mogu rezultirati nedostatkom strukturalnih detalja potrebnih za preciznu analizu. Prema radu Solheim (1990.) (48) navodi da je optimalna debljina reza za brojanje inkrementalnih linija u zubnom cementu približno 80 mikrometara. Ova debljina reza omogućuje najbolju vizualizaciju linija cementa pod mikroskopom, što je ključno za precizno brojanje linija i procjenu starosti, kako bi se smanjila mogućnost pogreške.

Zaključak ovog opsežnog pregleda istraživanja jest da metoda brojenja inkrementnih linija cementa može biti visokopouzdana u određenim uvjetima, njezina pouzdanost može značajno varirati ovisno o zdravstvenom stanju zuba i korištenim metodološkim pristupima. Daljnja istraživanja potrebna su zbog standardizacije i poboljšanja preciznosti te tehnike. Iako smo u našem istraživanju mjerili debljinu cementa, a ne broj inkrementnih linija, došli smo do istog zaključka o potrebi standardizacije.

Naji (Naji i sur., 2022.) detaljno raspravlja o preprekama, prednostima i nedostacima cementokronologije i rendgenskog zračenja. Njihova studija temelji se na analizi dentalnog cementa u različitim kontekstima, uključujući ljudske i životinjske uzorke (52, 100).

Cement je analiziran na više razina: morfološkoj, staničnoj, molekularnoj i genetičkoj te na razini homeostaze fosfata i kalcija. Korištene su napredne tehnike poput virtualne 3D analize kombinirane s rendgenskom fluorescencijom i rendgenskom difrakcijom, što omogućuje precizno praćenje individualnih oscilacija inkrementa kroz širinu cementa. Naglasak je stavljen na acelularni ekstrinzični vlaknasti cement (AEFC) i celularni intrinzični vlaknasti cement (CIFC), s varijacijama u proporcijama između različitih vrsta. Standardizirani protokoli za pripremu tankih sekcija zuba korišteni su da bi se optimiralo promatranje AEFC inkrementa. Za suhe zube (arheološki uzorci) korištene su nedemineralizirane ugrađene polutanke sekcije (oko 100 μm). Razvoj neinvazivnih analiza s pomoću sinkrotronske mikroCT 3D rekonstrukcije cementa omogućuje precizne i točne analize bez uništavanja uzoraka. Razvoj softvera za

automatizirano brojenje inkrementa omogućuje tehnološke napretke u cementokronologiji za serijske analize velikih zbirki (52, 100).

Novije sofisticirane metode, primjenom Ramanove spektrometrije na površini cementa i dentina u svrhu određivanja dobi i spola, pokazuju vrlo dobre rezultate te se preporučuju kao jedna od potencijalnih metoda za procjenu dentalne dobi (101, 102).

Varijabilnost uzoraka kad je riječ o dobi, spolu i geografskom podrijetlu, također može utjecati na rezultate zato što različiti populacijski uzorci mogu imati različite karakteristike rasta cementa. Backofen i suradnici (2004.) (83) u svojoj studiji ističu te demografske utjecaje na rezultate. Kako smo u ovom istraživanju koristili uzorke donora prikupljene u dva centra u Hrvatskoj, razmatrali smo utjecaj dobi i spola, bez podatka o geografskom podrijetlu.

Istraživanja navedena u raspravi, uvelike ukazuju da vrsta mikroskopa, iskustvo istraživača te znanje o histološkim specifičnostima i promjenama cementa utjecat će na točnost, preciznost i pouzdanost. To smo također pokazali u našem istraživanju.

Ograničenja istraživanja: neravnomjerna raspodjela čimbenika koji utječu na debljinu cementa po dobnim skupinama, nepostojanje usporedbe različitih metoda rezanja ili određivanja debljine cementa (različiti mikroskopi), nepostojanje usporedbe različitih metoda uklapanja uzoraka u smjesu za rezanje, bez podataka o drugim anamnestičkim podacima donora (komorbiditet), način vađenja i pohranjivanje zuba poslije vađenja te prethodne manipulacije vezane uz korijen zuba glavna su ograničenja našeg istraživanja.

Potrebna su daljnja istraživanja o utjecaju patofizioloških događaja na debljinu cementa prema dobi. Također smo pokazali da je potrebno uvesti dodatno mjerenje (dodatnu metodu procjene) kako bi se razlikovala starija i mlađa dob jer su im potrebne različite jednadžbe predviđanja za utvrđivanje dentalne dobi. Izuzetno je važno standardizirati cijeli postupak (poput kalibracije mikroskopa, upotrebe standarda itd.).

6.0. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja:

1. Potvrđena je hipoteza H1 da se dentalna dob može procijeniti mjerenjem debljine zubnoga cementa; točnost procjene ovisi o tipu zuba te stupnju oštećenja zubne krune.
2. Nije potvrđena hipoteza H2 da je debljina zubnoga cementa veća kod muških ispitanika; iako je debljina cementa bila veća kod zuba muških donora razlika nije dosegla statističku značajnost ($p = 0,547$).
3. Utvrđeno je da je kalibracija mikroskopa iznimno važna za točnost mjerenja debljine cementa te da se treba koristiti standardnim predloškom (zub poznatih dimenzija debljine cementa) za njegovo kalibriranje.
4. Osmislili smo formulu za procjenu dentalne dobi odraslih i starijih osoba na temelju mjerenja debljine nataloženog zubnoga cementa, i to zasebno za dvije dobne skupine (≤ 53 i > 53 godine) u slučaju da se koristimo bilo kojim tipom zuba te formulom koju primjenjujemo za procjenu dentalne dobi ako imamo kao uzorak mjerenje debljine cementa jednog od kutnjaka.
5. Utvrdili smo zasebno statistički značajnu korelaciju kronološke dobi i debljine zubnoga cementa kod muškaraca i žena na različitim razinama korijena koja se kretala od blage do umjerene razine povezanosti te bila usporediva između spolova.
6. Utvrdili smo da se debljina cementa statistički značajno razlikuje između jednokorijenskih i višekorijenskih zuba ($p = 0,047$), te korelaciju između dentalne dobi i debljine cementa višekorijenskih zuba ($p < 0,001$); za jednokorijenske zube nismo imali podatke za cijeli dobni raspon.
7. Utvrdili smo preciznost procjene kronološke dobi korištenjem debljine nataloženog zubnoga cementa koja prosječno iznosi $-0,4$ godine uz standardnu devijaciju od $10,6$ godina.

7.0. LITERATURA

1. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Human Biology*. 1973;45(2):211-27.
2. Gustafson G. Age determinations on teeth. *J Am Dent Assoc*. 1950;41(1):45-54.
3. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med*. 2004;118(2):90-3.
4. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int*. 1995;74(3):175-85.
5. Bang G, Ramm E. Determination of age in humans from root dentin transparency. *Acta Odontol Scan*. 1970;28(1):3-35.
6. Thevissen P, Liversidge H. Dental age estimation based on tooth development. In: Brkić H, Lessig R, Alves da Silva RE, Pinchi V, Thevissen P, editors. *Forensic odonto-stomatology by IOFOS*. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2021. p. 153-62.
7. Liversidge HM, Buckberry J, Marquez-Grant N. Age estimation. *Ann Hum Biol*. 2015;42(4):299-301.
8. Saunders E. 'The Teeth A Test of Age' considered with thereference to the factory children, addressed to the members of both Houses of Parliament. London: Renshaw, 1837.
9. Steedle JR, Proffit WR. The pattern and control of eruptive tooth movements. *Am J Orthod*. 1985 Jan;87(1):56-66.
10. Oka H, Asao Y, Ohbayashi N, Nakao N, Ishiuchi N, Fukumoto W, et al. Age estimation using post-mortem computed tomography and fetal dental radiographic findings in an early to mid-pregnancy fetus: A case report. *Leg Med (Tokyo)*. 2023;62:102232.
11. Doughty ES, Verilhac KN, McLaren S, Post MD. The importance of fetal autopsy: An institutional review and development of best practices for reporting size and estimating gestational age at demise. *Am J Clin Pathol*. 2024;161(3):283-8.

12. Al Qatani AS, Hector MP, Liversidge HM. Brief communication: The London Atlas of tooth development and eruption. *Am J Phys Anthropol.* 2010;142(3):481-90.
13. Jayaraman J, Mendez MJC, Gakunga PT, Roberts G. Age estimation of Hispanic children in the United States: Development and validation of dental reference dataset based on two staging systems. *Leg Med (Tokyo).* 2022;56:102033.
14. Khanagar SB, Al-Ehaideb A, Maganur PC, Vishwanathaiah S, Patil S, Baeshen HA, et al. Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry - A systematic review. *J Dent Sci.* 2021;16(1):508-22.
15. Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. Diagnosis and prediction of periodontally compromised teeth using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *J Periodontal Implant Sci.* 2018;48:114–23.
16. Vodanović M, Subašić M, Milošević D, Galić I, Brkić H. Artificial intelligence in forensic medicine and forensic dentistry. *J Forensic Odontostomatol.* Aug 2023 Aug;41(2):30–41.
17. Marić M, Radić D, Dumančić J, Vodanović M, Birimiša M, Radovčić D, Brkić H. Teeth macroabrasion for determination of dental age and diet in the Illyrian population from the Kopila necropolis on the Island of Korčula, Croatia. *Homo J. Comp. Hum. Biol.* October 2022.
18. Brkić H, Dumančić J, Vodanović M, editors. *Biologija i morfologija ljudskih zuba.* Jastrebarsko: Naklada Slap; 2016.
19. Brkić H, Miličević M, Petrovečki M. Age estimation methods using anthropological parameters on human teeth-(A0736). *Forensic Sci Int.* 2006;162(1-3):13-6.
20. Antoine D, Hillson S, Dean MC. The developmental clock of dental enamel: a test for the periodicity of prism cross-striations in modern humans and an evaluation of the most likely sources of error in histological studies of this kind. *Journal of Anatomy.* 2009;214(1):45-55.

21. Dean MC, Scandrett AE. The relation between long-period incremental markings in dentine and daily cross-striations in enamel in human teeth. *Archives of Oral Biology*. 1996;41(3):233-7.
22. Liversidge HM. Timing of human mandibular third molar formation. *Annals of Human Biology*. 2008;35(3):294-321.
23. Haavikko K. Tooth formation age estimated on a few selected teeth. A simple method for clinical use. *Proc Finn Dent Soc*. 1974 Feb;70(1):15–9.
24. Haavikko K. The formation and the alveolar and clinical eruption of the permanent teeth. An orthopantomographic study. *Suom Hammaslaak Toim*. 1970;66(3):103–70.
25. Yang Z, Wen D, Xiao J, Liu Q, Sun S, Kureshi A, et al. Application of Cameriere's method for dental age estimation in children in South China. *Forensic Sci Res*. 2021 Jan 4;7(2):106-14.
26. Brkić H, Galić I, Vodanović M, Dumančić J, Mehdi F, Anić Milošević S. The Cameriere, Haavikko, Demirjian, and Willems methods for the assessment of dental age in Croatian children. *Int J Legal Med*. 2022 Nov;136(6):1685-96.
27. Galić I, Vodanović M, Cameriere R, Nakaš E, Galić E, Selimović E et al. Accuracy of Cameriere, Haavikko, and Willems radiographic methods on age estimation on Bosnian–Herzegovian children age groups 6–13. *Int J Legal Med*. 2011 Mar;125(2):315-21.
28. Ribier L, Saint-Martin P, Seignier M, Paré A, Brunereau L, Rérolle C. Cameriere's third molar maturity index in assessing age of majority: a study of a French sample. *Int J Legal Med*. 2020;134(2):783-92.
29. Miranda JC, Azevedo ACS, Rocha M, Michel-Crosato E, Biazevic MGH. Age estimation in Brazilian adults by Kvaal's and Cameriere's methods. *Braz Oral Res*. 2020; 34:e051.

30. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C, Willems G. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci.* 2001 Jul;46(4):893–5.
31. Willems G, Thevissen PW, Belmans A, Liversidge HM, Willems II. Non-gender-specific dental maturity scores. *Forensic Sci Int [Internet]*. 2010 Sep;201(1–3):84–5.
32. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med.* 2006 Jan;120(1):49–52.
33. Cameriere R, De Angelis D, Ferrante L, Scarpino F, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: A European formula. *Int J Legal Med.* 2007;121(6):449–53.
34. Cameriere R. Dental age assessment in skeletal remains. In: Brkić H, Lessig R, Alves da Silva RE, Pinchi V, Thevissen P, editors. *Forensic odonto-stomatology by IOFOS*. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2021. p. 175-83.
35. Tantanapornkul WB, Kaomongkolgit R, Tohnak S, Deepho C, Chansamat R. Dental age assessment based on the radiographic visibility of the periodontal ligament in lower third molars in a Thai sample. *J Forensic Odontostomatol.* 2021 Aug 30;39(2):32-7.
36. Bashir MB, Zaidi SJA, Anwar M, Ruaaz R, Baqai HS, Baig QA. Relationship between Chronological Age and Dental Age Using Third Molar Calcification in the Pakistani Population. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2023;33(1):15.
37. Lewis JM, Senn DR. Dental age estimation utilizing third molar development: A review of principles, methods, and population studies used in the United States. *Forensic Sci Int.* 2010;201(1-3):79-83.
38. Galić I, Lauc T, Brkić H, Vodanović M, Galić E, Biazevic MG, et al. Cameriere's third molar maturity index in assessing age of majority. *Forensic Sci Int.* 2015;252:191.e1-5.

39. Bedek I. Izrada hrvatskog standarda za procjenu dentalne dobi djece na uzorku digitalnih ortopantomograma. Disertacija. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2019.
40. Bedek I, Dumančić J, Lauc T, Marušić M, Čuković-Bagić I. New model for dental age estimation: Willems method applied on fewer than seven mandibular teeth. *Int J Legal Med.* 2020;134(2):735-743.
41. Nkhumeleni FS, Raubenheimer EJ, Monteith BD. Gustafson's method for age determination, revised. *J Forensic Odontostomatol.* 1989;7(1):13-6.
42. Metzger Z, Buchner A, Gorsky M. Gustafson's method for age determination from teeth--a modification for the use of dentists in identification teams. *J Forensic Sci.* 1980;25(4):742-9.
43. Shrigiriwar M, Jadhav V. Age estimation from physiological changes of teeth by Gustafson's method. *Med Sci Law.* 2013;53(2):67-71.
44. Bajpai M, Pardhe N, Kumar M, Agrawal S. A Comparative Evaluation of Gustafson's Formula and New Formula for Age Estimation in India--A Forensic Study. *Prague Med Rep.* 2015;116(3):203-9.
45. Johanson G. Age determination from human teeth. *Odontol Revy Suppl.* 1971;21:1-26.
46. Kvaal SI. Age related changes in teeth [dissertation]. Oslo (Norway), Dental Faculty, University of Oslo; 1995.
47. Kvaal SI. Dental age assessment in adults. In: Brkić H, Lessig R, Alves da Silva RE, Pinchi V, Thevissen P, editors. *Forensic odonto-stomatology by IOFOS.* Jastrebarsko: Naklada Slap; 2021. p. 163-73.
48. Solheim T. Dental cementum apposition as an indicator of age. *Scand J Dent Res.* 1990 Dec;98(6):510-9.
49. Solheim T. Dental root translucency as an indicator of age. *Scand J Dent Res.* 1989 Jun;97(3):189-97.

