

# Istraživanje zastupljenosti korištenja CAD/CAM tehnologije među doktorima dentalne medicine u Hrvatskoj

---

**Hrvoj, Bernard**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*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:127:683218>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial 3.0 Unported](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno 3.0](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-09**



*Repository / Repozitorij:*

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





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Bernard Hrvoj

**ISTRAŽIVANJE ZASTUPLJENOSTI  
KORIŠTENJA CAD/CAM TEHNOLOGIJE  
MEĐU DOKTORIMA DENTALNE MEDICINE  
U HRVATSKOJ**

Diplomski rad

Zagreb, 2018.

Rad je ostvaren na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za fiksnu protetiku  
Voditeljica rada: doc. dr. sc. Slađana Milardović Ortolan, Zavod za fiksnu protetiku,  
Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Lektor hrvatskog jezika: Jasmina Škoda, profesor hrvatskog jezika i književnosti

Lektor engleskog jezika: Lorena Čačković, magistra engleskog jezika i književnosti

Sastav Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Datum obrane rada: \_\_\_\_\_

Rad sadrži: 31 stranicu

2 tablice

9 slika

CD

Osim ako nije drukčije navedeno, sve ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu izvorni su doprinos autora diplomskog rada. Autor je odgovoran za pribavljanje dopuštenja za korištenje ilustracija koje nisu njegov izvorni doprinos, kao i za sve moguće posljedice koje mogu nastati zbog nedopuštenog preuzimanja ilustracija, odnosno propusta u navođenju njihova podrijetla.

## **Zahvala**

Velika hvala mojoj obitelji koja mi je omogućila školovanje i bila potpora tijekom cijelog mog obrazovanja.

Zahvaljujem prijateljima i kolegama na podršci i strpljenju.

Također, zahvaljujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Slađani Milardović Ortolan na savjetima i pomoći prilikom izrade diplomskog rada.

# Istraživanje zastupljenosti korištenja CAD/CAM tehnologije među doktorima dentalne medicine u Hrvatskoj

## Sažetak

Svrha istraživanja: Svrha ovog istraživanja bila je ispitati zastupljenost korištenja CAD/CAM tehnologije među doktorima dentalne medicine u Hrvatskoj.

Ispitanici i metode: Anketnim upitnikom od 35 pitanja prikupljane su informacije o korištenju ili nekorištenju CAD/CAM tehnologije, motivima korištenja ili nekorištenja, najčešće korištenim segmentima, vrsti nadomjestaka koji se najčešće izrađuju tom tehnologijom, najčešće korištenim materijalima u kombinaciji s CAD/CAM tehnologijom, prednostima i nedostacima tehnologije te utjecaju čimbenika poput dobi i edukacije na korištenje CAD/CAM tehnologije. Poveznica za *online* upitnik poslana je na 1034 adrese elektroničke pošte doktora dentalne medicine u Hrvatskoj u tri navrata. Podaci su prikazani tablično i grafički te analizirani  $\chi^2$  testom, odnosno Fisherovim egzaktnim testom.

Rezultati: Upitnik je ispunilo 220 doktora dentalne medicine. Među ispitanicima njih 59,5 % koristilo je neki segment CAD/CAM tehnologije u radu. Dobne skupine između 31 i 50 godina značajno su češće koristile CAD/CAM tehnologiju od ostalih ( $p=0,04$ ). U središnjoj Hrvatskoj ova se tehnologija najviše koristila, dok se u istočnoj Hrvatskoj koristila najmanje ( $p=0,037$ ). Postojala je statistički značajna razlika u korištenju CAD/CAM tehnologije između privatnih ordinacija i ordinacija koje su imale ugovor s HZZO-om ( $p<0,001$ ). Specijalisti stomatološke protetike značajno su češće koristili CAD/CAM tehnologiju ( $p=0,029$ ). Gotovo svi ispitanici (97,1 %) smatrali su da CAD/CAM tehnologija ima veliku ulogu u budućnosti dentalne medicine, bez obzira na to jesu li je koristili u trenutku ispunjavanja upitnika.

Zaključak: Doktori dentalne medicine u Hrvatskoj relativno su dobro informirani o CAD/CAM tehnologiji i veći dio njih je koristi u nekom segmentu, dok su kao glavni razlog nekorištenja navedeni visoki troškovi nabave opreme.

**Ključne riječi:** CAD/CAM; optički otisak; intraoralni skener

## **Survey on the use of CAD/CAM technology among dentists in Croatia**

### **Summary**

**Purpose:** The purpose of this survey was to examine the use of CAD/CAM technology among dentists in Croatia.

**Respondents and methods:** A questionnaire consisting of 35 questions was used to collect the following information: usage of CAD/CAM technology, motives of usage, most commonly used segments, most common types of restorations carried out with this technology, most commonly used materials in combination with CAD/CAM technology, advantages and disadvantages of the technology and influence of factors such as age and education on the use of CAD/CAM technology. A link to an online questionnaire was sent to 1034 email addresses of Croatian dentists on three occasions. Data were displayed tabularly and graphically and analysed using a  $\chi^2$ -test and a Fisher's exact test respectively.

**Results:** The questionnaire was filled out by 220 dentists. Some segment of CAD/CAM technology was used by 59.5% in their everyday work. Respondents in the age groups between 31 and 50 were significantly more likely to use CAD/CAM technology than respondents of other age groups ( $p=0.04$ ). The technology was mostly used in central Croatia and least used in eastern Croatia ( $p=0.037$ ). There was a statistically significant difference in the use of CAD / CAM technology between private doctors and clinics who have a contract with the Croatian Health Insurance Fund ( $p<0.001$ ). Dental prosthetics specialists used CAD / CAM technology more frequently ( $p=0.029$ ). Almost all respondents (97.1%) considered CAD / CAM technology to have a great role in the future of dental medicine, regardless of whether they used it at the moment of filling out the questionnaire.

**Conclusion:** Dentists in Croatia are relatively well informed about CAD/CAM technology and a majority of them use CAD/CAM technology in some segments while the main reason for not using CAD/CAM technology is the high costs of purchase.

**Keywords:** CAD/CAM; optical impression; intraoral scanner

## SADRŽAJ

1. Uvod .....	1
2. Ispitanici i postupci .....	5
3. Rezultati .....	8
4. Rasprava .....	19
5. Zaključak .....	25
6. Literatura .....	27
7. Životopis.....	30

**Popis skraćenica**

CAD - Computer-Aided Manufacturing

CAM - Computer-Aided Design

CEREC - chairside economical restoration of esthetic ceramics

HZZO – Hrvatski zavod za zdravstveno osiguranje





CAD/CAM tehnologija (engl. Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) je sustav za računalno potpomognuto trodimenzionalno dizajniranje i računalno vođenu proizvodnju s ciljem standardizacije proizvodnog postupka kako bi se osigurala ponovljivost u postizanju visoke kvalitete proizvoda uz racionalizaciju troškova (1, 2).

Razvoj CAD/CAM tehnologije u dentalnoj medicini započeo je 70-ih godina 20. stoljeća. Kao odgovor na visoke estetske i funkcijske zahtjeve pacijenata pojavili su se novi materijali koji su zadovoljili te kriterije, ali se nisu mogli obrađivati tradicionalnim laboratorijskim postupcima. CAD/CAM tehnologija nudila je rješenje za taj problem i 1971. dr. Duret izradio je prvu krunicu tom tehnologijom. Iako njegov Sopher sustav nije zaživio, imao je veliki utjecaj na daljnji razvoj tehnologije i smatra ga se jednim od pionira na tom području. Velike zasluge za daljnji razvoj tehnologije imali su dr. Moermann i dr. Anderson. Moermann je razvio CEREC sustav kojim je bilo moguće izraditi inlejš u jednom posjetu. Bio je to prvi komercijalni sustav i prvi sustav koji je kombinirao optički otisak i jedinicu za glodanje (3). Anderson je iskoristio CAD/CAM tehnologiju za izradu fasetiranih radova i svoj je sustav nazvao Procera (4).