50. Solheim T. Amount of secondary dentin as an indicator of age. *Scand J Dent Res*. 1992 Aug;100(4):193-9.
51. Zander HA, Hurzeler B. Continuous cementum apposition. *J Dent Res*. 1958;37:1035-44.
52. Naji S, Rendu W. Back to the Root: The Coming of Age of Cementochronology. In: Naji S, Rendu W, Gourichon L, editors. *Dental Cementum in Anthropology* (1st ed.). Cambridge University Press, 2022; Chapter 24.
53. Foster BL, Nociti FH, Somerman MJ. Development and structure of cementum. In: Naji S, Rendu W, Gourichon L, editors. *Dental Cementum in Anthropology*. 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2022. Chapter 2.
54. Liebermann DE. The biological basis for seasonal increments in dental cementum and their application to archaeological research. *J Archaeol Science*. 1994;21:525-39.
55. Olze A, Hertel J, Schulz R, Schmeling A. Cementum apposition as a criterion of dental age estimation. *Rechtsmedizin (Berl)*. 2012;22:106-9.
56. Oliveira-Santos I, Gouveia M, Cunha E, Goncalves D. The circle of life: age at death estimation in burnt teeth through tooth cementum annulations. *Int J Legal Med*. 2017 Mar;131(2):527-36.
57. Renz H, Radlanski R. Incremental lines in root cementum of human teeth - A reliable age marker? *Homo*. 2006;57(1):29-50.
58. Gonçalves PF, Sallum EA, Sallum AW, Casati MZ, de Toledo S, Nociti Junior FH. Dental cementum reviewed: development, structure, composition, regeneration and potential functions. *Braz J Oral Sci*. 2005;4(12):651-8.
59. Kasetty S, Rammanohar MT, Ragavendra TR. Dental Cementum in Age Estimation: A Polarized Light and Stereomicroscopic Study. *J Forensic Sci*. 2010 May;55(3):779-83.
60. Raju GS, Keerthi M, Nandan SR, Rao TM, Kulkarni PG, Reddy DS. Cementum as an age determinant: A forensic view. *J Forensic Dent Sci*. 2016 Sep-Dec;8(3):175.

61. Colard T, Bertrand B, Naji S, Delannoy Y, Bécart A. Toward the adoption of cementochronology in forensic context. *Int J Legal Med.* 2018 Jul;132(4):1117-24.
62. Jang AT, Lin JD, Choi RM, Choi EM, Seto ML, Ryder MI et al. Adaptive properties of human cementum and cementum dentin junction with age. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2014 Nov;39:184–96.
63. Veiberg V, Nilsen EB, Rolandsen CM, Heim M, Andersen R, Holmstrøm F, et al. The accuracy and precision of age determination by dental cementum annuli in four northern cervids. *Eur J Wildl Res.* 2020 Dec;66:91.
64. Petrovic B, Pantelinac J, Capo I, Miljkovic D, Popovic M, Penezic K, et al. Using histological staining techniques to improve visualization and interpretability of tooth cementum annulation analysis. *Int J Morphol.* 2021;39(1):216-21.
65. Bertrand B, Oliveira-Santos I, Cunha E. Chapter 12 - Cementochronology: a validated but disregarded method for age at death estimation. In: Adserias-Garriga, editor. *Age Estimation. A multidisciplinary approach.* London: Academic Press; 2019. p. 169-86.
66. Lanteri L, Bizot B, Saliba-Serre B, Gaudart J, Signoli M, Schmitt A. Cementochronology: A solution to assess mortality profiles from individual age-at-death estimates. *J Archaeol Sci.* 2018;20:576-87.
67. Le Cabec A, Tang NK, Ruano Rubio V, Hillson S. Nondestructive adult age at death estimation: Visualizing cementum annulations in a known age historical human assemblage using synchrotron X-ray microtomography. *Am J Phys Anthropol.* 2019 Jan;168(1):25-44.
68. Wedel VL, Wescott DJ. Using dental cementum increment analysis to estimate age and season of death in African Americans from an historical cemetery in Missouri. *Int J Paleopathol.* 2016 Dec;15:134-9.
69. Broucker AD, Colard T, Penel G, Blondiaux J, Naji S. The impact of periodontal disease on cementochronology age estimation. *Int J Paleopathol.* 2016 Dec;15:128-33.

70. Stott GG, Sis RF. Cemental Annulation as an Age Criterion in Forensic Dentistry. *J Dent Res.* 1982 Jun;61(6):814-7.
71. Gupta p, Harshaminder K, Madhu SGS, Manveen KJ, Nita S. Human age estimation from tooth cementum and dentin. *J Clin Diagn Res.* 2014 Apr; 8(4): ZC07-ZC10.
72. Mathew AL, Cherin SA, Mathew R. Chronological age estimation based on mandibular third molar development from digital panoramic radiograph in a South Kerala Population. *J of Oral Med.* 2017;1(1):12.
73. Mohan N, Gokulraj S, Thomas M. Age estimation by cemental annulation rings. *J Forensic Dent Sci.* 2018 May-Aug;10(2):79-83.
74. Mani-Caplazi G, Hotz G, Wittwer-Backofen U, Vach W. Measuring incremental line width and appearance in the tooth cementum of recent and archaeological human teeth to identify irregularities: First insights using a standardized protocol. *Int J Paleopathol.* 2019 Dec;27:24-37.
75. Mallar KB, Girish HC, Murgod S, Yathindra Kumar BN. Age estimation using annulation in root cementu min human teeth: A comparison between longitudinal and cross sections. *J Oral Maxillofac Pathol.* 2015;19(3):396-404.
76. Swetha G, Kattappagri KK, Poosarla CS, Chandra LP et al. Quantitative analysis of dental age estimation by incremental line of cementum. *J Oral Maxillofac Pathol.* 2018 Jan-Apr;22(1):138-42.
77. Gualdi-Russo, E, Saguto I, Frisoni P, Neri M, Mongillo J, Rinaldo N. Age estimation using tooth cementum annulations: bias and sources of inaccuracy. *Front Biosci (Landmark Ed).* 2022;27(5):141.
78. Gualdi-Russo, E, Saguto I, Frisoni P, Neri M, Mongillo J, Rinaldo N. Tooth Cementum Thickness as a Method of Age Estimation in the Forensic Context. *Biology (Basel).* 2022;11(5):784.

79. Suciyanie IM, Gultom FP, Hidayat AN, Suhartono AW, Yuniastuti M, Ibrahim Auerkari E. Accuracy of forensic age estimation using cementum annulation and dentin translucency in adult: a systematic review and meta-analysis. *Int J Legal Med.* 2022;136:1443–55.
80. Bertrand B. Age-at-death estimation by cementochronology - Somewhere between indifference and overconfidence. *Forensic Sci Int.* 2019;302:109886.
81. Bertrand B, Cunha E, Bécart A, Gosset D, Hédouin V. Age at death estimation by cementochronology: Too precise to be true or too precise to be accurate? *Am J Phys Anthropol.* 2019;169(3):464-81.
82. Kasetty S, Rammanohar M, Raju Ragavendra T. Dental cementum in age estimation: a polarized light and stereomicroscopic study. *J Forensic Sci.* 2010;55:779–83.
83. Wittwer-Backofen U, Gampe J, Vaupel JW. Tooth cementum annulation for age estimation: Results from a large known-age validation study. *Am J Phys Anthropol.* 2004;123(2):119-129.
84. Perrone V, Gocha TP, Randolph-Quinney PS, Procopia N. Tooth Cementum Annulation: A Literature Review. *Forensic Sciences.* 2022;2(3):516-50.
85. Naji S, Colard T, Blondiaux J, Bertrand B, d’Incau E, Bocquet-Appel JP. Cementochronology, to cut or not to cut? *Int J Paleopathol.* 2016;15:113-9.
86. Goutham BS, Ramachandra S, Dhull K, Kumar H, Walia C, Poosarla CS. Age Estimation in Odisha Population Using Cemental Annulation Count-A Comparison of Field, Phase-contrast, and Polarized Microscopy. *J Int Oral Health.* 2016 Dec;8(12):1065-8.
87. Pinto PHV, Fares LC, Silva RHAD. Dental age estimation by cementum incremental lines counting: A systematic review and meta-analysis. *Forensic Sci Int.* 2022;341:111492.

88. Kagerer P, Grupe G. Age-at-death diagnosis and determination of life-history parameters by incremental lines in human dental cementum as an identification aid. *Forensic Sci Int.* 2001 Apr;118(1):75-82.
89. Hinrichs C, Nicklisch N, Mardare CC, Orechovski B, Hassel AW, Kleber C, et al. Incremental lines in human acellular tooth cementum – New insights by SEM analysis. *Ann Anat.* 2022 Aug;243:151933.
90. Jang AT, Lin JD, Choi RM, Choi EM, Seto M, Ryder MI, et al. Adaptive properties of human cementum and cementum dentin junction with age. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2014;39:184–96.
91. Kagerer P, Grupe G. On the validity of individual age-at-death diagnosis by incremental line counts in human dental cementum. Technical considerations. *Anthropol Anz.* 2001;59:331-42.
92. Dias EM, Beaini TL, Melani RFH. Age estimation from dental cementum incremental lines and periodontal disease. *J Forensic Odontostomatol.* 2010 Dec 1;28(1):13-21.
93. Pilloud S. Can there be age determination on the basis of the dental cementum also in older individuals as a significant context between histological and real age determination. *Anthropol Anz.* 2004 Jun;62(2):231-9.
94. Gokhan K, Keklikoglu N, Buyukertan M. The comparison of the thickness of the cementum layer in type 2 diabetic and non-diabetic patients. *J Contemp Dent Pract.* 2004 May;5(2):124-33.
95. Obertová Z, Francken M. Tooth cementum annulation method: accuracy and applicability. *Front Oral Biol.* 2009;13:184-9.
96. Alghonamy WY, Gaballah OM, Labah DA. Age estimation in adult human sound and periodontally affected teeth using tooth cementum annulations. *Tanta Dental Journal.* 2015 Dec;12(4):277-85.

97. Brown PJ. Measurement, regression, and calibration. Oxford: Oxford University Press; 1993.
98. Konuray O, Francos XF, Ramis X, Serra A. State of the Art in Dual-Curing Acrylate Systems. *Polymers* 2018;10(2):178.
99. Hand NM. Plastic embedding for light microscopy. In: Suvarna KS, Layton C, Bancroft JD, editors. *Bancroft's Theory and Practice of Histological Techniques: 7th edition*. London: Churchill Livingstone; 2013. p. 139-56.
100. Naji S, Stock SR, Rendu W, Gourichon L, Colard T, Cai Z. Recent Advances on Acellular Cementum Increments Composition Using Synchrotron X-Radiation. In: Naji S, Rendu W, Gourichon L, editors. *Dental Cementum in Anthropology (1st ed.)*. Cambridge: Cambridge University Press; 2022. Chapter 6.
101. Gamulin O, Škrabić M, Serec K, Par M, Baković M, Krajačić M, et al. Possibility of Human Gender Recognition Using Raman Spectra of Teeth. *Molecules*. 2021;26(13):3983.
102. Banjšak L, Gamulin O, Birimiša M. Age Estimation and Sex Determination Using Raman Spectra of Human Dentine. *Acta Stomatol Croat*. 2023;57(4):353-63.

8.0. ŽIVOTOPIS

Minja Birimiša rođena je u Splitu 2. listopada 1970. Nakon srednje škole upisala se na Stomatološki fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i diplomirala 1995. godine – tema rada: *Uporaba zubi pri određivanju spola.*

Godine 2002. stječe status magistre biomedicinskih znanosti s radom *Određivanje spola analizom DNA izoliranom iz zuba: Zavod za dentalnu antropologiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.*

Zanimanje za područje stomatološke forenzike nastavlja upisivanjem Doktorskoga studija 2019., pod mentorstvom prof. dr. sc. Hrvoja Brkića, što je nastavak znanstvene suradnje započete još pri pisanju diplomskoga rada. Istraživanje koje radi u sklopu Doktorskoga studija, a pod nazivom *Procjena dentalne dobi temeljena na debljini zubnoga cementa*, dio je znanstveno-istraživačkog projekta *Analiza zuba u forenzičnim i arheološkim istraživanjima – IP-2020-02-9423* koji je financirala Hrvatska zaklada za znanost.

Nakon diplome radno iskustvo u struci stječe najprije stažiranjem na Stomatološkom fakultetu (1995. – 1996.) te u Domu zdravlja Maksimir u ordinacijama školske i predškolske stomatologije.

Nakon toga je privatne i poslovne okolnosti odvede u druge poslovne vode – najprije u obiteljsku tvrtku SOHO d.o.o. na poslove vezane za plasiranje i promoviranje robnih marki na tržište (1998. – 2002.), a zatim u komercijalne odjele stranih farmaceutskih kompanija – u GlaxoSmithKline d.o.o. (2002. – 2005.) gdje radi kao medicinska predstavica i voditeljica prodaje. U razdoblju od 2005. do 2006. godine radi kao trenerica i konzultantica u Proactivi d.o.o.

U tvrtki Solvay Pharmaceutical radi kao voditeljica treninga, edukacije i ljudskih potencijala (2006. – 2010.).

U tom razdoblju je i vanjski predavač na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu na izbornim kolegijima Motivacija i Timski rad.

Godine 2010. vraća se u GlaxoSmithKline d.o.o. na dužnost specijalistice u Odjelu za upravljanje ljudskim potencijalima. Tu radi četiri godine i postaje regionalna voditeljica projekta upravljanja kompenzacijama i benefitima zaposlenika.

Posljednjih deset godina radi u Atlantic Grupi d.d. – od 2014. do 2019. na poslovima direktorice Korporativnog upravljanja učinkom i sustavima nagrađivanja, a od 2020. kao starija poslovna

partnerica u Odjelu upravljanja ljudskim potencijalima, a zadužena je za područje financija, transformacije i informacijske tehnologije.

Dosad objavljeni radovi u sklopu istraživačkog projekta AZUFAMA ujedno su i važan doprinos u izradi doktorskog rada:

Radovi proistekli iz doktorske disertacije:

- Birimiša M, Dumančić J, Vodanović M, Anić-Milošević S, Marić M, Brkić H. Forensic determination of dental age by cementum thickness of human teeth. *J Forensic Odontostomatol.* 2021;39(3):41-48. PMID: 34999579; PMCID: PMC9343061; **Q2**
- Birimiša M, Dumančić J, Vodanović M, Anić-Milošević S, Brkić H. Validation of tooth cement annulations for assessing dental age in humans. *Acta Stomatol Croat.* 2022; 56(2): p189.
- Birimiša M, Dumančić J, Vodanović M, Anić-Milošević S, Brkić H. The Importance of Dental Cement in Determining Dental age. 2022 PER-IADR Oral Health Research Congress Marseille, Francuska, 15.09.2022-17.09.2022.
- Birimiša M, Dumančić J, Vodanović M, Anić-Milošević S, Brkić H. New Equation for Estimation of Dental Age by Tooth Cementum Thickness in Adolescents and Adults in the Forensic Context. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4747340> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4747340>
- Birimiša M, Dumančić J, Vodanović M, Anić-Milošević S, Marić M, Brkić H. Dental age estimation based on cement thickness. Programme & Book of abstracts. Zagreb: International Organization for Forensic Odonto-Stomatology; School of Dental Medicine University of Zagreb, 2023. str. 66-66.
- Birimiša M, Dumančić J, Vodanović M, Anić-Milošević S, Brkić H. Advantages of dental Age estimation by tooth cementum thickness in molar. *Acta stomatol Croat.* 2024;58(1): 106-106.
- Birimiša M, Dumančić J, Vodanović M, Anić-Milošević S, Brkić H. New equation for estimation of dental age by tooth cementum thickness in adolescents and adults: forensic aspects. *Int J Leg Med.* 2024; doi: 10.1007/s00414-024-03297-x; **Q1**

Ostali objavljeni radovi proistekli iz projekta AZUFAMA:

- Banjšak L, Gamulin O, Birimiša M. Age estimation and sex determination using Raman spectra of human dentine. *Acta stomatol Croat.* 2023; 57(4): 353-363. doi: 10.15644/asc57/4/6; **Q2**
- Marić M, Radić D, Dumančić J, Vodanović M, Birimiša M, Radovčić D, Brkić H. Teeth macroabrasion for determination of dental age and diet in the Illyrian population from the Kopila necropolis on the Island of Korčula, Croatia. *Homo.* 2021;73(1): 49-60. doi: 10.1127/homo/2022/1645; **Q2**
- Banjšak L, Gamulin O, Birimiša M, Vodanović M, Brkić H. Sex and age determination using Raman spectra of dentine. Programme & Book of abstracts. Zagreb: International Organization for Forensic Odonto-Stomatology; School of Dental Medicine University of Zagreb, 2023. 56-56.
- Marić M, Radić D, Dumančić J, Vodanović M, Radovčić D, Birimiša M, Brkić H. Age and sex determination in an archaeological sample in Croatia. Programme & Book of abstracts. Zagreb: International Organization for Forensic Odonto-Stomatology & School of Dental Medicine University of Zagreb, 2023. str. 97-97.

9.0. PRILOZI

PRILOG 1. Analiza humanih zubi (PDF i EXE file u prilogu)

Broj uzorka	Dob (god)	Dekada	Godina rođenja	Godina ekstrakcije	Spol	Zub	Vilica	Prosječna dob erupcije	Skupina zuba
1001	17	2	2003	2020	M	17	MAX	12.5	M
1002	11	2	2009	2020	Ž	14	MAX	10.5	P
1003	10	2	2010	2020	M	46	MAN	6.5	M
1004	14	2	2004	2018	Ž	15	MAX	11	P
1005	17	2	2002	2019	Ž	15	MAX	11	P
1006	15	2	2005	2020	Ž	28	MAX	19	M
1007	13	2	2005	2018	M	24	MAX	10.5	P
1008	12	2	2009	2020	M	25	MAX	11	P
1009	16	2	2003	2018	M	15	MAX	11	P
1010	15	2	2003	2018	M	15	MAX	11	P
1012	15	2	2005	2020	Ž	34	MAN	11	P
1013	14	2	2006	2020	M	15	MAX	11	P
1014	13	2	2005	2018	M	15	MAX	11	P
1015	15	2	2003	2018	M	25	MAX	11	P
1016	17	2	2002	2019	Ž	24	MAX	10.5	P
1017	13	2	2005	2018	Ž	24	MAX	10.5	P
1018	16	2	2003	2019	Ž	14	MAX	10.5	P
1019	17	2	2003	2020	Ž	34	MAN	11	P
1020	13	2	2005	2018	Ž	24	MAX	10.5	P
1021	16	2	2005	2021	Ž	24	MAX	10.5	P
1022	19	2	2001	2020	M	38	MAN	19	M
1023	17	2	2003	2020	Ž	18	MAX	19	M
2007	24	3	1996	2020	Ž	18	MAX	19	M
2008	21	3	1999	2020	Ž	38	MAN	19	M
2009	25	3	1995	2020	Ž	18	MAX	19	M
2010	26	3	1994	2020	Ž	48	MAN	19	M
2014	22	3	1998	2020	Ž	18	MAX	19	M
2016	29	3	1991	2020	Ž	18	MAX	19	M
2017	20	3	2000	2020	M	17	MAX	12.5	M
2018	20	3	2000	2020	Ž	48	MAN	19	M
2019	25	3	1995	2020	Ž	28	MAX	19	M
2033	22	3	1999	2021	M	18	MAX	19	M
2022	25	3	1991	2020	Ž	18	MAX	19	M
2030	29	3	1992	2021	Ž	18	MAX	19	M
2029	22	3	1999	2021	M	46	MAN	6.5	M
2031	25	3	1995	2020	Ž	18	MAX	19	M
2040	20	3	2001	2021	Ž	24	MAX	19	P
2032	26	3	1994	2020	M	44	MAN	11	P
2034	22	3	1999	2021	M	48	MAN	19	M
2035	26	3	1994	2020	M	24	MAX	10.5	P
2023	26	3	1995	2021	Ž	18	MAX	19	M
2020	24	3	1996	2020	Ž	18	MAX	19	M
2036	23	3	1997	2020	Ž	28	MAX	19	M
2037	23	3	1997	2020	Ž	18	MAX	19	M
3001	30	4	1990	2020	Ž	25	MAX	11	P
3002	35	4	1985	2020	Ž	28	MAX	19	M
3003	33	4	1987	2020	M	47	MAN	12	M
3004	36	4	1984	2020	M	25	MAX	11	P
3005	37	4	1983	2020	Ž	25	MAX	11	P
3006	38	4	1982	2020	M	18	MAX	19	M
3007	37	4	1981	2018	Ž	43	MAN	9.5	C
3008	33	4	1984	2018	M	48	MAN	19	M
3009	33	4	1985	2018	M	48	MAN	19	M
3010	31	4	1989	2020	Ž	38	MAN	19	M
3012	35	4	1986	2021	Ž	28	MAX	19	M

Broj uzorka	Dob (god)	Dekada	Godina rođenja	Godina ekstrakcije	Spol	Zub	Vilica	Prosječna dob erupcije	Skupina zuba
3013	30	4	1990	2020	Ž	28	MAX	19	M
3014	32	4	1988	2020	Ž	28	MAX	19	M
3015	35	4	1985	2020	M	38	MAN	19	M
3017	30	4	1990	2020	M	48	MAN	19	M
3019	37	4	1983	2020	Ž	14	MAX	10.5	P
3020	37	4	1983	2020	Ž	24	MAX	10.5	P
4001	42	5	1978	2020	M	47	MAN	12	M
4002	49	5	1971	2020	Ž	46	MAN	6.5	M
4003	40	5	1980	2020	Ž	45	MAN	11.5	P
4004	42	5	1979	2020	Ž	17	MAX	12.5	M
4005	41	5	1979	2020	M	46	MAN	6.5	M
4006	48	5	1971	2019	M	34	MAN	11	P
4007	48	5	1971	2019	M	31	MAN	6.5	I
4008	45	5	1974	2019	Ž	44	MAN	11	P
4009	41	5	1979	2020	M	47	MAN	12	M
4011	43	5	1977	2020	Ž	44	MAN	11	P
4012	44	5	1976	2020	M	18	MAX	19	M
4013	41	5	1979	2020	M	28	MAX	19	M
4014	43	5	1977	2020	Ž	15	MAX	11	P
4015	41	5	1979	2020	Ž	18	MAX	19	M
4016	49	5	1971	2020	Ž	18	MAX	19	M
4017	45	5	1976	2021	Ž	22	MAX	8.5	I
4018	43	5	1977	2020	Ž	28	MAX	19	M
4019	44	5	1977	2021	M	27	MAX	12.5	M
4020	44	5	1977	2021	M	38	MAN	19	M
4021	40	5	1981	2021	Ž	21	MAX	7.5	I
4022	46	5	1975	2021	M	17	MAX	12.5	M
4023	44	5	1997	2021	Ž	18	MAX	19	M
4024	44	5	1977	2021	M	16	MAX	6.5	M
4025	44	5	1977	2021	M	17	MAX	12.5	M
4026	49	5	1972	2021	Ž	44	MAN	11	P
4028	40	5	1981	2021	Ž	31	MAN	6.5	I
4029	40	5	1981	2021	Ž	41	MAN	6.5	I
4030	42	5	1979	2021	Ž	18	MAX	19	M
4031	44	5	1976	2020	Ž	28	MAX	19	M
4032	40	5	1980	2020	Ž	18	MAX	19	M
4033	45	5	1976	2021	Ž	34	MAN	11	P
4034	45	5	1976	2021	Ž	38	MAN	19	M
4035	44	5	1977	2021	Ž	21	MAX	7.5	I
5001	58	6	1962	2020	M	38	MAN	19	M
5002	58	6	1962	2020	M	28	MAX	19	M
5003	54	6	1964	2018	Ž	45	MAN	11.5	P
5004	55	6	1964	2019	M	41	MAN	11	I
5005	58	6	1962	2020	Ž	21	MAX	7.5	I
5006	58	6	1962	2020	Ž	41	MAN	6.5	I
5007	58	6	1960	2018	M	48	MAN	19	M
5008	56	6	1962	2018	Ž	41	MAN	6.5	I
5009	54	6	1964	2018	Ž	15	MAX	11	P
5011	53	6	1965	2018	M	25	MAX	11	P
5012	53	6	1967	2020	M	24	MAX	10.5	P
5013	51	6	1969	2020	M	23	MAX	11.5	C
5014	57	6	1963	2020	Ž	22	MAX	8.5	I
5015	52	6	1968	2020	M	33	MAN	9.5	C
5016	57	6	1963	2020	Ž	41	MAN	6.5	I
5018	55	6	1964	2019	M	33	MAN	9.5	C

Broj uzorka	Dob (god)	Dekada	Godina rođenja	Godina ekstrakcije	Spol	Zub	Vilica	Prosječna dob erupcije	Skupina zuba
5020	57	6	1964	2021	M	33	MAN	9.5	C
5021	56	6	1965	2021	Ž	28	MAX	19	M
5022	56	6	1965	2021	Ž	18	MAX	19	M
5023	60	7	1961	2021	M	38	MAN	19	M
5024	50	6	1970	2020	Ž	43	MAN	9.5	C
5025	56	6	1964	2020	Ž	18	MAX	19	M
5026	51	6	1970	2021	Ž	15	MAX	11	P
5027	50	6	1970	2020	Ž	34	MAN	11	P
5028	57	6	1963	2020	M	28	MAX	19	M
5029	55	6	1966	2021	M	22	MAX	8.5	I
5030	55	6	1966	2021	M	23	MAX	11.5	C
5032	55	6	1966	2021	Ž	28	MAX	19	M
5033	57	6	1963	2020	M	18	MAX	19	M
5035	51	6	1970	2021	M	45	MAN	11.5	P
5036	51	6	1970	2021	M	46	MAN	6.5	M
6001	60	7	1960	2020	M	33	MAN	9.5	C
6002	65	7	1954	2019	M	34	MAN	11	P
6003	66	7	1954	2020	Ž	28	MAX	19	M
6004	63	7	1955	2018	Ž	41	MAN	6.5	I
6005	61	7	1958	2019	Ž	43	MAN	9.5	C
6006	63	7	1959	2019	Ž	42	MAN	7.5	I
6007	65	7	1953	2018	Ž	41	MAN	6.5	I
6008	65	7	1953	2018	Ž	41	MAN	6.5	I
6009	65	7	1955	2020	Ž	43	MAN	9.5	C
6011	63	7	1956	2019	Ž	21	MAX	7.5	I
6012	61	7	1958	2018	Ž	33	MAN	9.5	C
6013	63	7	1955	2018	Ž	42	MAN	7.5	I
6014	67	7	1952	2019	Ž	31	MAN	6.5	I
6015	67	7	1952	2019	Ž	43	MAN	9.5	C
6016	67	7	1952	2019	Ž	32	MAN	7.5	I
6017	67	7	1952	2019	Ž	32	MAN	7.5	I
6018	67	7	1952	2019	Ž	34	MAN	11	P
6019	68	7	1951	2019	M	48	MAN	19	M
6020	67	7	1954	2021	M	27	MAX	12.5	M
6021	61	7	1959	2022	M	18	MAX	19	M
6022	63	7	1957	2020	Ž	44	MAN	11	P
6023	60	7	1960	2020	Ž	48	MAN	19	M
6024	66	7	1955	2021	Ž	24	MAX	10.5	P
6025	66	7	1955	2021	Ž	14	MAX	10.5	P
6026	66	7	1955	2021	Ž	24	MAX	10.5	P
6028	67	7	1954	2021	Ž	35	MAN	11.5	P
6029	63	7	1958	2021	Ž	42	MAN	7.5	I
6030	63	7	1958	2021	Ž	41	MAN	6.5	I
7001	70	8	1950	2020	M	41	MAN	6.5	I
7002	70	8	1950	2020	M	41	MAN	6.5	I
7003	76	8	1944	2020	Ž	38	MAN	19	M
7004	70	8	1950	2020	M	45	MAN	11.5	P
7005	75	8	1945	2020	M	42	MAN	7.5	I
7006	78	8	1942	2020	M	22	MAX	8.5	I
7007	73	8	1947	2020	M	28	MAX	19	M
7008	77	8	1943	2020	Ž	28	MAX	19	M
7009	75	8	1944	2020	Ž	42	MAN	7.5	I
7010	76	8	1943	2019	M	42	MAN	7.5	I
7012	79	8	1939	2018	M	32	MAN	7.5	I
7013	76	8	1943	2019	M	41	MAN	6.5	I

Broj uzorka	Dob (god)	Dekada	Godina rođenja	Godina ekstrakcije	Spol	Zub	Vilica	Prosječna dob erupcije	Skupina zuba
7014	79	8	1939	2018	M	41	MAN	6.5	I
7015	72	8	1948	2020	Ž	36	MAN	6.5	M
7016	70	8	1951	2020	Ž	38	MAN	19	M
7017	74	8	1947	2021	Ž	37	MAN	12	M
7018	74	8	1947	2021	M	27	MAX	12.5	M
7019	71	8	1950	2021	Ž	16	MAX	6.5	M
7020	76	8	1945	2021	Ž	32	MAN	7.5	I
7021	76	8	1945	2021	Ž	33	MAN	9.5	C
7022	78	8	1943	2021	Ž	18	MAX	19	M
8006	80	9	1941	2021	Ž	25	MAX	11	P
8007	82	9	1939	2021	Ž	41	MAN	6.5	I
8008	82	9	1936	2021	Ž	42	MAN	7.5	I
1024	19	2	2003	2022	Ž	24	MAX	10.5	P
1025	19	2	2003	2022	Ž	14	MAX	10.5	C
2005	23	3	1995	2018	M	28	MAX	19	M
2006	25	3	1995	2019	Ž	22	MAX	8.5	I
2025	24	3	1996	2020	Ž	25	MAX	11	P
2026	23	3	1997	2020	M	28	MAX	19	M
2041	21	3	2001	2022	M	18	MAX	19	M
2042	22	3	2000	2022	M	14	MAX	10.5	P
2043	27	3	1995	2022	M	35	MAN	11.5	P
2044	20	3	2001	2021	M	48	MAN	19	M
3021	35	4	1987	2022	M	18	MAX	19	M
3022	37	4	1985	2022	Ž	42	MAN	7.5	I
3023	37	4	1985	2022	Ž	18	MAX	19	M
3024	32	4	1990	2022	Ž	18	MAX	19	M
3025	30	4	1992	2022	Ž	22	MAX	8.5	I
4036	42	5	1980	2022	Ž	18	MAX	19	M
4037	46	5	1976	2022	Ž	14	MAX	10.5	P
5037	57	6	1965	2022	M	44	MAN	11	P
5038	58	6	1964	2022	Ž	32	MAN	7.5	I
5039	52	6	1970	2022	M	44	MAN	11	P
5040	52	6	1970	2022	M	32	MAN	7.5	I
5041	55	6	1967	2022	Ž	21	MAX	7.5	I
6031	67	7	1955	2022	M	34	MAN	11	P
6032	65	7	1957	2022	M	33	MAN	9.5	C
6033	67	7	1955	2022	M	43	MAN	9.5	C
6034	68	7	1954	2022	M	33	MAN	9.5	C
6035	67	7	1955	2022	Ž	21	MAX	7.5	I
7024	72	8	1950	2022	Ž	28	MAX	19	M
7025	73	8	1949	2022	Ž	33	MAN	9.5	C