Svaki CAD/CAM sustav u dentalnoj medicini sastoji se od tri osnovne komponente:

- skenera zaduženog za prostornu digitalizaciju podataka dobivenih na temelju inspekcije mjernog objekta koji predstavljaju zubi i okolna tkiva
- računala koje služi za obradu podataka i virtualnu konstrukciju budućeg nadomjestka na zaslonu računala (CAD komponenta)
- glodalice koja izrađuje nadomjestak iz tvornički pripremljenog bloka (CAM komponenta) (5, 6)

Za izradu fiksnoprotetskih radova CAD/CAM sustavom važno je prepoznati pravu indikaciju za određenu vrstu nadomjestka. Proces izrade nadomjestka CAD/CAM sustavom sastoji se od adekvatne preparacije zuba, uzimanja otiska i prijenosa dobivenih podataka u računalo gdje se uz pomoć softvera oblikuje budući nadomjestak te se izrađuje u glodalici.

Nakon adekvatne preparacije zuba poštujući temeljna načela brušenja (7), pristupa se uzimanju otiska. Otisak se može uzeti klasično otisnim materijalima, nakon čega se ekstraoralno skenira izliveni model ili odmah intraoralno digitalnim skenerom kojim se uzima optički otisak prepariranog zuba i okolnih tkiva. Kada su prikupljeni svi podaci u digitalnom

obliku, slijedi oblikovanje nadomjestka u softveru i njegova izrada u glodalici. Postoji više metoda izrade, a jedna od najčešće korištenih je metoda glodanja, dok neki sustavi, poput Wolceram sustava, koriste postupak elektroforeze keramike. Procera sustavi koriste eroziju iskrenjem putem grafitnih elektroda u kombinaciji sa strojnim glodanjem (8).

CAD/CAM tehnologija donijela je mogućnost korištenja novih materijala, poput cirkonijeva dioksida, koji se mogu obrađivati isključivo strojno (9). Uz cirkonijev dioksid, CAD/CAM sustavima se mogu obrađivati staklokeramika, kompozitni materijali, titanij, CoCr legure i zlato (10).

CAD/CAM sustavi mogu se podijeliti na temelju metode izrade u tri skupine:

- Sustavi izrade nadomjestka neposredno u ordinaciji (*in office, chairside*)

Svi dijelovi CAD/CAM sustava nalaze se u stomatološkoj ordinaciji. Doktor dentalne medicine uzima digitalni otisak, zatim s pomoću računalnog programa dizajnira nadomjestak i šalje podatke u glodalicu koja keramički blok glođe do željenog oblika. Ovako izrađeni nadomjesci mogu biti gotovi u jednom posjetu.

- Indirektni sustavi izrade u zubotehničkom laboratoriju (*in lab system*)

U ordinaciji se uzima konvencionalni otisak otisnim materijalima koji se u zubotehničkom laboratoriju izlijeva te skenira i digitalizira ili se odmah uzima intraoralni digitalni otisak i set podataka šalje se u laboratorij. U računalnom programu obrađuju se dobiveni podaci i dizajnira se nadomjestak. Informacije se zatim šalju u CAM jedinicu koja se također nalazi u laboratoriju te se tehnikom glodanja izrađuje nadomjestak.

- Centralizirana izrada u proizvodnim centrima

Kod ovog načina rada podaci prikupljeni digitalnim otiskom, bilo intra- ili ekstraoralnim, internetom se šalju u proizvodni centar u kojem se izrađuje nadomjestak. Nakon izrade nadomjestak se šalje u zubotehnički laboratorij na završnu obradu (7).

Zahvaljujući mogućnosti izrade visokokvalitetnih protetskih radova korištenjem novih materijala boljih estetskih i mehaničkih svojstava, ali i prednostima kao što su veća preciznost, ušteda vremena, ugodniji postupak otiskivanja te jednostavniji proces izrade, CAD/CAM tehnologija sve više zamjenjuje tradicionalne laboratorijske postupke. Uz

navedene prednosti, kao nedostatak treba navesti visoka novčana ulaganja koja su potrebna za kupnju sustava i edukaciju doktora dentalne medicine (11).

Unatoč velikom napretku koji su donijele nove tehnologije i materijali, trenutačno je vrlo malo objavljenih istraživanja o stvarnoj uporabi CAD/CAM tehnologije među doktorima dentalne medicine na globalnim tržištima. U okviru pretraživanja literature za ovaj rad pronađena su tek istraživanja na tu temu za Veliku Britaniju (12), Njemačku (13) i Rumunjsku (14). Pritom su istraživanja u Njemačkoj i Rumunjskoj bila potpuno različito koncipirana.

Izvjesno je da se za CAD/CAM tehnologiju više ne može govoriti kao viziju u budućnosti jer su pojedini postupci u izradi fiksno protetskih radova, ali i u drugim granama dentalne medicine, već danas bez nje nezamislivi.

Budući da ne postoje podaci o zastupljenosti korištenja CAD/CAM tehnologije među doktorima dentalne medicine u Hrvatskoj, svrha ovog istraživanja bila je rasvijetliti to pitanje kako bi se stekla cjelovitija slika o njihovoj informiranosti i praćenju svjetskih trendova. Također se analiziralo koji čimbenici utječu na korištenje ili nekorisćenje CAD/CAM tehnologije.

## **2. ISPITANICI I POSTUPCI**

Etičko povjerenstvo Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu odobrilo je provođenje istraživanja prema predloženom protokolu pod rednim brojem 05-PA-15-12/2017.

Za ovo istraživanje korištena je metoda anketiranja. Sastavljen je kratki anonimni *online* upitnik od 35 pitanja koji se temeljio na upitniku Trana i sur. koji je korišten za provođenje sličnog istraživanja u Velikoj Britaniji (12), a proširen je za 15 pitanja. Većina pitanja imala je ponuđene odgovore, dok su dva pitanja bila na nadopunjavanje. U nekim pitanjima bilo je moguće odabrati više odgovora. Za izradu upitnika i prikupljanje odgovora korišten je besplatni *online* alat Google obrasci. Anketa je slana elektroničkim putem u ožujku 2018. s dva podsjetnika u razmacima od 14 dana. Poziv za sudjelovanje u istraživanju i ispunjavanje *online* upitnika poslan je na 232 adresa elektroničke koje su prikupljene putem mrežnih stranica ordinacija i jednu listu doktora dentalne medicine iz baze podataka Stomatološkog fakulteta (802 e-mail adrese). Konačna baza provjerena je kako se adrese na koje se slala anketa ne bi ponavljale. Poveznica na anketu podijeljena je i u grupi Dental goats na društvenoj mreži Facebook koja okuplja doktore dentalne medicine. U e-mailu je, uz poveznicu na anketu, objašnjena svrha istraživanja, navedene su kratke upute za ispunjavanje ankete i naglašeno je da je sudjelovanje dobrovoljno, a anonimnost zajamčena.