Broj uzorka	Broj korijena	Stanje krune	Stanje korijena	Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj druga epizoda					
				1a	1b	1c	1d	2a	2b
1001	3	0	0	115.57	93.1	192.66	247.19	80.26	70.63
1002	2	0	0	83.47	96.31	96.31	48.15	48.15	93.1
1003	2	1	0	199.04	221.51	134.83	182.99	134.83	256.82
1004	1	0	0	41.73	35.31	48.15	28.89	35.31	32.1
1005	1	0	0	523.27	131.62	372.39	77.05	295.35	218.3
1006	2	0	0	237.56	118.78	89.89	170.14	396.47	247.19
1007	2	0	0	195.83	105.94	99.52	115.57	102.73	102.73
1008	1	0	0	31.1	35.31	44.94	27.62	38.52	35.31
1009	1	0	0	83.47	125.2	67.42	138.04	64.1	32.1
1010	1	0	0	390.66	160.51	134.83	160.51	304.98	102.73
1012	1	0	0	192.62	266.45	150.88	170.14	73.84	121.99
1013	1	0	0	276.08	64.21	253.61	195.83	118.78	118.78
1014	1	0	0	112.36	73.84	80.26	57.78	77.05	99.52
1015	1	0	0	44.94	16.05	35.31	51.36	19.26	12.84
1016	1	0	0	192.62	221.51	555.38	890.85	189.41	250.4
1017	1	0	0	189.41	256.82	343.5	253.61	166.93	272.87
1018	1	0	0	86.68	70.63	61	105.94	83.47	60.99
1019	1	0	0	308.19	221.51	199.04	182.99	317.82	104.33
1020	2	0	0	57.78	314.61	170.14	274.48	57.78	179.78
1021	2	0	0	292.13	269.66	160.51	144.46	57.78	61
1022	3	0	0	28.8	70.63	44.94	105.94	22.47	57.79
1023	2	0	0	54.57	144.46	93.1	19.26	41.79	115.57
2007	2	0	0	86.68	385.23	337.08	521.67	99.52	388.44
2008	2	0	0	48.15	32.1	35.31	35.31	16.05	67.42
2009	2	0	0	215.09	247.19	182.99	221.51	144.46	109.15
2010	2	0	0	439.81	343.5	670.95	394.86	597.11	574.63
2014	3	0	0	89.89	32.1	141.25	86.68	70.63	99.52
2016	3	0	0	131.62	199.04	154.09	67.42	221.51	67.42
2017	3	0	0	157.3	532.91	147.67	314.61	160.51	651.69
2018	2	0	0	144.46	304.98	186.2	227.93	263.24	243.98
2019	2	0	0	446.23	378.81	243.98	89.89	317.82	282.5
2033	2	0	0	362.76	247.19	57.78	566.61	459.07	211.88
2022	3	0	0	295.36	327.45	394.86	314.51	391.65	359.55
2030	2	0	0	635.63	558.59	619.58	253.61	524.27	237.56
2029	2	1	1	648.48	669.98	452.65	388.44	414.13	497.59
2031	1	0	0	138.04	102.73	154.09	102.73	128.41	141.25
2040	2	0	0	157.3	96.31	170.14	147.67	125.2	73.84
2032	2	0	0	195.83	443.02	321.03	215.09	269.66	446.23
2034	2	0	0	144.46	189.41	182.99	41.73	99.52	266.45
2035	2	0	0	683.79	349.92	266.45	407.7	382.02	295.35
2023	2	0	0	186.2	215.09	372.89	96.31	52.39	48.15
2020	3	0	0	73.84	154.09	163.72	565.01	134.83	189.41
2036	2	0	0	436.6	369.18	398.07	396.47	288.92	105.94
2037	3	0	0	398.07	195.83	642.05	237.56	398.07	189.41
3001	2	1	0	919.74	452.65	892.46	600.32	770.74	243.98
3002	1	0	0	314.61	141.25	115.57	242.38	279.29	70.63
3003	2	1	0	263.24	892.46	513.64	537.72	414.13	494.38
3004	2	1	0	504.01	823.44	767.26	272.87	642.05	1000
3005	2	1	0	439.81	340.29	93.1	115.57	128.41	484.75
3006	3	0	0	240.77	443.02	205.46	89.89	150.88	272.87
3007	1	0	0	648.48	767.26	552.17	550.56	866.77	629.21
3008	2	0	0	170.14	304.98	282.5	211.88	218.3	314.61
3009	2	0	0	468.7	669.34	195.83	115.57	330.66	269.66
3010	2	0	0	80.26	237.56	99.52	218.3	61	133.23
3012	3	1	0	35.31	247.19	271.27	147.67	70.63	99.52

Broj uzorka	Broj korijena	Stanje krune	Stanje korijena	Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj druga epizoda					
				1a	1b	1c	1d	2a	2b
3013	2	0	0	121.99	208.67	99.52	260.03	163.72	157.3
3014	2	0	0	385.23	565.01	452.65	144.46	253.61	372.39
3015	2	0	0	608.47	462.28	516.53	598.23	109.15	292.14
3017	2	0	0	1126.81	417.34	661.32	1544.14	1199.04	1006.42
3019	1	0	0	234.35	215.09	96.31	722.31	192.62	447.83
3020	2	1	0	346.71	211.88	231.14	491.17	333.87	192.62
4001	3	1	0	601.93	1672.55	1719.1	950.24	568.22	696.63
4002	2	1	0	574.64	144.46	266.45	388.44	487.96	166.93
4003	2	1	0	1097.91	609.95	696.63	561.8	821.83	272.87
4004	2	1	0	256.82	365.97	574.64	677.37	455.86	556.98
4005	3	1	0	902.09	581.06	703.05	523.27	738.36	330.66
4006	1	1	0	568.22	426.97	786.52	398.07	563.4	428.57
4007	1	0	0	234.35	208.67	121.99	109.15	150.8	125.2
4008	1	1	0	160.51	391.65	89.89	70.63	295.35	447.83
4009	2	1	0	240.77	340.29	497.59	865.97	221.51	414.13
4011	2	0	0	67.42	199.04	141.25	70.68	80.26	182.99
4012	2	1	0	121.99	269.66	115.57	285.71	51.36	70.63
4013	4	0	0	626	552.17	446.23	539.33	446.23	369.18
4014	1	1	0	423.76	279.29	802.57	1775.28	269.66	179.78
4015	2	0	0	115.57	83.47	128.41	134.83	138.04	83.47
4016	1	1	0	41.73	608.35	475.12	112.36	208.67	182.99
4017	1	0	0	118.78	208.67	247.19	160.51	131.62	154.09
4018	1	0	0	507.22	658.11	905.3	317.82	497.59	516.85
4019	3	1	1	555.38	356.34	304.98	494.38	382.02	375.6
4020	2	1	0	719.1	349.92	678.97	471.91	526.48	292.13
4021	1	0	0	353.13	176.57	131.62	170.14	250.4	102.73
4022	2	0	0	182.99	115.57	170.14	250.4	170.14	181.25
4023	3	1	0	548.96	365.97	121.99	182.99	484.75	227.93
4024	3	1	0	747.99	712.68	1988.52	979.13	895.57	760.83
4025	2	1	0	253.61	202.25	314.61	134.83	125.2	157.3
4026	1	1	0	375.6	365.97	531.3	754.41	382.02	378.81
4028	1	0	0	234.35	272.87	182.99	160.51	182.99	163.72
4029	1	0	0	895.67	712.68	282.5	648.48	240.77	494.38
4030	1	1	0	516.85	725.52	626	593.9	491.17	674.16
4031	2	1	0	802.57	550.56	959.87	728.73	658.11	372.39
4032	3	1	0	690.21	494.38	595.51	385.23	674.16	452.65
4033	1	0	0	674.16	513.64	260.03	537.72	683.79	308.19
4034	1	0	0	247.19	426.97	670.95	272.87	356.34	375.6
4035	1	1	0	218.3	253.51	221.51	215.09	131.62	202.25
5001	2	1	0	664.53	632.42	645.26	857.14	584.27	828.25
5002	1	1	1	240.77	170.14	337.08	276.08	250.4	173.35
5003	2	0	0	279.29	271.27	256.82	150.88	240.77	131.62
5004	1	0	0	536.12	263.24	237.56	295.35	487.96	593.9
5005	1	0	0	276.08	359.55	597.11	279.29	227.93	337.08
5006	1	0	0	629.21	645.26	375.6	333.87	507.22	667.74
5007	2	0	0	529.7	459.07	526.48	491.17	335.47	423.76
5008	1	0	0	179.78	115.57	163.72	67.42	96.31	99.15
5009	1	0	0	118.78	134.83	138.04	186.2	88.47	121.99
5011	1	1	1	439.39	311.4	452.65	311.4	266.45	321.03
5012	1	1	0	622.79	850.72	414.13	394.86	736.76	638.84
5013	1	1	0	356.34	391.65	359.55	282.5	243.98	292.14
5014	1	1	0	240.77	160.51	288.92	166.93	215.09	276.08
5015	1	1	0	609.95	492.78	648.48	1152.49	603.53	847.51
5016	1	1	0	661.32	385.22	502.41	537.72	481.54	420.55
5018	1	0	0	186.2	211.88	227.93	221.5	150.8	263.24

				Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj druga epizoda					
Broj uzorka	Broj korijena	Stanje krune	Stanje korijena	1a	1b	1c	1d	2a	2b
5020	1	0	0	417.34	391.65	304.98	231.14	353.13	356.34
5021	2	1	1	436.6	378.81	417.34	279.29	974.32	701.44
5022	1	1	0	414.13	510.43	468.7	247.19	449.44	526.48
5023	2	1	0	523.27	648.48	243.98	340.29	532.91	504.01
5024	1	1	1	308.19	35.31	369.18	590.69	166.93	38.52
5025	1	1	1	513.64	157.3	224.72	292.13	327.45	89.89
5026	1	0	0	349.92	443.02	1192.62	109.15	971.11	911.72
5027	1	0	0	173.35	369.18	215.09	83.47	147.67	298.56
5028	2	1	0	279.29	796.15	767.26	728.73	465.49	741.57
5029	1	0	0	260.03	410.91	227.93	279.29	163.72	234.35
5030	1	0	0	356.34	105.94	256.82	537.72	365.97	70.63
5032	3	0	1	587.48	306.58	446.23	231.14	581.06	317.82
5033	3	0	0	494.38	465.49	532.91	317.82	574.64	636.48
5035	1	1	0	430.18	433.39	455.86	369.18	163.72	231.14
5036	2	1	0	616.87	521.67	571.43	553.77	674.16	587.48
6001	1	0	0	211.88	250.4	288.92	199.04	179.78	231.14
6002	1	0	0	394.86	658.11	494.38	417.34	260.03	648.48
6003	1	0	0	542.54	642.42	390.05	1040.13	869.98	452.81
6004	1	0	0	218.3	210.27	288.92	334.81	205.45	163.72
6005	1	0	0	112.36	77.05	64.21	160.51	105.94	73.84
6006	1	0	0	89.89	86.68	166.93	51.36	89.89	93.1
6007	1	0	0	166.93	115.57	171.75	109.15	128.41	118.78
6008	1	0	0	256.82	131.78	134.83	170.17	166.93	116.37
6009	1	0	0	292.13	465.49	773.68	751.2	272.87	218.3
6011	1	0	0	601.93	189.41	134.83	288.92	343.5	295.35
6012	1	0	0	821.83	356.34	160.51	452.65	670.95	372.39
6013	1	0	0	459.07	494.38	394.86	365.97	253.61	353.13
6014	1	0	0	311.4	224.72	131.62	215.89	208.67	134.83
6015	1	0	0	243.98	115.57	182.99	192.62	208.67	191.01
6016	1	0	0	112.36	709.47	215.09	250.4	118.78	430.18
6017	1	0	0	131.62	426.97	195.83	330.66	99.52	269.66
6018	1	0	0	189.41	157.43	279.29	237.76	109.15	138.04
6019	2	0	0	173.85	150.88	227.93	298.56	134.83	112.36
6020	3	0	0	208.67	195.83	378.81	295.35	279.29	179.78
6021	1	0	0	539.33	754.41	308.19	613.16	500.8	388.44
6022	1	0	0	276.08	115.57	274.48	211.88	266.45	131.62
6023	1	0	0	186.2	256.82	221.51	154.09	243.98	173.35
6024	1	0	0	369.18	208.67	243.98	96.31	221.51	211.88
6025	1	0	0	327.45	182.99	288.92	173.35	215.09	83.47
6026	1	0	0	112.36	122.92	102.73	131.62	57.78	77.18
6028	1	0	0	921.35	340.29	272.87	513.64	764.04	375.6
6029	1	1	0	154.09	93.1	149.28	237.56	147.67	166.93
6030	1	1	0	138.04	253.61	192.62	211.88	115.57	112.36
7001	1	0	0	73.82	102.73	269.66	324.24	102.73	86.68
7002	1	0	0	86.68	433.39	337.08	350.88	202.25	382.02
7003	1	1	0	1351.52	921.35	683.79	518.46	975.92	719.1
7004	1	0	0	407.7	199.04	272.87	452.65	311.4	199.04
7005	1	0	0	481.54	741.57	279.29	67.42	407.7	494.38
7006	1	1	0	321.03	423.76	561.8	680.58	250.4	356.34
7007	2	0	0	276.08	77.05	253.61	386.84	279.29	80.26
7008	2	0	0	606.74	534.51	858.75	707.87	687	565.01
7009	1	0	0	189.41	260.03	178.78	215.09	199.04	234.35
7010	1	0	0	314.61	263.24	362.76	327.45	295.85	308.19
7012	1	0	0	189.41	279.29	218.3	186.2	131.62	195.83
7013	1	0	0	272.87	304.98	253.61	451.04	227.93	292.13

				Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj druga epizoda					
Broj uzorka	Broj korijena	Stanje krune	Stanje korijena	1a	1b	1c	1d	2a	2b
7014	1	0	0	308.19	158.48	163.72	190.14	256.82	138.04
7015	3	1	0	354.74	622.79	935.79	515.25	314.61	738.36
7016	2	1	0	948.64	327.45	475.12	452.65	1221.51	462.28
7017	3	0	0	542.54	304.98	349.92	370.79	423.76	542.54
7018	3	1	0	863.56	648.48	353.13	521.67	510.43	426.97
7019	3	0	0	202.25	166.93	173.35	118.78	86.68	182.99
7020	1	1	0	337.08	377.21	176.57	468.7	182.99	138.04
7021	1	1	0	388.44	195.83	263.24	423.76	231.14	125.2
7022	2	1	0	321.03	243.98	555.38	600.32	322.63	471.91
8006	1	1	1	99.52	154.09	112.36	80.26	121.99	102.73
8007	1	0	0	356.34	231.14	330.66	311.4	199.04	269.66
8008	1	0	0	141.25	247.19	83.47	93.1	112.36	80.26
1024	1	0	0	330.66	276.08	317.82	231.14	70.63	276.08
1025	1	0	0	224.72	80.26	253.61	263.24	163.72	202.25
2005	3	0	0	144.46	396.47	452.65	147.04	144.46	269.06
2006	1	0	0	208.67	356.34	266.45	317.82	276.08	144.46
2025	1	1	0	343.5	170.14	340.29	264.85	288.92	99.52
2026	3	0	0	324.24	33.87	343.56	99.52	796.15	205.46
2041	2	1	0	343.5	282.5	256.82	349.92	173.35	170.63
2042	1	1	0	375.6	324.24	330.66	375.6	443.02	150.88
2043	1	0	0	292.13	115.57	243.98	365.97	144.46	338.63
2044	2	1	0	336.12	109.15	398.07	433.39	51.36	109.15
3021	2	1	0	304.98	260.03	627.61	497.59	324.24	250.18
3022	1	1	0	131.62	235.95	102.73	211.88	118.78	105.94
3023	2	1	0	272.87	523.27	436.6	340.29	253.61	568.1
3024	3		0	394.86	288.92	455.86	266.45	483.15	290.53
3025	2	1	0	353.13	462.28	430.18	218.3	121.99	80.26
4036	2	1	0	401.28	426.97	468.7	414.13	192.62	410.91
4037	1	1	0	218.3	372.39	471.91	369.18	182.99	292.35
5037	1	0	0	343.5	337.08	340.29	227.93	476.33	292.13
5038	2	1	0	192.62	234.35	105.94	163.72	163.72	168.72
5039	2	0	0	430.18	394.86	211.88	266.45	337.08	304.98
5040	1	0	0	256.82	250.4	349.92	250.4	170.14	170.14
5041	1	1	0	176.57	99.52	115.57	112.36	125.2	99.52
6031	1	0	0	192.62	256.82	231.14	365.97	304.98	215.09
6032	1	1	0	369.18	0	89.89	443.39	211.88	150.88
6033	1	0	1	301.77	147.67	215.09	179.78	260.03	208.67
6034	1	1	0	337.08	523.27	398.07	154.09	208.67	420.55
6035	1	0	0	86.68	157.3	150.88	141.25	96.31	144.46
7024	3	0	1	311.4	391.65	269.66	182.99	629.21	266.45
7025	1	0	0	552.17	317.82	282.5	330.6	163.72	282.5

Broj uzorka	Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj druga epizoda								
	2c	2d	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c
1001	215.09	224.72	77.05	57.79	115.57	211.88	77.05	67.42	67.42
1002	96.31	22.47	112.36	35.31	163.72	89.89	125.2	51.36	38.52
1003	125.2	308.19	96.31	141.25	99.52	189.41	41.73	67.42	51.36
1004	48.15	38.52	35.31	35.31	48.15	25.68	38.52	38.52	41.73
1005	304.98	80.26	260.03	317.82	285.71	266.45	317.82	131.62	144.46
1006	41.73	516.85	263.24	215.09	256.82	327.45	144.46	89.89	154.09
1007	163.72	170.14	70.63	54.57	80.26	22.47	70.63	41.73	61
1008	32.1	35.31	28.89	16.05	32.1	22.47	16.05	19.26	28.89
1009	41.73	61	83.47	54.57	54.57	138.04	48.15	157.3	48.15
1010	125.2	85.07	170.14	25.68	73.84	48.15	118.78	47.4	115.57
1012	93.1	144.46	38.52	22.47	32.1	25.68	22.47	22.47	25.68
1013	147.67	109.15	48.15	44.94	86.68	86.68	22.47	105.94	48.15
1014	99.52	25.68	57.78	44.94	41.73	28.89	25.68	16.05	28.89
1015	32.1	32.1	16.05	22.47	19.26	25.63	16.05	16.05	19.26
1016	356.34	773.68	211.88	288.92	340.29	186.2	173.35	144.46	83.47
1017	182.99	105.94	150.88	89.89	154.09	51.36	35.31	96.31	83.47
1018	144.46	44.94	51.36	54.57	38.52	93.1	73.84	64.21	32.1
1019	263.24	157.3	48.15	28.89	51.36	32.1	32.1	16.05	32.1
1020	61	157.3	93.1	105.94	93.1	256.82	189.41	67.42	154.09
1021	150.88	86.68	48.15	54.57	86.68	308.19	192.62	125.2	205.46
1022	48.15	131.62	16.05	67.42	99.52	48.15	38.52	41.73	32.1
1023	73.84	44.94	25.68	61	64.21	48.15	19.26	51.36	54.57
2007	208.67	40.15	327.45	83.47	70.63	49.79	269.66	61	61.21
2008	35.31	16.05	25.16	57.78	35.31	32.1	28.89	30.5	32.1
2009	218.3	173.35	170.14	96.31	224.72	121.99	192.62	125.2	99.52
2010	529.7	629.21	394.86	333.87	356.34	597.11	353.13	333.87	308.19
2014	48.15	73.84	35.31	121.99	35.31	44.94	32.1	38.52	25.68
2016	208.67	38.52	131.62	67.42	195.83	44.94	83.47	64.21	208.67
2017	64.21	335.47	202.25	483.15	237.56	369.18	417.34	32.1	227.93
2018	179.78	218.3	231.14	141.25	89.89	349.92	189.41	80.26	73.84
2019	134.83	93.1	314.61	279.29	77.05	89.89	83.47	89.89	72.23
2033	365.97	192.82	356.34	391.65	398.07	237.56	423.76	343.5	353.13
2022	561.8	195.83	243.98	102.73	221.51	215.09	211.88	80.24	109.15
2030	616.37	263.24	288.92	243.98	520.06	247.19	295.35	199.04	481.54
2029	349.92	475.12	260.03	295.34	163.72	683.79	147.67	197.43	80.26
2031	138.04	121.92	121.99	86.68	109.15	77.05	86.65	64.21	54.57
2040	176.57	48.15	28.05	70.63	48.15	22.47	44.94	44.94	25.68
2032	314.61	211.88	260.03	322.63	189.41	182.99	163.72	276.08	163.72
2034	218.3	160.51	61	224.72	301.77	176.56	51.36	327.45	266.45
2035	330.66	526.48	324.24	224.72	288.92	433.39	240.77	271.27	253.61
2023	555.38	330.66	54.57	210.27	497.59	44.94	61	73.84	333.87
2020	141.25	125.2	179.78	99.52	192.62	99.52	160.51	80.26	56.18
2036	349.92	365.97	364.71	48.15	369.18	240.77	404.49	38.52	218.3
2037	415.73	256.82	182.98	61	407.7	333.87	61	48.15	41.73
3001	568.22	630.82	622.79	86.68	375.6	542.54	609.95	99.52	455.86
3002	96.31	455.86	170.14	57.78	195.83	446.23	176.57	163.72	96.31
3003	327.45	340.29	308.19	277.69	317.82	227.93	234.35	195.83	163.72
3004	269.66	96.31	449.44	584.21	1526.66	433.39	282.5	475.12	703.06
3005	459.07	335.47	208.67	446.23	362.76	67.42	285.71	269.66	404.49
3006	118.78	471.91	96.31	227.93	163.72	243.91	93.1	237.56	64.21
3007	396.07	324.24	667.74	314.61	365.97	359.55	402.89	166.93	240.77
3008	256.82	179.78	221.51	157.3	234.35	141.25	186.2	131.62	157.3
3009	330.66	61	189.41	144.46	147.67	64.21	118.78	80.26	105.94
3010	176.57	77.05	54.57	102.73	115.57	73.84	86.68	186.2	112.36
3012	266.13	109.15	70.63	182.99	333.87	51.56	61	170.14	293.74

Broj uzorka	Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj druga epizoda								
	2c	2d	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c
3013	99.52	199.04	80.26	105.94	73.84	44.92	51.36	150.88	93.1
3014	407.7	125.2	115.57	266.45	208.67	150.88	118.78	255.22	44.49
3015	234.35	207.06	263.24	237.56	93.1	234.35	160.51	157.3	85.07
3017	696.63	884.67	1245.52	587.48	609.95	837.88	1136.44	404.49	445.49
3019	349.92	349.92	121.99	179.78	173.35	125.2	102.73	77.05	112.36
3020	131.62	163.72	57.78	128.41	80.26	141.25	73.84	89.89	99.52
4001	704.65	404.49	426.97	382.02	186.2	86.68	73.84	118.78	160.51
4002	288.92	189.41	189.41	121.99	121.99	173.85	77.5	54.57	138.04
4003	598.72	529.7	510.43	767.26	576.24	269.66	237.56	539.33	260.03
4004	500.8	471.91	459.07	434.99	433.39	250.4	420.55	292.13	362.76
4005	417.34	494.38	1075.44	224.72	195.83	356.34	1258.43	250.4	165.33
4006	658.11	391.65	459.07	532.91	552.17	471.91	452.65	378.81	529.7
4007	121.99	144.46	93.1	118.78	121.99	112.36	99.52	67.42	105.94
4008	202.25	112.36	160.51	166.93	89.89	96.31	61	19.2	64.1
4009	654.9	247.19	276.08	407.7	547.35	333.87	269.66	128.41	192.62
4011	182.93	150.88	61	77.05	173.35	121.99	67.42	86.68	61
4012	44.94	125.2	99.52	73.84	86.68	186.2	77.05	61.1	91.49
4013	478.83	288.92	529.7	317.82	369.18	237.56	600.32	199.04	401.28
4014	1282.5	1004.82	349.92	163.72	642.05	1008.03	288.92	231.14	292.13
4015	105.94	83.47	96.31	96.31	109.15	64.21	109.15	73.84	102.73
4016	436.6	227.93	221.51	223.55	260.03	109.15	115.57	145.07	157.3
4017	263.24	199.04	131.62	121.99	231.14	112.36	109.15	115.57	186.2
4018	850.72	346.71	475.12	337.08	613.16	398.07	295.85	365.97	243.98
4019	253.61	269.66	195.83	213.48	199.04	243.9	170.14	102.73	89.89
4020	489.57	449.44	471.91	215.09	542.54	431.78	260.03	192.62	653.29
4021	80.26	112.36	182.99	138.04	147.67	125.2	182.99	102.73	73.84
4022	154.09	141.25	157.3	134.83	112.36	131.62	99.52	112.36	96.31
4023	70.23	32.1	391.65	41.73	93.1	150.88	231.14	22.47	147.67
4024	951.85	735.15	866.77	707.86	767.26	606.74	606.74	616.37	499.81
4025	109.15	144.46	102.73	141.25	96.31	115.57	61	118.78	64.21
4026	587.48	327.45	321.03	263.24	277.69	186.2	237.56	134.83	189.41
4028	202.25	121.99	166.93	134.83	160.51	131.62	125.2	80.26	115.57
4029	121.99	125.2	141.25	162.12	83.47	72.23	48.15	96.31	64.21
4030	669.66	475.12	536.12	536.12	632.42	831.46	521.67	420.55	722.31
4031	699.84	224.72	208.67	80.26	462.28	260.08	173.35	99.52	304.98
4032	513.64	478.33	598.72	269.66	518.46	237.56	211.88	96.31	112.36
4033	260.03	365.97	340.29	157.3	221.51	349.92	224.72	80.26	182.99
4034	443.02	199.04	330.66	285.71	385.23	160.51	256.82	170.14	138.04
4035	160.51	189.41	154.09	173.35	182.99	170.14	105.94	182.99	227.93
5001	645.26	715.84	282.5	475.12	417.34	622.79	170.14	353.13	404.19
5002	253.61	327.45	234.35	189.41	260.03	314.61	131.62	231.14	279.29
5003	227.93	205.46	173.35	160.51	147.67	41.73	115.57	157.3	154.09
5004	361.16	504.01	471.91	459.07	266.45	223.11	308.19	314.61	304.98
5005	581.06	256.82	115.57	314.61	499.2	301.77	134.83	407.7	481.54
5006	412.52	288.92	452.65	553.77	457.46	179.78	279.29	426.97	256.82
5007	394.86	455.86	292.13	426.97	343.5	468.77	250.4	301.77	369.18
5008	86.68	80.26	77.05	35.31	73.84	73.84	70.63	35.31	77.05
5009	99.52	163.72	89.89	115.57	61	125.2	144.46	163.72	154.09
5011	304.98	179.78	199.04	215.09	237.56	144.46	170.14	182.99	176.58
5012	613.16	735.15	751.2	497.59	616.37	544.14	520.06	243.98	674.16
5013	218.3	272.87	205.46	285.71	211.88	199.04	231.14	231.14	163.72
5014	363.72	375.6	144.46	216.69	343.5	234.35	134.83	147.67	240.77
5015	1035.31	935.79	548.96	929.37	664.53	764.04	661.32	680.58	998.39
5016	561.8	471.91	484.75	414.1	565.01	394.86	266.45	349.92	417.34
5018	211.88	192.62	93.1	168.54	189.41	109.15	86.68	99.52	89.89