Upitnik se sastojao od pet dijelova:

1. Općeniti dio – demografski podaci, podaci o obrazovanju
2. Dio za korisnike CAD/CAM tehnologije
3. Dio za ispitanike koji ne koriste CAD/CAM tehnologiju
4. Dio za ispitanike koji su prestali koristiti CAD/CAM tehnologiju.
5. Dio za ispitanike koji nisu sigurni koriste li CAD/CAM tehnologiju

Svi ispitanici ispunjavali su općeniti dio u kojem su se nalazila pitanja poput spola, dobi, razine edukacije, lokacije i vrsti ordinacije u kojoj rade. Posljednje pitanje u tom dijelu glasilo je “Koristite li neki segment CAD/CAM tehnologije u svojoj ordinaciji?”, a ispitanik se, ovisno o odgovoru, usmjeravao na idući odjeljak. Ispitanici koji su koristili CAD/CAM tehnologiju ispitivani su o motivima njezina korištenja, segmentima koje koriste, vrsti nadomjestaka koje najčešće izrađuju tom tehnologijom, materijalima koje najčešće koriste u kombinaciji s CAD/CAM tehnologijom te što smatraju prednostima i nedostacima tehnologije. Ispitanici koji nisu koristili CAD/CAM tehnologiju ispitani su o motivima nekorištenja te smatraju li da bi u budućnosti mogli početi koristiti tu tehnologiju. Ispitanici

koji su prestali koristiti CAD/CAM tehnologiju ispitani su o razlozima prestanka korištenja. Upitnik je ispunilo ukupno 220 ispitanika.

Podaci su prikazani tablično i grafički te analizirani  $\chi^2$  testom, odnosno Fisherovim egzaktnim testom u slučajevima kada je po varijabli bilo manje od pet ispitanika/odgovora. Sve P vrijednosti manje od 0,05 smatrane su statistički značajnima. U analizi je korištena programska podrška IBM SPSS Statistics, verzija 25.

### **3. REZULTATI**



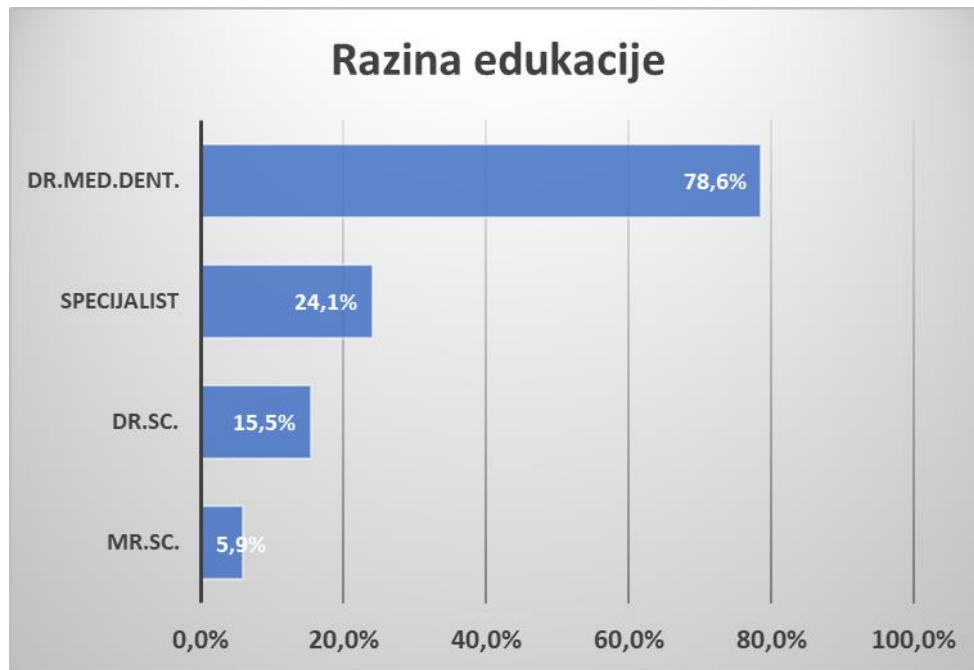
Od ukupno 1034 doktora dentalne medicine na čije je adrese elektroničke pošte upitnik bio poslan, njih 220 ga je ispunilo. Struktura dobivenog uzorka ispitanika prikazana je u Tablici 1.

Tablica 1. Struktura uzorka (N=220).

		N	%
SPOL	Muški	82	37,3
	Ženski	138	62,7
DOB	25 – 30 g.	36	16,6
	31 – 40 g.	82	37,3
	41 – 50 g.	62	28,2
	51 – 60 g.	24	10,9
	Više od 60 g.	16	7,3
RADNO ISKUSTVO	0 – 10 g.	94	42,7
	11 – 20 g.	61	27,7
	Više od 20 g.	65	29,5
REGIJA HRVATSKE	Istočna Hrvatska	17	7,7
	Središnja Hrvatska	130	59,1
	Gorska Hrvatska	2	0,9
	Sjeverno hrvatsko primorje	36	16,4
	Južno hrvatsko primorje	35	15,9

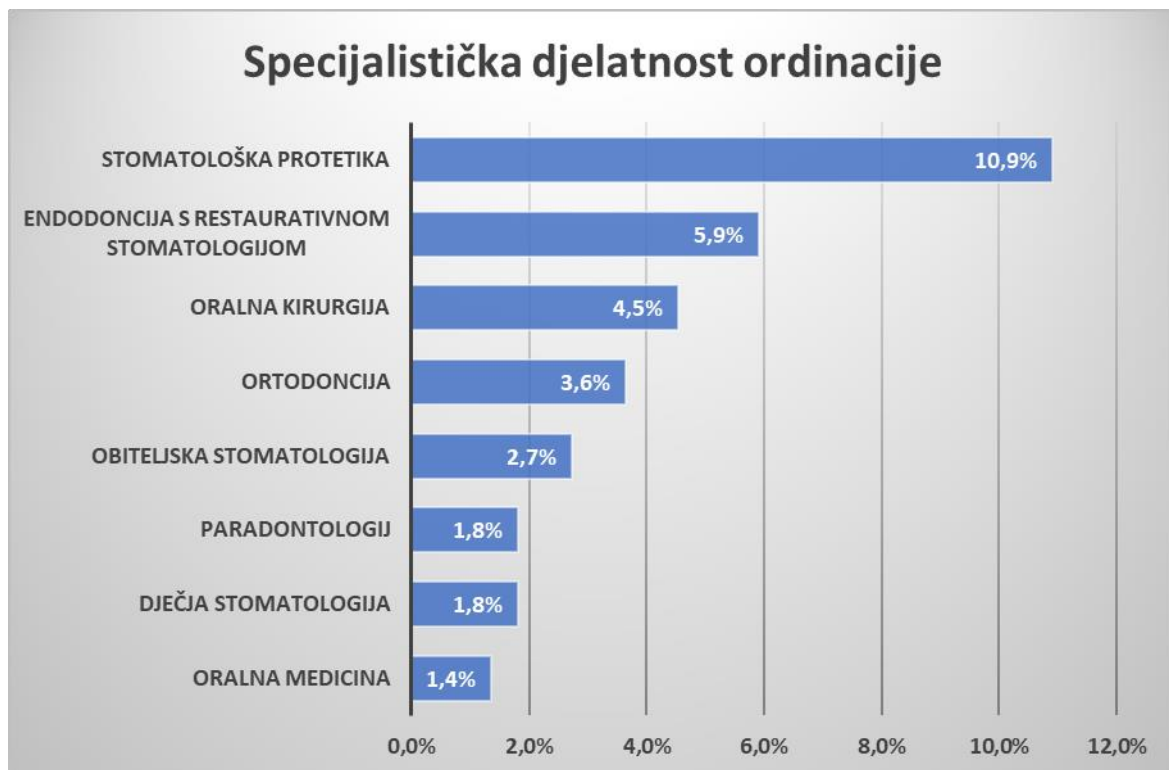
Više od polovine ordinacija u kojima su radili ispitanici nalazilo se u mjestu s više od 100 000 stanovnika (52,3 %), dok je najmanje ordinacija bilo smješteno u mjestima s manje od 5000 stanovnika (5,9 %). Ordinacija je u 81,4 % ispitanika bila polivalentna, dok je u preostalih 18,6 % bila specijalistička. Ukupno 46,6 % ispitanika bilo je vlasnik ordinacije, dok je 53,4 % bilo samo zaposleno.

Na Slici 1. prikazana je distribucija ispitanika prema stupnju obrazovanja.



Slika 1. Distribucija ispitanika prema stupnju obrazovanja.

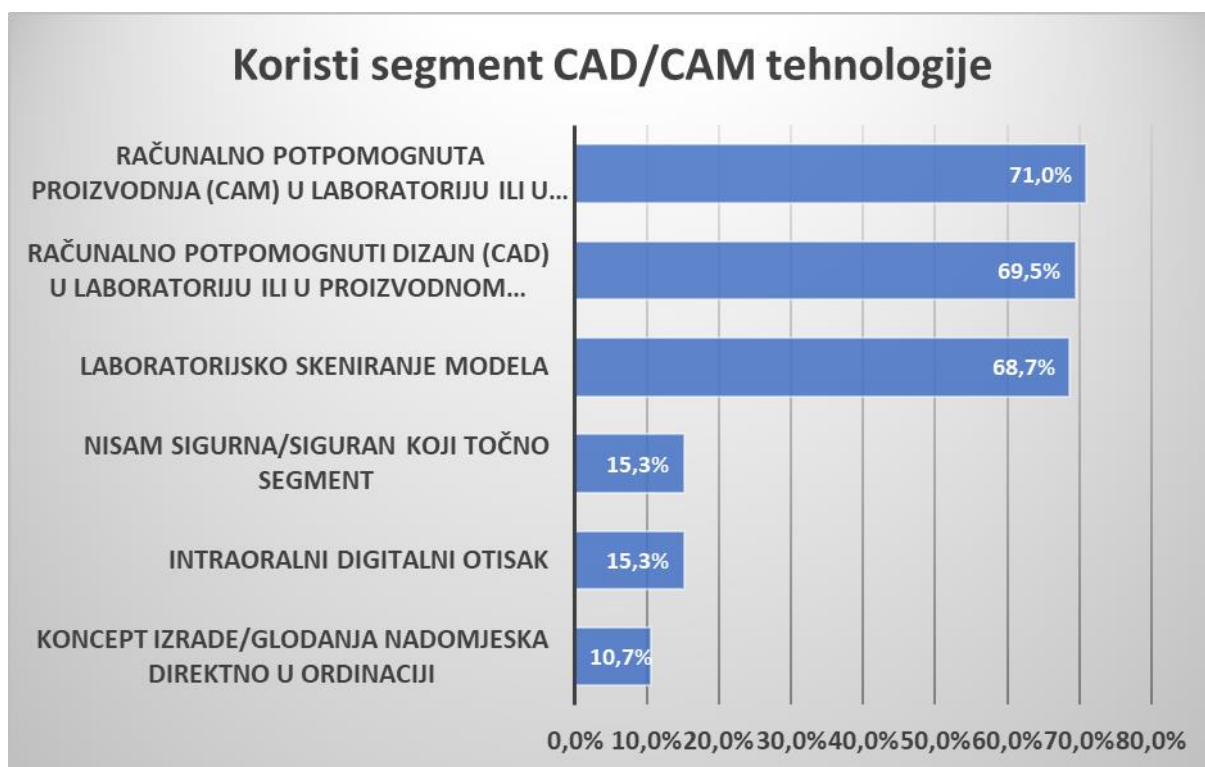
Istraživanju je pristupilo 53 specijalista iz područja dentalne medicine. Na Slici 2. prikazana je distribucija ispitanika s obzirom na granu specijalizacije.



Slika 2. Distribucija ispitanika prema grani specijalizacije.

S obzirom na informiranost o CAD/CAM tehnologiji, 97,6 % ispitanika znalo je što je CAD/CAM tehnologija, dok samo njih 2,4 % nije znalo o čemu se radi. Većina ispitanika (59,5 %) koristila je neki segment CAD/CAM tehnologije.

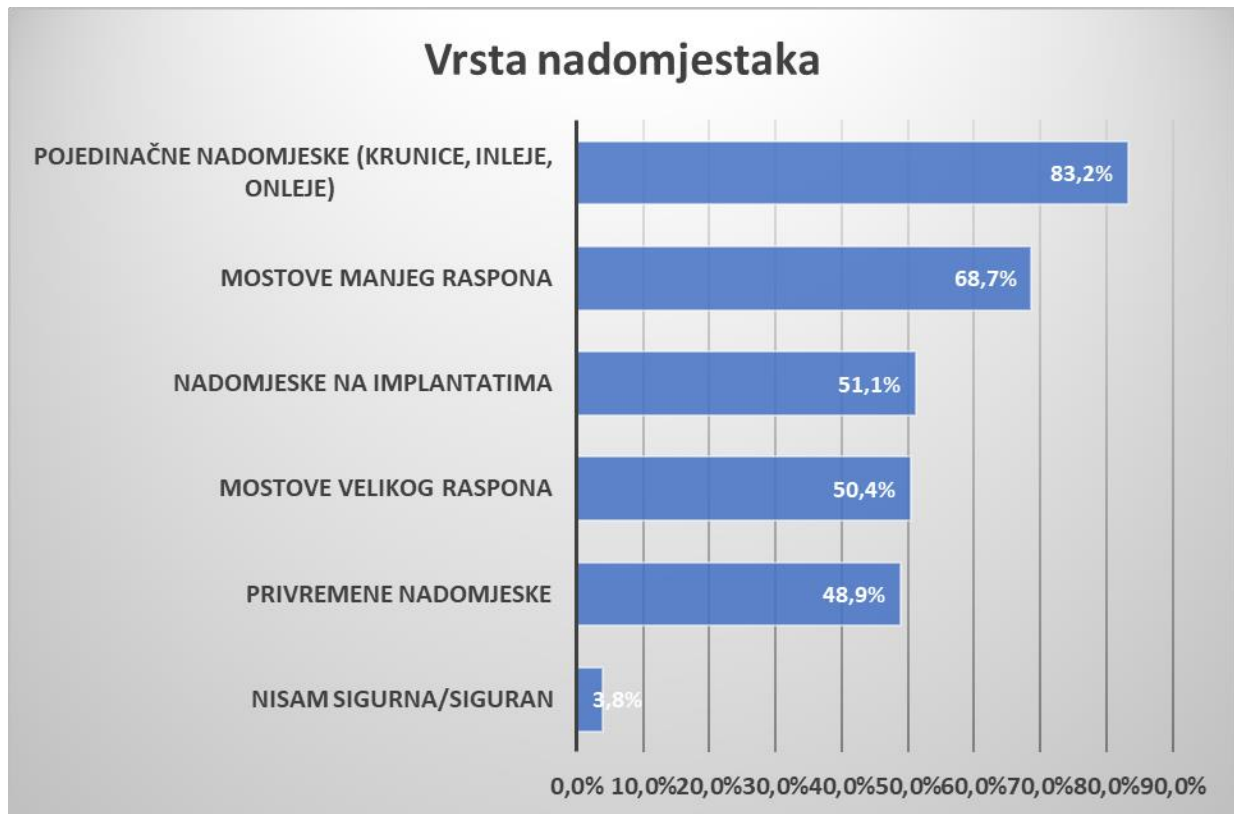
Segmenti koji su najčešće koriste su računalno potpomognuta proizvodnja (CAM) u laboratoriju ili proizvodnom centru (71 %), računalno potpomognuti dizajn (CAD) u laboratoriju ili proizvodnom centru (69,5 %) i laboratorijsko skeniranje modela (68,7 %). Koncept izrade nadomjeska direktno u ordinaciji koristilo je svega 10,7 % ispitanika. Intraoralni digitalni otisak koristilo je 15,3 % ispitanika, dok također 15,3 % ispitanika nije bilo sigurno koji točno segment koristi, ali su znali da njihov tehničar koristi CAD/CAM tehnologiju (Slika 3.).