Broj uzorka	Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj druga epizoda								
	2c	2d	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c
5020	349.92	299.45	369.18	361.16	237.56	247.19	324.24	299.81	189.41
5021	1028.89	741.57	728.73	590.69	651.69	828.25	616.37	481.54	420.55
5022	378.81	215.09	414.13	418.94	295.35	182.99	240.77	227.93	372.39
5023	157.3	324.24	529.16	365.97	105.94	327.45	224.76	349.92	112.36
5024	211.88	455.86	173.35	67.42	189.41	247.19	134.83	128.41	96.31
5025	186.2	356.34	224.72	89.89	134.83	131.62	131.62	70.63	134.83
5026	629.21	383.62	802.57	1364.37	365.97	250.4	346.71	699.84	1020.87
5027	282.5	205.46	170.14	240.77	227.93	105.94	96.31	193.83	131.62
5028	733.55	709.47	552.17	553.77	675.76	773.68	667.74	465.49	659.71
5029	160.51	121.99	160.51	112.36	89.89	98.1	121.99	93.1	138.04
5030	319.42	500.8	314.61	105.94	189.41	394.86	253.61	115.57	195.81
5032	401.28	186.2	507.22	128.41	298.56	93.1	467.09	102.73	245.59
5033	526.48	670.95	500.8	436.6	390.05	388.44	327.45	311.4	247.19
5035	321.03	166.93	243.98	276.08	362.76	199.04	138.04	250.03	189.41
5036	722.31	614.77	340.29	182.99	202.25	182.99	86.68	160.51	266.45
6001	231.14	215.09	176.57	213.48	211.88	189.41	173.35	189.41	202.25
6002	492.78	494.38	471.91	455.86	540.93	561.8	776.89	422.05	404.49
6003	534.67	1162.12	292.13	221.51	455.86	845.49	157.3	113.96	406.1
6004	266.45	292.18	160.51	154.09	218.3	166.93	173.35	154.09	138.04
6005	77.05	51.36	105.94	80.26	80.26	44.94	103.47	80.26	73.84
6006	115.57	93.1	89.89	74.88	64.21	79.42	83.47	70.63	83.47
6007	138.04	83.47	89.89	105.94	102.73	83.47	89.8	112.36	118.78
6008	157.3	128.41	157.3	106.28	128.41	101.97	134.83	106.91	118.78
6009	539.33	651.69	227.93	189.41	534.88	548.96	205.46	118.78	568.22
6011	205.46	359.55	227.93	279.29	157.3	202.25	227.93	157.3	96.31
6012	208.67	199.04	516.85	288.92	386.84	295.35	364.37	131.62	147.67
6013	327.45	441.41	181.38	348.31	176.57	340.29	154.09	272.87	154.09
6014	115.57	105.94	173.35	99.52	112.36	147.67	141.25	115.57	121.99
6015	215.09	253.61	163.72	189.41	221.51	166.93	93.1	141.25	144.46
6016	166.93	176.57	93.1	208.67	139.65	125.2	96.31	77.05	105.94
6017	163.72	224.72	96.31	102.73	144.46	96.31	86.68	89.89	89.89
6018	186.2	150.88	99.52	134.83	125.2	141.25	73.84	109.15	93.1
6019	128.41	154.09	138.04	105.94	118.78	147.67	128.41	99.52	118.78
6020	182.99	263.24	118.78	166.93	64.21	237.56	138.04	118.78	231.14
6021	475.12	491.17	330.66	378.81	561.8	587.48	555.38	388.44	341.89
6022	279.29	166.93	208.67	118.78	215.09	170.14	199.04	115.57	154.09
6023	121.99	112.36	112.36	173.35	109.15	131.62	111.88	121.99	163.33
6024	163.72	154.09	237.56	163.72	154.09	138.04	208.67	141.25	163.71
6025	215.09	83.47	154.49	73.84	141.25	116.37	141.25	61	105.94
6026	93.1	91.93	54.57	58.58	57.78	68.1	51.36	45.4	54.57
6028	516.85	375.6	426.97	337.08	412.52	391.65	404.49	462.03	491.17
6029	105.94	102.73	86.68	89.89	99.52	93.1	86.68	67.42	96.31
6030	99.52	128.41	118.78	80.26	73.84	81.02	112.36	77.05	80.26
7001	231.14	154.09	134.83	80.26	80.26	105.94	109.15	111.3	115.57
7002	176.57	332.71	166.93	378.81	154.09	300.16	166.93	221.51	125.2
7003	1096.31	1290.53	866.77	1078.65	1219.9	858.75	792.94	680.58	825.04
7004	250.4	211.88	176.57	173.35	163.72	208.67	173.35	166.93	144.46
7005	487.96	208.67	404.49	404.49	500.8	394.86	388.44	468.7	452.65
7006	417.34	426.97	182.99	240.77	218.3	184.59	157.3	240.77	173.35
7007	301.77	199.04	118.78	109.15	199.04	362.76	109.15	199.04	195.83
7008	592.3	378.81	680.58	478.33	462.28	256.82	420.55	410.91	356.34
7009	208.67	210.34	192.62	189.41	179.78	182.93	160.51	189.41	154.09
7010	304.98	359.55	199.04	288.92	321.03	272.87	163.72	195.83	186.2
7012	192.62	160.51	121.99	128.41	173.35	144.46	109.15	160.51	118.78
7013	227.93	365.97	295.35	157.3	179.78	285.71	253.61	170.14	170.14

Broj uzorka	Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj druga epizoda								
	2c	2d	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c
7014	96.31	170.14	160.51	118.78	121.99	147.67	125.2	118.78	92.1
7015	863.56	337.08	253.61	555.38	719.1	224.72	237.56	660.32	500.8
7016	690.21	642.05	1065.81	868.22	494.38	581.06	995.18	735.15	629.21
7017	611.56	372.39	459.07	436.6	515.25	263.24	362.76	301.77	240.77
7018	316.21	512.54	494.38	375.6	308.19	321.03	346.71	369.18	256.82
7019	154.09	118.78	115.57	173.35	150.88	96.31	105.94	189.41	109.15
7020	247.19	208.67	192.62	285.71	462.28	301.77	221.51	105.94	309.79
7021	163.72	311.4	147.67	131.02	118.78	221.51	61	77.05	54.57
7022	314.61	423.76	157.3	407.7	211.88	215.09	144.56	179.78	154.09
8006	70.63	44.94	102.73	64.21	118.78	102.73	73.84	73.84	77.05
8007	131.62	163.72	160.51	138.04	131.62	44.94	115.57	83.47	102.73
8008	128.41	61	83.47	51.36	109.15	84.81	86.68	35.31	83.47
1024	250.4	266.07	73.84	238.25	215.09	206.58	93.1	265.06	112.36
1025	112.36	77.05	131.62	125.2	78.84	96.31	176.57	121.99	102.73
2005	526.48	288.92	131.62	186.2	322.63	285.71	166.93	118.78	218.3
2006	154.09	234.14	205.46	102.73	115.57	218.3	144.46	64.21	67.42
2025	192.62	399.68	205.46	163.33	147.67	77.05	57.78	105.94	86.68
2026	269.66	160.51	417.34	157.3	125.2	166.93	199.04	176.57	115.57
2041	205.46	276.08	160.51	170.14	269.66	147.67	96.31	147.67	141.25
2042	311.4	298.56	388.44	213.48	221.51	256.81	317.82	147.67	93.1
2043	166.93	112.36	115.57	128.41	102.73	311.4	73.84	138.04	93.1
2044	189.41	192.62	61	109.15	186.2	112.36	41.73	138.04	160.51
3021	590.69	379.55	561.8	471.91	199.04	369.18	608.35	436.6	138.04
3022	80.26	125.2	112.36	70.63	77.05	83.47	80.26	77.05	64.21
3023	484.75	611.36	150.88	324.24	202.25	286.22	147.67	131.62	250.4
3024	187.69	365.94	451.04	638.84	269.66	186.2	529.7	565.01	240.77
3025	121.99	105.94	121.99	126.81	64.21	96.31	121.99	70.63	54.57
4036	333.87	391.65	192.62	266.45	131.61	301.58	115.57	176.57	112.36
4037	404.49	247.19	192.62	330.66	404.49	247.19	227.93	189.41	176.57
5037	353.13	449.44	359.55	243.98	398.07	353.13	340.2	351.52	345.58
5038	99.52	179.78	125.7	141.25	86.68	121.14	96.31	83.47	102.73
5039	365.97	482.29	526.48	288.92	266.9	349.92	308.19	173.35	260.03
5040	260.03	452.47	134.83	163.72	150.88	244.47	112.36	154.03	138.04
5041	102.75	70.63	115.57	83.47	83.47	61	99.52	80.26	80.26
6031	205.46	224.72	218.3	112.36	189.41	141.25	70.63	57.79	73.84
6032	215.09	317.82	202.25	112.36	121.99	224.72	170.14	115.57	80.26
6033	182.53	290.35	150.88	166.93	166.93	154.09	109.05	102.73	138.04
6034	237.56	163.72	218.3	365.97	250.4	176.57	208.67	138.04	112.36
6035	147.67	131.62	89.89	115.57	83.47	115.57	80.26	115.57	93.1
7024	333.87	208.67	648.48	266.45	451.04	131.62	504.01	311.4	576.45
7025	179.78	157.3	160.51	192.62	102.73	174.1	144.46	155.7	89.89

Broj uzorka	Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj druga epizoda								
	4d	5a	5b	5c	5d	6a	6b	6c	6d
1001	189.41	73.84	67.42	83.47	141.25	73.84	70.63	77.05	266.45
1002	83.71	67.42	44.94	35.31	67.42				
1003	57.78	35.31	41.73	48.15	93.1	25.68	38.52	35.31	44.94
1004	32.1	38.52	32.1	48.15	32.1	35.31	28.89	41.73	32.1
1005	211.88	96.31	256.82	455.86	388.44				
1006	539.33	160.31	199.04	442.75	247.19				
1007	19.26	22.47	22.47	61	32.1	19.26	22.47	22.47	19.26
1008	19.26	19.26	16.05	16.05	12.84	6.42	6.42	16.05	12.84
1009	38.52	28.89	288.92	83.47	32.1	22.47	349.92	28.89	28.89
1010	38.52	44.94	28.89	48.15	28.89				
1012	41.73	28.89	22.47	25.68	22.47	28.89	19.26	19.29	16.05
1013	80.26	12.84	32.1	16.05	22.47	28.89	19.26	16.05	19.26
1014	35.31	16.05	22.47	16.05	19.26	12.84	6.42	16.05	19.26
1015	28.89	9.63	12.84	12.84	19.26	9.63	16.05	9.63	25.68
1016	57.78	38.52	89.89	70.63	41.73	25.68	44.94	51.36	22.47
1017	25.68	93.31	57.78	57.78	157.3	35.31	41.73	25.68	166.93
1018	35.31	28.89	22.47	35.31	28.89	28.89	28.89	38.52	70.63
1019	12.84	25.68	22.47	30.5	16.05	28.89	25.68	25.68	16.05
1020	343.5	86.68	150.88	35.31	293.74	86.68	86.68	22.47	48.15
1021	378.81	105.94	288.92	157.9	362.76	301.77	221.51	182.99	298.56
1022	80.26	35.21	41.72	25.68	170.44	35.21	35.31	19.26	61
1023	51.36	28.09	25.68	51.36	48.15	25.68	28.89	77.05	44.94
2007	48.15	28.89	61	93.1	48.15	35.31	44.94	150.88	64.21
2008	12.84	19.26	22.47	25.68	22.47	25.68	25.68	32.1	28.89
2009	48.15	154.09	266.45	99.52	48.15	57.78	128.41	54.57	61
2010	542.54	222.51	269.24	401.28	449.44	192.62	208.67	253.61	423.76
2014	38.52	32.1	38.52	32.1	128.42	32.1	57.78	51.36	86.68
2016	41.73	54.57	35.31	44.94	35.31	61	61	73.84	38.52
2017	141.25	282.5	643.66	856.75	32.1	32.1	25.68	138.04	51.36
2018	282.5	44.94	57.78	73.84	223.72	41.73	41.73	51.36	154.09
2019	80.26	89.89							
2033	349.92	433.39	451.04	481.54	321.03	398.07	410.91	304.98	304.98
2022	173.35	205.46	51.36	89.89	32.1				
2030	147.67	192.62	417.34	398.07	96.31	131.62	383.63	356.34	77.05
2029	256.82	128.41	105.94	125.2	125.2	70.63	96.31	73.84	102.73
2031	51.36	80.26	48.15	54.57	38.52	54.57	57.78	57.78	61
2040	28.89	19.26	16.05	35.31	25.68				
2032	237.56	176.57	176.57	192.62	102.73	112.86	150.88	147.67	115.57
2034	304.98	67.42	321.03	274.48	343.5	67.42	202.25	229.53	308.19
2035	240.77	128.41	186.2	99.52	163.72	178.78	118.78	112.36	256.82
2023	128.41	61	32.1	83.47	38.52	41.73	38.52	38.52	38.52
2020	70.63	141.25	77.05	61	48.15	80.26	38.52	44.94	44.94
2036	144.46	349.92	35.31	128.41	41.73	150.88	32.1	48.15	19.26
2037	32.1	38.52	32.1	26.89					
3001	426.97	616.37	64.21	478.33	276.08	333.87	48.15	459.07	147.67
3002	73.84	54.57	44.94	41.73	61	57.78	54.57	163.72	54.57
3003	221.51	134.83	73.84	141.25	99.52	99.52	105.94	131.62	105.94
3004	369.18	211.88	365.97	683.79	356.34				
3005	35.31	266.45	337.08	589.09	109.15	231.14	333.87	423.76	93.1
3006	182.99	89.89	166.93	70.63	141.25	35.31	19.26	112.36	83.47
3007	243.98	247.19	141.25	138.04	115.57	182.99	93.1	96.31	93.1
3008	105.94	173.35	131.62	99.52	141.25	157.3	147.67	86.68	115.57
3009	35.31	35.31	51.36	96.31	38.52	32.1	141.25	51.36	48.15
3010	77.05	64.21	179.35	102.79	260.03	67.42	0	59.39	61
3012	176.57	44.94	54.57	166.93	64.21	32.1	54.57	51.36	69.02

Broj uzorka	Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj druga epizoda								
	4d	5a	5b	5c	5d	6a	6b	6c	6d
3013	35.31	57.78	73.84	25.68	41.73	48.15	51.36	25.68	48.15
3014	131.62	48.15	96.31	54.57	51.36	38.52	67.42	54.57	57.79
3015	227.93	89.89	166.93	67.42	80.26	64.21	48.15	70.63	
3017	754.41	897.27	308.19	423.76	600.32	561.8	229.53	420.55	545.73
3019	89.89	25.68	38.52	41.73	32.1	38.52	38.52	38.52	38.52
3020	89.89	64.21	54.57	54.57	89.89	73.84	70.63	54.57	57.78
4001	77.05	64.21	54.57	93.1	51.36	28.89	48.15	83.47	54.57
4002	138.04	73.84	73.84	74.84	144.46	83.47	73.84	70.63	138.04
4003	157.3	121.99	121.99	134.83	147.67	105.94	115.57	115.57	115.57
4004	224.72	420.55	208.67	224.72	256.82	311.4	340.29	150.88	234.35
4005	296.95	1017.66	93.1	147.67	112.36				
4006	354.74	462.28	340.79	365.97	369.18	455.86	385.23	321.03	353.13
4007	102.73	96.31	80.26	86.68	57.78	80.26	99.52	90.52	28.89
4008	23.68	48.15	48.15	35.31	28.89	32.1	38.52	43.34	32.1
4009	173.35	93.1	99.52	109.15	144.46	73.4	77.05	77.05	105.94
4011	70.63	32.1	64.21	48.15	48.15	28.89	44.94	38.52	25.6
4012	51.36	57.78	67.42	70.63	96.31	96.31	61	64.21	102.73
4013	224.72	468.7	150.88	321.03	260.03	269.66	109.15	299.17	304.98
4014	619.58	215.09	194.22	362.76	166.93	112.36	149.67	192.62	147.67
4015	80.26	89.89	89.89	80.26	83.47	115.57	73.84	86.63	80.26
4016	73.84	70.63	73.84	89.89	64.21	77.05	89.89	64.21	93.1
4017	102.73	102.73	93.1	125.2	86.68	99.52	86.68	109.15	83.47
4018	304.98	266.45	269.66	285.71	436.66	70.63	240.77	346.71	208.67
4019	86.68	131.62	83.47	118.78	73.84	105.94	77.05	73.84	35.31
4020	404.49	64.21	154.09	439.81	348.31	93.1	41.73	398.07	330.66
4021	150.88	173.35	121.99	99.52	134.83	102.73	208.67	96.31	134.83
4022	105.94	89.89	96.31	112.36	93.1	72.15	73.84	96.31	89.89
4023	86.68	195.83	41.73	150.88	125.2	83.47	32.1	102.73	118.78
4024	443.02	664.53	693.42	719.1	500.8	706.26	504.01	189.41	173.35
4025	67.42	57.78	83.47	73.84	25.68				
4026	128.41	144.46	93.1	147.67	131.62	141.25	67.42	147.67	112.36
4028	109.15	125.2	83.47	96.31	112.36	115.57	67.42	96.31	65.81
4029	73.21	27.29	51.36	54.57	54.57	19.26	22.47	57.78	52.36
4030	654.9	454.25	426.97	521.67	321.03	513.64	298.56	520.06	338.68
4031	160.51	150.88	112.36	205.46	125.2	83.47	128.41	128.41	89.89
4032	112.36	86.68	115.57	131.62	83.47	70.63	83.47	86.68	61
4033	253.61	134.83	51.36	57.79	128.41	86.68	61	83.47	70.63
4034	154.09	128.41	131.62	89.89	118.78	112.36	118.78	86.68	51.36
4035	166.93	115.57	163.72	141.25	144.46	134.83	141.25	160.51	115.57
5001	385.23	195.83	215.09	227.93	372.39	173.35	154.09	163.72	202.25
5002	240.77	121.99	144.46	247.19	138.04	48.15	109.15	70.63	86.68
5003	38.52	105.94	121.99	112.36	64.21	54.57	83.47	93.1	32.1
5004	228.13	237.56	217.47	240.77	173.77	144.46	131.62	118.78	142.86
5005	149.28	157.3	321.03	449.44	141.25	147.67	208.67	388.44	195.83
5006	163.72	221.51	256.82	276.08	125.2	105.94	125.2	144.46	73.84
5007	553.77	221.51	297.56	367.58	475.12	186.2	237.56	327.45	410.91
5008	75.56	61	38.52	67.42	70.63	78.65	38.52	86.68	57.78
5009	161.95	89.89	77.05	80.26	86.68	67.42	77.03	64.21	80.26
5011	144.46	157.3	168.54	170.14	121.99	138.04	144.46	154.09	86.68
5012	707.87	540.93	195.83	468.7	565.01	414.13	170.14	436.6	356.34
5013	154.09	205.46	327.45	131.62	189.41	195.83	282.8	128.41	138.04
5014	147.67	144.46	192.62	170.14	140.81	131.62	150.88	166.93	128.41
5015	388.44	542.54	593.9	449.44	386.84	410.91	269.66	266.45	192.62
5016	362.76	195.83	276.08	330.66	346.71	202.25	199.04	218.3	205.46
5018	54.57	57.78	70.63	73.84	96.31	70.63	77.05	70.63	51.36