Slika 3. Najčešće korišteni segmenti CAD/CAM tehnologije među ispitanicima.

Većina ispitanika ovu je tehnologiju počela koristiti u posljednje tri godine (45,0 %), odnosno četiri do sedam godina (42,0 %), dok ni jedan ispitanik koji je sudjelovao u ovom istraživanju nije koristio CAD/CAM tehnologiju duže od 15 godina.

Pregled nadomjestaka koje su ispitanici najčešće izrađivali CAD/CAM tehnologijom prikazan je na Slici 4.

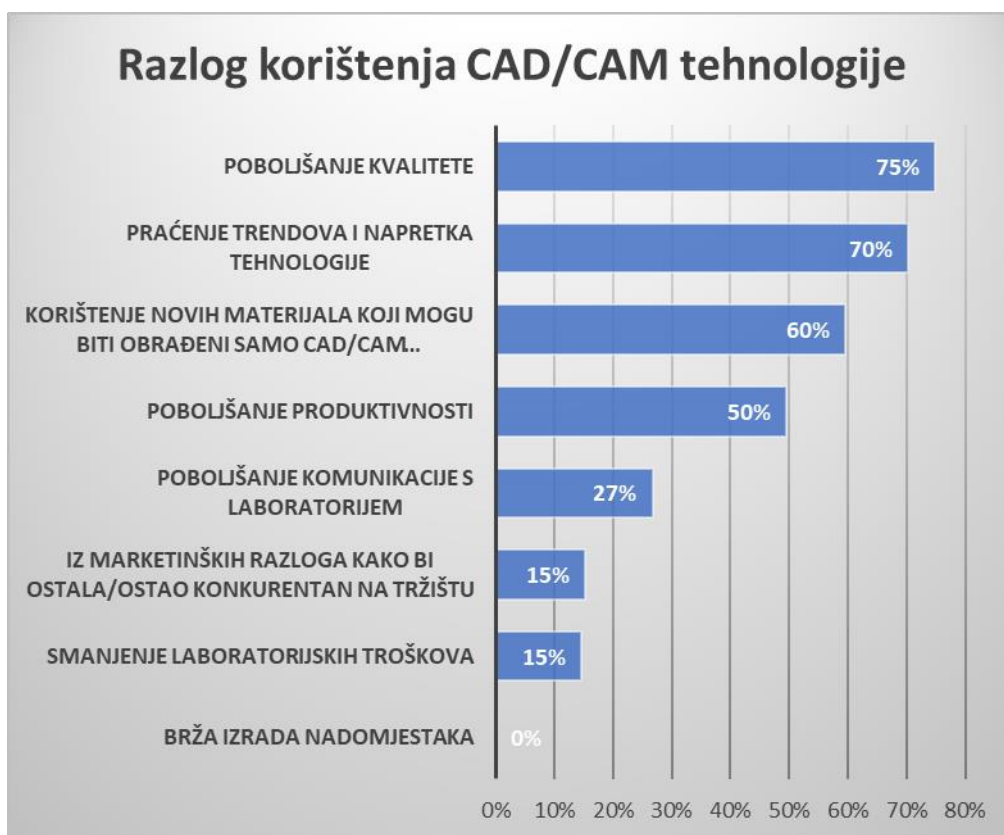


Slika 4. Najčešće izrađivani nadomjesci primjenom CAD/CAM tehnologije.

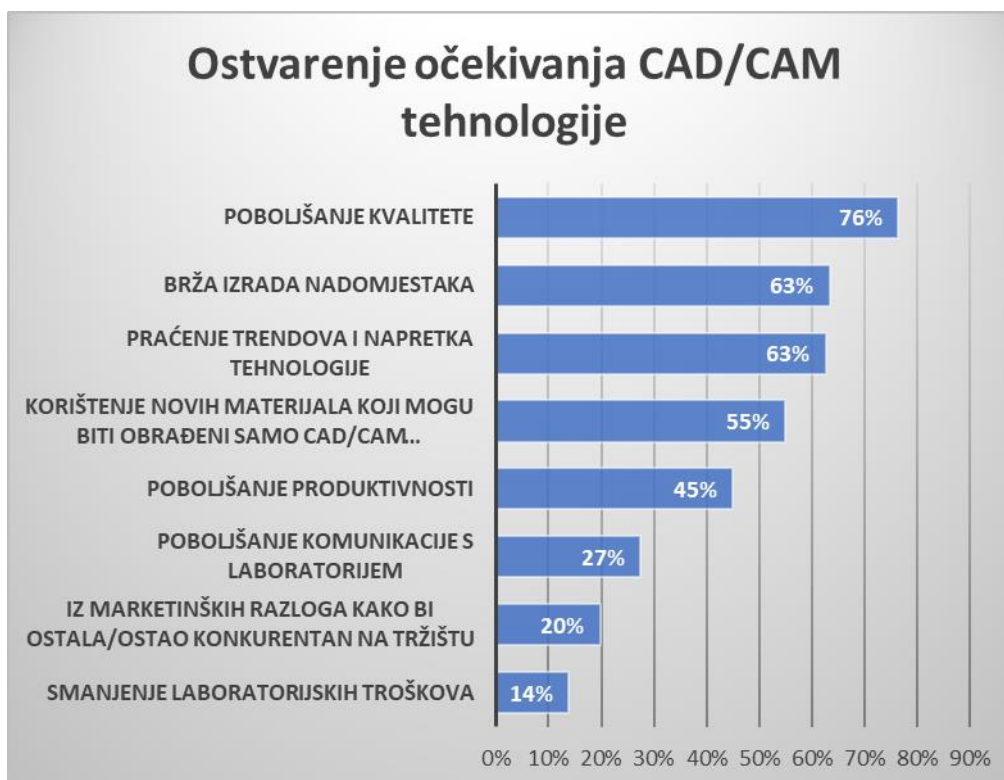
Razlozi korištenja CAD/CAM tehnologije prikazani su na Slici 5., a na Slici 6. nalaze se odgovori na pitanje koja se od očekivanja koja su korisnici imali od CAD/CAM tehnologije ispunila.

Gotovo svi ispitanici (96,2 %) smatrali su da im je CAD/CAM tehnologija otvorila nove terapijske mogućnosti.

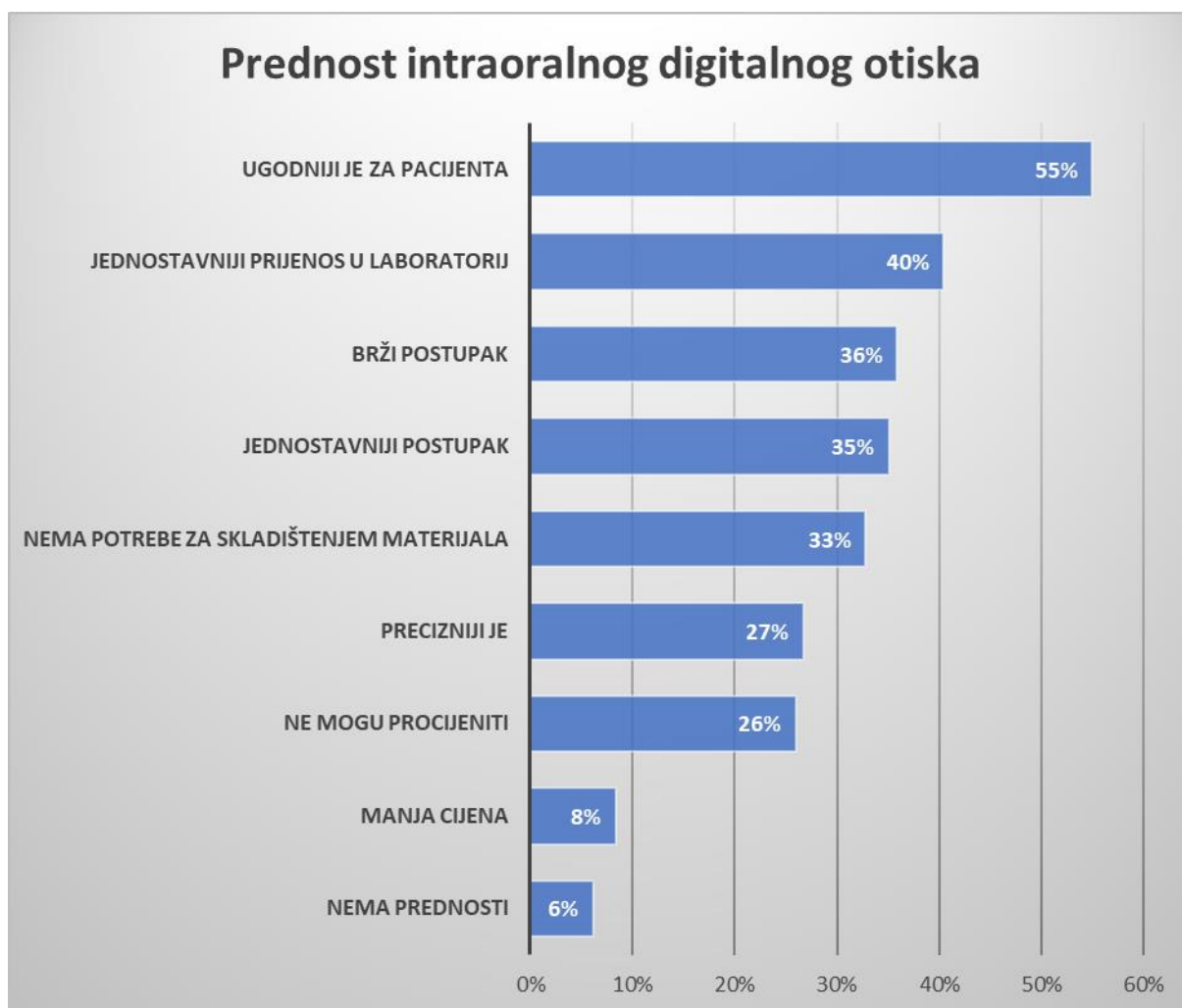
Kao glavnu prednost intraoralnoga digitalnog otiska u odnosu na konvencionalni naveli su veću ugodnost za pacijenta (55 %). Ostale prednosti navedene su na Slici 7.



Slika 5. Razlozi za početak korištenja CAD/CAM tehnologije.



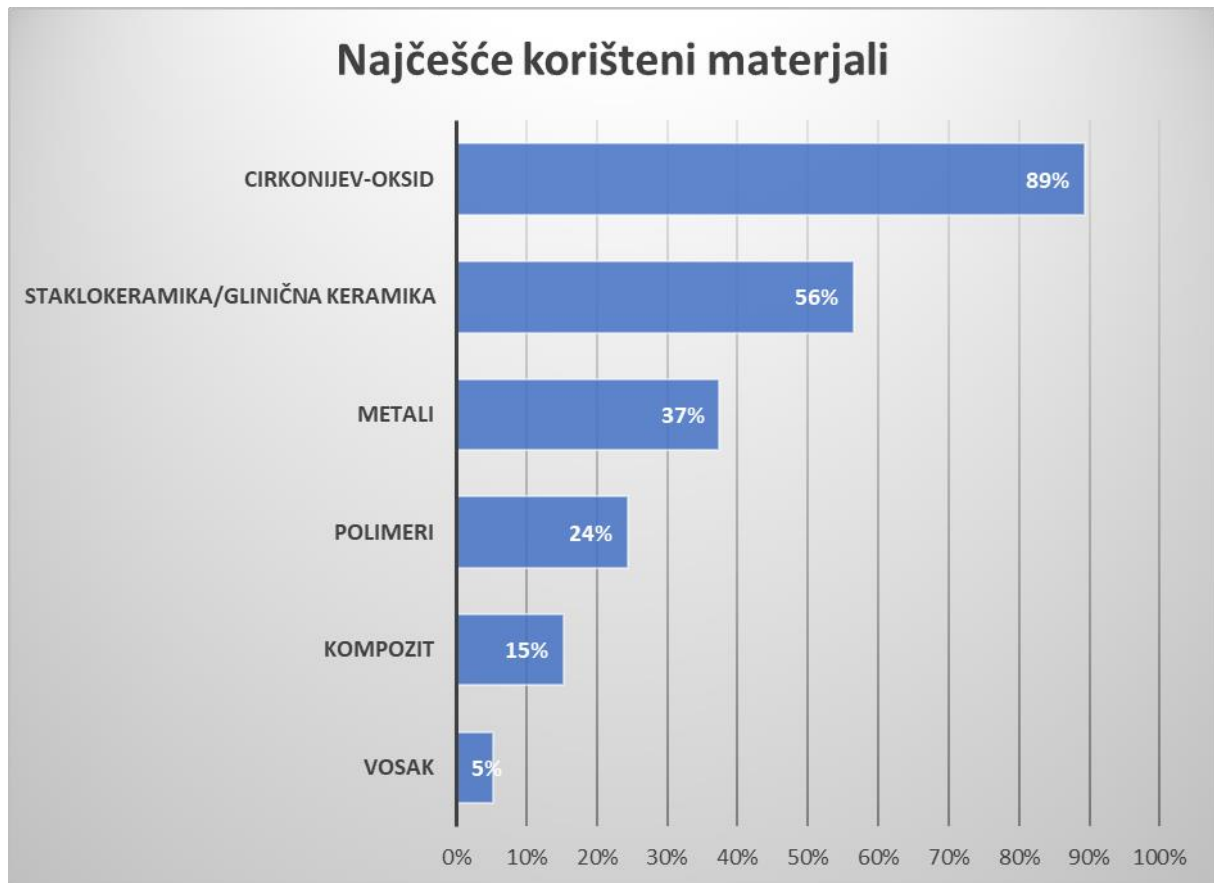
Slika 6. Odgovori ispitanika koja koja su im se očekivanja od CAD/CAM tehnologije ispunila.



Slika 7. Prednosti digitalnog otiska u odnosu na konvencionalni prema mišljenju ispitanika.

Gotovo polovina ispitanika (48,1 %) nije prošla nikakav oblik edukacije o CAD/CAM tehnologiji. Ostali ispitanici prošli su različite vrste radnih tečajeva i predavanja u Hrvatskoj i inozemstvu. Zanimljiv podatak je da je 64,9 % ispitanika smatralo da njihova edukacija nije zadovoljavajuća.