Broj uzorka	Debljina cementa na presjecima (µm) - prvi mjeritelj druga epizoda								
	4d	5a	5b	5c	5d	6a	6b	6c	6d
5020	189.41	295.35	234.35	250.4	202.25	276.08	311.4	276.08	221.14
5021	767.26	434.99	356.34	391.65	675.76	272.87	327.45	385.23	504.01
5022	182.99	144.46	147.67	269.66	118.78	125.2	121.99	160.51	118.78
5023	295.34	224.72	256.82	86.68	99.52	154.09	221.51	109.15	115.57
5024	160.51	134.83	80.26	115.57	102.73	99.52	64.21	112.36	102.73
5025	131.62	105.94	109.15	93.1	105.94	96.31	80.26	150.8	61
5026	898.88	446.23	744.78	847.51	847.51	330.66	760.83	746.39	888.6
5027	54.57	80.26	80.26	83.47	32.1	86.68	61.33	70.63	48.15
5028	528.41	558.59	382.02	446.5	504.04	379.3	304.98	205.71	243.36
5029	86.68	109.15	83.47	70.63	97.42	102.73	96.31	89.89	88.33
5030	343.5	224.72	105.94	170.14	227.93	141.25	112.36	157.3	134.83
5032	57.78	256.82	57.78	346.71	224.72	61	61	227.93	89.89
5033	182.99	253.61	170.14	263.24	205.46	166.93	211.88	317.82	144.46
5035	134.75	12.36	94.47	182.99	159.64	99.52	83.47	141.25	96.36
5036	112.36	99.52	128.41	109.15	109.71	77.05	93.1	125.2	83.47
6001	219.62	141.25	158.09	182.99	222.03				
6002	501.83	160.51	256.82	176.57	207.06	141.25	118.78	70.63	121.99
6003	637.24	144.46	83.47	234.35	473.73	67.42	89.89	157.3	282.2
6004	138.91	57.78	130.02	138.04	125.2				
6005	102.73	80.26	64.21	57.78	86.58	73.84	64.21	61	64.21
6006	77.05	70.63	70.1	67.42	73.71	54.57	69.15	64.21	64.53
6007	83.47	89.89	118.78	99.52	83.47	89.89	96.31	109.15	80.26
6008	97.48	131.62	93.1	112.36	77.05	115.57	93.1	105.94	67.42
6009	536.12	202.25	89.89	581.06	491.17	195.83	70.63	563.4	338.68
6011	144.46	125.2	83.47	67.42	96.31				
6012	253.61	160.51	105.94	83.47	99.32	176.57	86.68	70.63	105.94
6013	205.46	109.15	160.51	99.52	54.57	115.57	41.73	83.47	77.05
6014	131.62	115.57	96.31	105.94	96.31	109.15	99.52	93.1	86.68
6015	176.57	93.1	73.84	93.1	51.36	93.1	144.46	115.57	70.63
6016	121.99	89.89	57.79	96.31	86.68				
6017	57.78	89.89	83.47	112.36	57.78	77.05	89.89	102.73	61
6018	134.83	86.68	105.94	86.68	89.89	70.63	67.42	83.47	64.21
6019	115.57	96.31	86.68	86.68	83.47	86.68	80.26	80.26	86.68
6020	147.67	121.99	150.92	256.82	138.08	115.57	99.88	219.9	102.73
6021	468.7	462.28	372.39	298.56	433.04	295.35	266.45	182.99	234.45
6022	166.93	182.99	102.73	121.99	128.41	166.93	93.1	128.41	125.2
6023	165.73	83.47	115.57	83.47	128.41	73.84	89.89	51.36	77.05
6024	134.83	173.35	139.61	102.73	106.33	118.78	83.47	115.57	105.94
6025	80.26	73.84	51.36	86.68	48.15	64.21	48.15	61	57.78
6026	74.91	83.47	61	70.63	96.31	51.36	57.78	61	48.15
6028	290.97	375.6	232.23	455.86	234.37	253.61	186.2	176.57	199.04
6029	67.42	83.47	64.21	96.31	54.57	64.21	61	93.1	48.15
6030	74.11	80.26	77.05	70.63	80.26	89.89	89.89	83.84	67.42
7001	77.05	99.52	99.52	105.94	73.84	86.68	86.68	93.1	67.42
7002	298.56	160.51	215.09	141.25	234.35				
7003	796.15	719.1	365.97	510.43	731.94	709.47	237.56	577.85	516.85
7004	147.67	154.09	138.04	147.67	166.93	150.88	109.15	147.67	150.88
7005	343.5	311.4	430.18	337.08	327.45	285.71	333.87	301.77	250.44
7006	176.57	147.67	202.25	147.67	70.63	112.36	189.41	147.67	70.63
7007	328.28	163.72	181.86	208.67	168.96	128.41	160.51	128.41	154.09
7008	231.14	234.35	301.77	263.24	223.11	176.57	298.56	231.14	131.62
7009	167.58	144.46	160.51	160.51	160.51	160.51	134.83	115.57	105.94
7010	243.98	141.25	134.83	134.83	195.83	109.15	152.61	121.99	112.41
7012	112.36	102.73	118.78	89.89	93.1				
7013	285.71	249.92	154.16	141.25	239.65	195.83	115.57	178.86	221.51

Broj uzorka	Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj druga epizoda								
	4d	5a	5b	5c	5d	6a	6b	6c	6d
7014	102.73	96.31	115.57	96.31	105.94	93.1	80.26	83.47	77.05
7015	269.66	176.56	520.06	227.93	205.46	138.04	452.65	211.88	131.62
7016	685.39	600.32	680.58	574.64	582.06	542.54	500.8	439.81	362.76
7017	231.14	163.72	170.14	115.57	192.62	125.2	150.88	83.47	86.68
7018	166.93	166.93	282.5	144.46	131.62	118.78	44.94	99.52	86.68
7019	93.1	83.47	115.57	105.94	89.89	77.05	83.47	80.26	80.26
7020	189.41	89.89	96.31	202.25	160.51	83.47	83.47	96.31	105.94
7021	144.46	61	75.44	48.15	125.2	48.15	48.15	54.57	70.63
7022	171.75	141.25	125.2	141.25	182.99	99.52	112.36	118.78	154.09
8006	64.21	80.26	105.94	70.63	67.42	73.84	0	77.05	57.79
8007	121.99	105.94	86.68	89.89	86.68	89.89	61	89.89	73.84
8008	83.47	86.68	54.57	57.78	35.31	89.89	23.89	67.42	38.52
1024	109.57	93.1	163.09	64.21	125.37	67.42	73.82	35.31	48.15
1025	256.28	112.36	125.2	99.52	156.65	51.36	83.47	61	69.45
2005	166.93	150.88	99.52	168.54	134.83	112.36	73.84	54.57	77.05
2006	57.78	77.05	64.21	67.42	64.21	70.63	44.94	64.21	73.21
2025	57.78	61	61	48.15	32.1	70.63	61	44.49	41.73
2026	118.78	138.04	150.88	112.36	128.41	99.52	186.2	51.36	128.29
2041	96.31	218.3	128.41	102.73	141.44	93.1	147.67	73.84	67.42
2042	109.15	64.21	99.52	64.21	77.05	54.57	67.42	44.94	57.78
2043	77.05	96.31	70.63	41.73	43.19	77.05	67.42	64.21	25.6
2044	150.88	32.44	102.73	121.99	109.15	41.73	154.05	109.15	44.94
3021	349.92	227.93	192.62	102.73	231.14	93.1	128.41	61	88.28
3022	73.84	83.47	73.84	64.21	70.63	70.63	73.84	73.86	70.63
3023	170.44	102.73	189.41	157.3	118.78	99.52	199.58	105.92	96.31
3024	290.53	492.62	398.07	253.61	173.35	396.07	446.23	186.2	112.36
3025	80.26	102.73	61	70.63	125.2	86.68	48.15	70.63	61
4036	179.78	80.26	173.35	77.05	144.46	83.47	102.73	67.42	115.57
4037	173.35	160.51	160.51	189.41	67.42	89.89	77.05	86.68	77.05
5037	465.49	295.35	302.26	468.7	278.43	237.56	286.31	417.34	272.87
5038	73.84	93.1	133.6	112.36	105.99	127.2	96.31	96.31	141.25
5039	356.34	340.29	163.72	247.19	240.77	394.86	166.93	205.46	134.83
5040	186.2	93.1	166.93	118.78	89.89	105.94	138.04	102.73	109.15
5041	54.57	125.2	70.63	89.89	61	109.15	88.33	96.31	61
6031	99.52	80.26	61	83.47	125.04	77.05	57.73	44.94	109.15
6032	118.78	160.51	93.1	61	118.78	134.83	109.15	134.83	89.89
6033	89.89	105.94	80.26	96.31	89.89	102.73	61	93.1	89.89
6034	99.52	195.83	105.94	118.78	112.36	105.94	89.89	80.26	96.31
6035	109.15	77.05	125.2	83.47	192.62	98.22	89.89	83.47	86.44
7024	770.47	577.85	404.49	619.58	780.1	314.61	539.33	301.77	423.76
7025	112.36	128.41	157.3	96.31	105.16	109.15	128.41	109.15	83.47

Debljina cementa na presjecima (μm) - drugi mjeritelj druga epizoda									
Broj uzorka	1aB	1bB	1cB	1dB	2aB	2bB	2cB	2dB	3aB
3013									
3014									
3015									
3017									
3019									
3020									
4001	200.12	107.98	111.35	104.21	52.23	68.38	251.02	120.13	38.91
4002									
4003									
4004									
4005									
4006									
4007									
4008									
4009									
4011									
4012									
4013									
4014									
4015									
4016									
4017	135.12	85.31	68.11	123.21	123.21	80.19	123.01	63.51	84.62
4018									
4019									
4020									
4021									
4022									
4023									
4024									
4025	96.95	120.12	237.33	80.12	80.15	89.5	157.12	109.88	44.12
4026									
4028									
4029									
4030	225.01	176.51	251.33	321.15	319.12	247.88	407.77	303.4	278.51
4031									
4032									
4033									
4034									
4035									
5001									
5002									
5003									
5004									
5005									
5006									
5007									
5008									
5009									
5011									
5012									
5013									
5014									
5015									
5016									
5018	86.12	104.22	104.31	190.85	78.21	75.85	62.91	166.91	36.13

Debljina cementa na presjecima (µm) - drugi mjeritelj druga epizoda									
Broj uzorka	3bB	3cB	3dB	4aB	4bB	4cB	4dB	5aB	5bB
3013									
3014									
3015									
3017									
3019									
3020									
4001	84.55	159.11	53.55	33.01	31.12	57.12	31.95	47.21	20.01
4002									
4003									
4004									
4005									
4006									
4007									
4008									
4009									
4011									
4012									
4013									
4014									
4015									
4016									
4017	62.13	57.11	54.89	56.72	54.88	56.68	54.88	48.62	43.7
4018									
4019									
4020									
4021									
4022									
4023									
4024									
4025	70.99	71.3	69.02	42.35	41.21	41.11	40.89	39.2	36.15
4026									
4028									
4029									
4030	243.15	372.13	263.8	277.01	193.12	370.31	212.15	229.59	189.55
4031									
4032									
4033									
4034									
4035									
5001									
5002									
5003									
5004									
5005									
5006									
5007									
5008									
5009									
5011									
5012									
5013									
5014									
5015									
5016									
5018	41.22	91.98	74.45	31.93	29.58	23.01	35.82	30.9	39.12

Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj prva epizoda									
Broj uzorka	5cB	5dB	1aP	1bP	1cP	1dP	2aP	2bP	2cP
1001			116.88	172.08	168.83	272.73			
1002							61.69	84.42	103.9
1003							142.86	279.22	137.02
1004							45.45	29.22	35.71
1005							483.77	451.3	314.94
1006			100.65	428.57	798.7	444.81			
1007							38.96	149.35	45.45
1008							77.92	55.19	49.45
1009							146.1	159.09	116.88
1010							97.4	90.91	383.12
1012							94.16	97.4	87.66
1013							126.62	94.16	110.39
1014							159.09	25.97	64.94
1015							48.7	6.49	29.22
1016			717.53	866.88	431.82	363.64			
1017							142.86	42.21	123.38
1018									
1019							301.95	207.79	353.9
1020							81.17	38.96	48.7
1021							201.3	139.61	149.35
1022									
1023							100.65	52.35	126.46
2007									
2008									
2009									
2010									
2014									
2016									
2017									
2018									
2019			89.52	79.7	74.87	66.1	92.24	23.56	43.96
2033			59.69	325.91	222.39	184.05	229.27	123.9	294.31
2022									
2030									
2029									
2031									
2040									
2032			200.66	126.93	111.66	238.2	178.01	105.77	228.4
2034	36.91	232.15	55.01	53.22	127.1	155.62	163.42	131.4	91.59
2035			146.47	353.62	281.75	171.97	176.8	276.42	177.61
2023									
2020									
2036	22.91	105.13	207.11	185.58	215.2	215.2	155.33	211.3	82.03
2037	50.01	29.2	184.07	201.71	218.57	213.74	34.74	73.69	170.39
3001			326.85	351.12	457.91	223.29	296.1	316.33	385.9
3002			53.4	64.72	190.93	69.58	53.4	199.02	168.28
3003			242.71	103.55	108.41	314.71	226.53	145.62	79.28
3004			464.29	535.71	600.65	243.51	370.53	521.01	189.31
3005			93.85	37.21	208.73	239.47	71.43	516.23	470.78
3006			207.79	396.1	136.36	262.04	26.21	45.31	40.45
3007			296.1	378.62	323.61	406.13	194.97	297.72	440.92
3008			177.98	110.03	126.21	77.67	220.78	295.61	311.69
3009							292.21	321.43	308.44
3010			72.81	208.73	43.69	187.69	100.32	181.22	38.02
3012			66.34	37.22	19.42	140.77	89.15	65.26	37.86

Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj prva epizoda									
Broj uzorka	5cB	5dB	1aP	1bP	1cP	1dP	2aP	2bP	2cP
3013			71.19	21.03	74.43	84.14	173.09	207.11	51.34
3014			276.69	96.27	221.67	260.51	811.28	246	309.33
3015							551.95	292.21	347.22
3017			1154.02	499.38	698.54	1691.56	351.12	572.79	593.82
3019			79.28	185.7	108.41	122.97	270.21	174.75	152.1
3020			144.01	192.55	129.44	137.53	71.19	59.87	186.08
4001	31.23	40.73	199.02	108.41	111.65	103.55	51.78	67.96	250.8
4002									
4003									
4004			326.85	197.4	103.55	201.35	252.42	77.67	176.37
4005									
4006			425.55	116.5	307.43	218.44	414.22	197.4	271.83
4007			59.87	51.78	129.44	40.45	64.72	55.01	63.1
4008			155.33	55.01	110.03	229.76	113.26	66.34	173.13
4009			236.23	156.95	105.17	168.28	279.92	128.63	118.12
4011			82.52	56.63	84.14	103.55	155.33	77.67	40.45
4012			132.68	203.87	46.92	512.92	55.01	144.01	37.22
4013									
4014									
4015									
4016			289.63	149.06	56.07	228.15	254.84	56.78	178.91
4017	50.33	46.01	134.3	84.95	67.96	122.97	122.97	79.28	122.97
4018			296.1	249.18	218.14	171.51	229.76	126.21	192.55
4019									
4020									
4021									
4022									
4023									
4024			430.4	452.24	542.85	402.89	451.43	366.49	461.14
4025	41.87	35.8	97.08	119.74	236.23	79.28	79.28	88.99	156.95
4026			182.84	271.83	291.25	177.98	176.37	203.87	200.64
4028			118.12	84.14	106.79	140.77	82.52	72.81	101.94
4029									
4030	342.8	260.63	224.91	176.37	250.8	320.37	318.75	247.56	407.75
4031									
4032			377	140.77	241.09	244.32	348.69	155.33	187.69
4033			343.04	242.9	118.16	289.45	333.94	202.31	111.65
4034			127.87	68.03	302.58	116.64	168.35	51.6	231.38
4035			95.68	101.13	104.36	103.57	71.19	90.62	65.82
5001									
5002									
5003			161.78	66.34	140.77	111.65	91.83	80.9	100.37
5004									
5005									
5006			305.81	176.37	195.78	386.71	263.74	150.48	181.22
5007			208.73	341.41	216.82	304.19	173.13	325.23	177.98
5008									
5009									
5011									
5012									
5013									
5014			108.42	79.43	155.37	64.74	82.51	74.43	145.62
5015									
5016									
5018	17.21	34.22	85.76	103.55	103.55	191.1	77.67	76.05	63.1

Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj prva epizoda									
Broj uzorka	2dP	3aP	3bP	3cP	3dP	4aP	4bP	4cP	4dP
1001		149.35	77.92	94.16	329.86				
1002	32.47					129.87	29.22	81.17	124.74
1003	370.13					25.97	113.64	64.94	81.17
1004	58.44					42.21	71.43	42.21	35.71
1005	340.91					334.42	149.35	450.07	376.62
1006		246.75	311.69	347.4	590.91				
1007	172.08					68.18	38.96	42.21	29.22
1008	51.95					25.97	16.29	21.78	35.71
1009	90.91					97.4	308.44	74.68	185.07
1010	285.71					94.16	51.95	136.36	68.18
1012	181.82					16.23	38.96	29.22	19.48
1013	201.3					35.72	123.38	87.66	191.59
1014	250					58.44	55.19	71.43	165.58
1015	9.74					48.7	64.94	22.73	29.22
1016						94.16	225.65	110.39	214.29
1017	35.71					116.88	16.23	159.09	116.88
1018		55.19	107.14	66.18	58.44				
1019	159.09					38.96	32.47	58.44	29.22
1020	191.56					25.97	29.22	22.73	211.04
1021	100.65					347.4	493.51	146.1	292.21
1022									
1023	42.7					26.18	35.71	65.34	43.56
2007									
2008									
2009									
2010									
2014									
2016									
2017									
2018									
2019	55.69	14.56	13.34	16.89	20.47	12.67	50.24	12.64	36.18
2033	146.02	178.17	110.07	216.44	199.08	250.8	211.96	38.83	182.84
2022									
2030									
2029									
2031									
2040									
2032	277.18	100.07	173.58	60.41	93.13	92.24	140.75	55.11	50.29
2034	194.34	175.86	68.05	249.37	175.86	126.76	241.35	27.7	222.94
2035	136.62	178.78	205.31	151.48	107.78	133.87	133.87	152.69	105.58
2023									
2020									
2036	129.44	58.25	204.8	131.06	40.45	28.94	79.93	35.49	107.54
2037	160.1	55.04	84.71	104.92	168.08	85.45	39.14	50.26	53.49
3001	121.35	233	281.54	319.56	92.23	247.56	224.91	291.25	51.78
3002	33.98	66.34	195.78	42.07	33.98	61.49	35.6	98.7	59.87
3003	254.03	79.28	97.08	76.05	135.11	61.49	90.91	118.12	98.7
3004	46.92	467.53	418.83	883.12	428.57	480.56	190.93	168.28	284.78
3005	389.12	181.22	35.6	137.53	231.47	350.65	516.23	370.13	64.94
3006	66.34	87.72	279.69	233.77	146.1	118.12	35.4	37.22	64.72
3007	106.72	152.1	226.53	334.94	165.04	116.5	105.17	244.32	114.88
3008	215.85	90.61	76.05	179.6	61.49	293.36	172.08	279.9	142.86
3009	120.13					123.38	191.56	146.1	159.09
3010	97.08	77.67	108.41	24.27	74.43	87.66	292.21	185.06	391.23
3012	40.16	42.07	37.22	27.51	43.69	47.27	68.49	55.48	71.5

Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj prva epizoda									
Broj uzorka	2dP	3aP	3bP	3cP	3dP	4aP	4bP	4cP	4dP
3013	55.19	30.74	37.22	40.45	64.72	68.18	174.84	58.44	66.22
3014	426.32	221.67	114.44	192.55	124.59	187.89	250.76	313.37	168.83
3015	743.51	43.69	64.72	144.01	131.06	285.73	71.43	72.6	366.88
3017	682.62	1358.67	584.45	647.47	1034.11	211.96	340.6	618.09	368.11
3019	186.08	174.75	90.61	71.19	61.49	150.48	35.6	66.34	37.22
3020	134.4	55.01	114.88	182.84	106.76	55.01	50.16	64.72	61.49
4001	119.74	38.82	84.14	158.57	53.4	32.36	30.74	56.63	32.36
4002									
4003									
4004	288.82	245.94	134.3	223.29	223.29	155.33	140.77	199.02	139.15
4005									
4006	218.44	365.68	247.56	263.74	263.74	250.8	231.38	249.18	207.11
4007	50.16	61.49	55.01	42.07	45.31	45.31	45.31	48.54	17.8
4008	221.67	56.63	45.31	64.72	84.14	35.6	33.98	35.6	12.94
4009	194.97	275.07	145.62	127.83	211.96	93.85	48.54	97.08	66.34
4011	131.06	88.99	69.58	42.07	58.25	67.96	37.22	40.45	58.25
4012	30.74	38.83	97.89	38.83	33.98	43.69	48.54	40.45	27.51
4013									
4014									
4015									
4016	155.33	226.53	45.31	118.12	116.5	110.03	35.6	111.75	51.78
4017	63.1	84.14	61.49	56.03	55.01	56.63	55.01	56.63	55.01
4018	171.51	92.23	76.05	113.26	88.99	111.65	56.63	45.31	51.78
4019									
4020									
4021									
4022									
4023									
4024	398.04	420.69	297.72	428.78	364.06	401.28	234.62	370.53	359.21
4025	110.03	43.69	71.19	71.19	59.87	42.07	40.45	40.45	40.45
4026	166.66	181.22	139.15	199.02	101.94	140.77	58.25	152.1	71.19
4028	82.52	69.58	69.58	76.05	71.19	50.1	55.01	63.1	33.98
4029									
4030	303.38	278.3	242.71	371.34	263.74	276.69	192.55	368.91	211.96
4031									
4032	200.64	283.16	191.18	211.96	106.79	119.74	50.19	58.25	37.22
4033	163.62	187.69	210.35	87.43	92.23	129.45	118.12	71.08	48.54
4034	211.99	173.25	82.54	176.37	171.51	135.08	76.07	67.12	82.58
4035	103.57	77.73	79.35	93.66	81.69	71.36	76.32	101.94	76.67
5001									
5002									
5003	32.36	82.03	17.8	74.43	81.37	86.6	16.18	97.3	63.1
5004									
5005									
5006	378.62	208.73	126.21	210.35	281	163.42	87.37	200.64	236.23
5007	339.79	169.89	315.52	173.13	258.89	127.83	237.85	208.79	156.95
5008									
5009									
5011									
5012									
5013									
5014	77.67	101.84	42.7	155.33	76.05	118.12	55.01	139.15	106.79
5015									
5016									
5018	166.66	36.6	40.45	92.63	74.45	32.52	29.12	22.71	35.63

Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj prva epizoda								
Broj uzorka	5aP	5bP	5cP	5dP	6aP	6bP	6cP	6dP
1001	113.64	77.92	136.36	558.44				
1002					32.47	25.97	9.76	42.33
1003					29.22	58.44	38.96	62.45
1004					42.21	38.96	32.47	32.47
1005	392.86	418.83	421.06	107.14				
1006	64.94	142.86	292.21	162.34				
1007					19.48	16.23	38.96	38.96
1008					19.48	35.71	19.48	19.73
1009	178.57	327.92	68.18	94.16				
1010					42.41	32.47	90.91	100.65
1012					12.99	22.73	42.21	19.48
1013					45.45	45.45	81.17	45.45
1014					51.59	22.73	29.22	97.4
1015					22.73	48.74	29.22	32.47
1016					77.92	240.26	48.7	48.7
1017					35.71	217.53	38.96	38.96
1018	46.7	64.94	58.44	16.23				
1019					25.97	22.73	51.95	42.21
1020					45.45	162.34	35.71	38.96
1021					35.71	94.16	64.94	103.9
1022								
1023					25.97	100.65	52.05	25.97
2007								
2008								
2009								
2010								
2014								
2016								
2017								
2018								
2019	11.78	13.05	11.44	9.84				
2033	276.96	150.56	209.24	249.67	196.11	149.78	183.3	242.76
2022								
2030								
2029								
2031								
2040								
2032	92.23	96.93	87.37	58.61	95.46	80.92	75.27	122.22
2034	149.18	186.8	37.25	231.93	142.72	145.85	53.57	194.77
2035	47.37	91.13	87.58	95.48	42.1	105.81	85.82	79.3
2023								
2020								
2036	43.69	51.78	22.01	104.99	46.33	27.65	49.82	52.7
2037	35.6	22.88	49.85	23.17	22.54	50.58	50.19	47.78
3001	249.18	135.92	286.39	25.89	236.23	93.85	204.68	19.42
3002	27.51	30.74	42.07	25.89	27.51	29.12	46.92	27.51
3003	53.4	50.16	84.14	87.37	42.07	50.16	48.54	147.24
3004	559.77	340.91	496.37	428.57				
3005	300.96	59.87	108.41	219.25	266.23	370.13	480.52	120.13
3006	84.16	189.31	40.45	97.89	68.18	272.73	428.77	133.12
3007	97.08	93.85	134.3	82.52	92.23	38.83	80.9	46.92
3008	61.49	53.4	120.85	77.67	224.03	152.6	226.67	113.64
3009					42.21	279.22	140.66	81.17
3010	126.21	135.92	24.27	69.58	162.34	439.84	412.34	94.66
3012					45.45	48.7	61.69	75.8

Debljina cementa na presjecima (μm) - prvi mjeritelj prva epizoda								
Broj uzorka	5aP	5bP	5cP	5dP	6aP	6bP	6cP	6dP
3013	17.8	30.74	30.74	25.89				
3014	46.92	22.65	43.69	50.16	93.03	162.86	278.26	130.23
3015					19.48	71.43	61.69	276.22
3017	168.28	234.62	439.3	147.24	770.82	260.91	393.51	740.64
3019	58.25	16.18	14.56	19.42	32.36	16.18	22.65	16.18
3020	48.54	51.78	42.07	38.83	35.6	32.36	27.51	42.07
4001	46.92	19.42	30.74	40.45	46.92	22.65	21.03	21.03
4002								
4003								
4004	84.14	163.42	161.8	103.55	55.01	108.41	84.14	69.58
4005								
4006	333.32	184.46	291.25	189.31	281.54	160.19	258.89	221.67
4007	46.92	6.47	48.54	43.69	51.78	3.24	49.5	50.39
4008	32.36	25.89	14.56	33.98	27.51	19.42	22.65	22.65
4009	63.1	46.92	87.87	50.16	51.78	48.54	38.38	46.92
4011	29.12	37.22	25.89	27.51	33.98	24.77	21.03	24.27
4012	79.28	46.92	45.31	37.22	33.98	25.89	33.98	32.36
4013								
4014								
4015								
4016	67.96	45.31	45.31	40.45	43.69	46.02	38.46	56.63
4017	48.54	43.69	50.16	45.91	46.92	43.69	40.45	43.69
4018	43.69	42.07	58.25	30.74	38.83	22.65	29.12	33.98
4019								
4020								
4021								
4022								
4023								
4024	313.9	203.87	223.29	226.53	313.9	137.53	144.01	216.82
4025	38.83	35.6	42.07	35.6	45.31	24.27	25.89	37.22
4026	105.17	74.43	76.05	53.4	84.14	55.01	72.81	43.69
4028	53.4	57.21	59.87	43.69	53.4	45.31	59.16	33.98
4029								
4030	233	189.31	343.03	260.51	211.96	187.69	302.57	231.38
4031								
4032	45.31	37.22	58.25	51.78	38.83	38.83	45.31	42.07
4033	66.12	56.72	37.22	43.72	50.19	25.69	30.79	30.91
4034	70.25	63.12	56.45	60.41	44.43	46.27	31.25	49.85
4035	64.74	76.12	81.93	72.81	84.54	72.81	74.43	106.9
5001								
5002								
5003	55.79	48.54	57	50.16	53.59	17.18	55.04	50.16
5004								
5005								
5006	106.79	72.81	169.04	119.74	42.07	40.45	108.41	46.92
5007	137.53	247.56	174.75	161.8	100.32	244.32	165.04	158.57
5008								
5009								
5011								
5012								
5013								
5014	24.27	40.45	84.44	93.89	38.83	82.52	66.34	59.87
5015								
5016								
5018	30.79	38.87	16.5	33.98	30.79	22.65	34.02	43.69