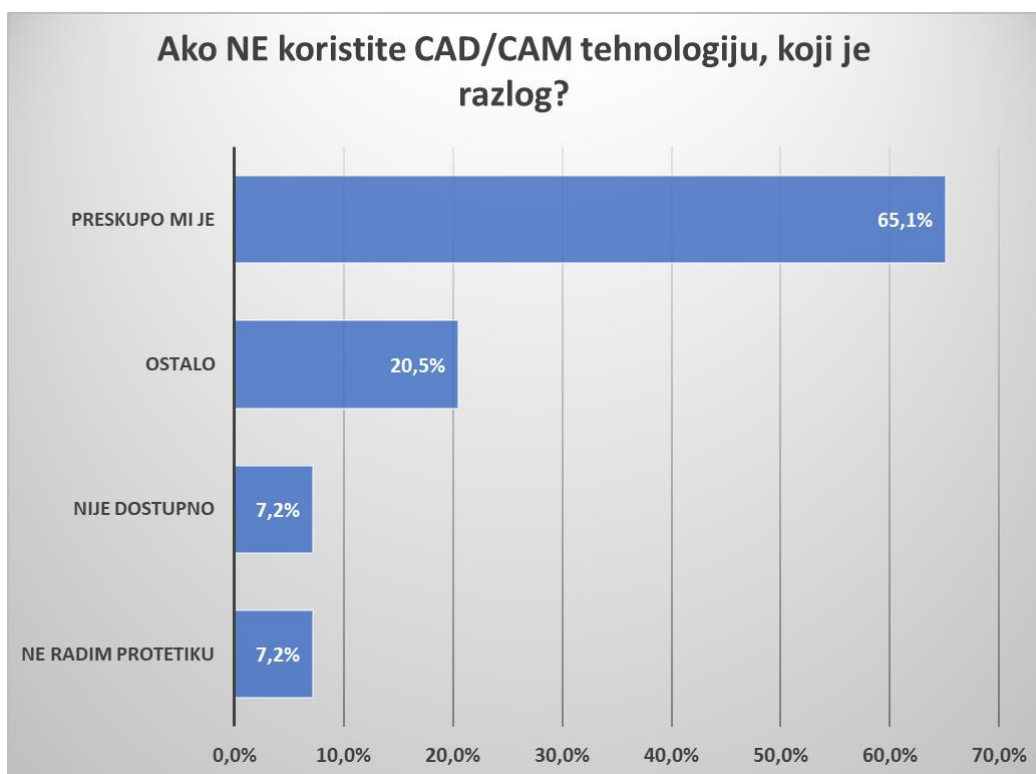
Materijali koje su ispitanici najčešće koristili u radu s CAD/CAM tehnologijom bili su cirkonijev dioksid (89 %) i staklokeramika (56 %) (Slika 8.). CAD/CAM tehnologija je kod više od polovine ispitanika (59,7 %) potaknula korištenje novih materijala u svakodnevnom radu, pri čemu se najčešće navodila upravo cirkonij-oksidna keramika.



Slika 8. Najčešće korišteni materijali u radu s CAD/CAM tehnologijom.

Većina ispitanika smatrala je da radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom nemaju nedostataka (47,9 %), dok estetiku kao najveći nedostatak navodi 19,3 % ispitanika, a rubnu preciznost 7,2 %. Pod ostalo su pojedini ispitanici naveli nedostatke poput cijene, prevelikih očekivanja, manjka maštovitosti, većega gubitka zubne supstance i nemogućnost rekonstrukcije cijeloga zubnog luka.

Ukupno (40,2 %) označilo je da ne koristi CAD/CAM tehnologiju. Kao glavne razloge nekorištenja naveli su visoko novčano ulaganje i nedostatak prednosti koje bi im donijela ova tehnologija u svakodnevnom radu (Slika 9.).



Slika 9. Razlozi nekorisćenja CAD/CAM tehnologije među ispitanicima.

Nešto više od dvije trećine ispitanika koji su odgovorili da ne koriste CAD/CAM tehnologiju (72,3 %) naveli su da ne koriste nadomjeske izrađene od cirkonijeva oksida, dok ih je 26,5 % odgovorilo da ih koriste. Preostali ispitanici (1,2 %) nisu bili sigurni koriste li ili ne. Više od polovine ispitanika koji nisu koristili CAD/CAM (56,6 %) smatralo je da bi u budućnosti mogli početi koristiti CAD/CAM tehnologiju.

Ispitanici (1,4 %) koji su prestali koristiti CAD/CAM tehnologiju kao glavni razlog prestanka korišćenja naveli su promjenu radnog mjesta (66,7 %) i smanjenu potražnju za takvom vrstom radova (33,3 %). Dvije trećine tih ispitanika navelo je da koristi nadomjeske izrađene od cirkonijeva oksida u svakodnevnom radu. Jednako toliko njih smatralo je da bi u budućnosti mogli početi koristiti CAD/CAM tehnologiju.

Gotovo svi ispitanici (97,1 %) smatrali su kako CAD/CAM tehnologija ima veliku ulogu u budućnosti.

U Tablici 2. prikazani su rezultati usporedbe  $\chi^2$  testom među ispitanicima koji su koristili i koji nisu koristili CAD/CAM tehnologiju prema demografskim podacima i stupnju obrazovanja,



odnosno grani specijalizacije. Utvrđeno je kako su dobne skupine između 31 i 50 godina (71,8 %) statistički značajno češće koristile CAD/CAM tehnologiju od ostalih dobnih skupina ( $p = 0,04$ ). U središnjoj Hrvatskoj ova se tehnologija najviše koristila, dok se u istočnoj Hrvatskoj koristila najmanje ( $p = 0,037$ ). Što se tiče tipa ordinacije, postojala je statistički značajna razlika u korištenju CAD/CAM tehnologije između privatnih ordinacija (45,6 %) i ordinacija koje su imale ugovor s Hrvatskim zavodom za zdravstveno osiguranje (14,6 %) ( $p < 0,001$ ). Specijalistička djelatnost koja značajno češće koristila CAD/CAM je stomatološka protetika ( $p = 0,012$ ), dok se značajno rjeđe koristila u endodonciji s restorativnom stomatologijom ( $p = 0,029$ ). U tom smislu utvrđeno je i da su specijalisti stomatološke protetike značajno češće koristili CAD/CAM tehnologiju ( $p = 0,029$ ). Pokazalo se da doktori dentalne medicine koji su vlasnici ordinacija također češće koristili CAD/CAM ( $p < 0,001$ ).

Tablica 2. Usporedba ispitanika koji koriste i koji ne koriste CAD/CAM tehnologiju ( $\chi^2$  test) prema demografskim podacima i razini edukacije.

		Koristite li neki segment CAD/CAM tehnologije u svojoj ordinaciji?				P $\chi^2$ test
		Ne		Da		
		N	%	N	%	
Spol:	Muški	27	30,3 %	55	42,0 %	0,079
	Ženski	62	69,7 %	76	58,0 %	
Koliko imate godina?	25-30	20	22,5 %	16	12,2 %	0,004*
	31-40	31	34,8 %	51	38,9 %	
	41-50	19	21,3 %	43	32,8 %	
	51-60	7	7,9 %	17	13,0 %	
	više od 60	12	13,5 %	4	3,1 %	
Koliko imate radnog iskustva?	0-10 godina	41	46,1 %	53	40,5 %	0,511
	11-20 godina	21	23,6 %	40	30,5 %	
	više od 20 godina	27	30,3 %	38	29,0 %	
U kojoj se regiji Hrvatske nalazi Vaša ordinacija/ordinacija u kojoj radite:	Gorska Hrvatska	2	2,2 %	0	0,0 %	0,037*
	Istočna Hrvatska	12	13,5 %	5	3,8 %	
	Južno hrvatsko primorje	13	14,6 %	22	16,8 %	
	Sjeverno hrvatsko primorje	14	15,7 %	22	16,8 %	
	Središnja Hrvatska	48	53,9%	82	62,6 %	

Nalazi li se ordinacija u mjestu sa:	<5.000 stanovnika	9	10,1 %	4	3,1 %	0,128
	10.000-25.000 stanovnika	10	11,2 %	16	12,2 %	
	25.000-50.000 stanovnika	7	7,9 %	19	14,5 %	
	5.000-10.000 stanovnika	11	12,4 %	10	7,6 %	
	50.000-100.000 stanovnika	9	10,1 %	10	7,6 %	
	više od 100.000 stanovnika	43	48,3 %	72	55,0 %	
Ordinacija je:	polivalentna	69	77,5 %	110	84,0 %	0,229
	specijalistička	20	22,5 %	21	16,0 %	
Vrsta ordinacije	ordinacija u bolnici	2	2,2 %	0	0,0 %	<0,001*
	ordinacija u sklopu doma zdravlja	23	25,8 %	12	9,2 %	
	ordinacija u sklopu javne poliklinike	4	4,5 %	2	1,5 %	
	ordinacija u sklopu privatne poliklinike	1	1,1 %	7	5,3 %	
	ordinacija u sklopu stomatološkog fakulteta	14	15,7 %	3	2,3 %	
	privatna ordinacija dentalne medicine	13	14,6 %	60	45,8 %	
Jeste li vi vlasnik ordinacije?	Ne	63	70,8 %	49	37,4 %	<0,001*
	Da	26	29,2 %	82	62,6 %	
Vaša razina edukacije?	Doktor dentalne medicine bez znanstvenog zvanja	67	75,3 %	106	80,9 %	0,232
	Mr.sc.	4	4,5 %	9	6,9 %	
	Dr.sc.	18	20,2 %	16	12,2 %	
Specijalist	Ne	66	74,2 %	101	77,1 %	0,617
	Da	23	25,8 %	30	22,9 %	
Ako ste specijalist, molimo Vas označite granu specijalizacije:	dječja stomatologija	2	8,7 %	0	0,0 %	0,029*
	endodoncija s restaurativnom stomatologijom	8	34,8 %	2	6,7 %	
	endodoncija s restaurativnom stomatologijom;oralna medicina;parodontologija	1	4,3 %	0	0,0 %	
	obiteljska stomatologija	1	4,3 %	2	6,7 %	
	oralna kirurgija	3	13,0 %	3	10,0 %	
	oralna medicina	1	4,3 %	0	0,0 %	
	ortodoncija	2	8,7 %	2	6,7 %	
	parodontologija	1	4,3 %	1	3,3 %	
	stomatološka protetika	4	17,4 %	20	66,7 %	



U ovom istraživanju odabrano je ispunjavanje *online* upitnika kao način prikupljanja podataka. Problem kod takvog načina je činjenica da se redovito bilježi manji odaziv nego što je to slučaj kod ostalih načina prikupljanja podataka (15). Glavni razlozi za korištenje *online* metode su mogućnost dopiranja do većeg broja ispitanika, jednostavnost prikupljanja, unošenja, kontrole i ispravljanja podataka, a sve to dovodi do racionalizacije, smanjenja troškova i do poboljšanja kvalitete pojedinih postupaka obrade i izračuna konačnih rezultata. Odaziv ispitanika u ovom istraživanju iznosio je 21,3 %, što je nešto niže u usporedbi s drugim trenutno dostupnim istraživanjima provedenim među doktorima dentalne medicine u Hrvatskoj (16), međutim nešto je viši u usporedbi sa sličnom anketom provedenom u Velikoj Britaniji gdje je odaziv bio 19,8 % (12). Neki od čimbenika koji su mogli utjecati na manji odaziv su neispravne ili nekorištene adrese elektroničke pošte, nedostatak zanimanja za temu istraživanja ili općenito ispunjavanje upitnika. Treba uzeti u obzir da u pojedinim područjima dentalne medicine poput parodontologije ili oralne medicine ova tehnologija nije primjenjiva i stoga se određeni broj doktora dentalne medicine možda nije smatrao pozvanim ispuniti anketu. Neki od načina na koje se vjerojatno mogao povećati odaziv su dulje vrijeme provođenja ankete, češće slanje podsjetnika ili neka vrsta nagrađivanja ispitanika kako bi ih se motiviralo na ispunjavanje ankete. Iako odaziv nije bio zadovoljavajuć, s obzirom na to da dosad uopće ne postoje podaci o toj temi, rezultati mogu biti indikativni.

Dobiveni uzorak je prigodan i obuhvaćao je oba spola (62,7 % žena i 37,3 % muškaraca), različite dobi, radnog iskustva i stupnja obrazovanja. Uzorak je sadržavao ispitanike iz svih dijelova Hrvatske. Veći udio žena očekivan je s obzirom na objavljeno istraživanje o udjelu doktora ženskog spola u dentalnoj medicini (17). Najzastupljenija dobna skupina bila je od 31 do 40 godine, što korelira s najčešće navedenim radnim iskustvom od deset godina. Budući da se može pretpostaviti da je ta dobna skupina ujedno vjerojatno i informatički najpismenija, a anketa je provedena u *online* obliku, i to može objasniti veći odaziv upravo ove dobne skupine.

Većina doktora dentalne medicine koji su ispunili upitnik dolazila je iz središnje Hrvatske i nije bila vlasnik ordinacija u kojima rade. Ordinacija se kod više od polovine ispitanika (52,3 %) nalazila u mjestu s više od 100 000 stanovnika, a najčešće navedeni grad, u gotovo pedeset posto slučajeva, bio je Zagreb. U najvećem broju slučajeva radilo se o polivalentnoj privatnoj ordinaciji koja je imala ugovor s HZZO-om.

Upitnik su ispunila 53 specijalista, a od toga su 24 ispitanika bila specijalisti stomatološke protetike, što ukazuje na to da je njihova zainteresiranost za ovu temu bila velika.

S obzirom na informiranost o CAD/CAM tehnologiji, 97,6 % ispitanika znalo je što je CAD/CAM tehnologija, dok samo njih 2,4 % nije znalo o čemu se radi. Većina ispitanika (59,5 %) koristila je neki segment CAD/CAM tehnologije u radu. Budući da nema mnogo objavljenih sličnih istraživanja, rezultate je moguće usporediti samo s Velikom Britanijom gdje je postotak onih koji su koristili CAD/CAM tehnologiju iznosio 44,4 %, dok je u Rumunjskoj bio daleko manji i iznosio je 8,73 %. U usporedbi s tim zemljama može se zaključiti da Hrvatska ne zaostaje, nego čak prednjači. Međutim, nedostaju podaci za druge zemlje koji bi objektivizirali rezultate i omogućili usporedbu. Ukupno 87 % ispitanika ovu tehnologiju počelo je koristiti u posljednjih sedam godina, što naglašava činjenicu da je CAD/CAM i dalje relativno nova tehnologija u svijetu dentalne medicine. Ti se rezultati poklapaju s rezultatima iz Velike Britanije (12).

Segmenti koji su najčešće korišteni bili su računalno potpomognuta proizvodnja (CAM) u laboratoriju ili proizvodnom centru (71 %), računalno potpomognuti dizajn (CAD) u laboratoriju ili proizvodnom centru (69,5 %) i laboratorijsko skeniranje modela (68,7%). Koncept izrade nadomjeska direktno u ordinaciji koristilo je svega 10,7 % ispitanika. To se može objasniti činjenicom da su *chairside* sustavi i dalje skupi i zbog toga nisu dostupni većini kliničara, odnosno pacijenata. Vjerojatno je isti razlog zašto je intraoralni digitalni otisak s 15,3 % mnogo manje zastupljen nego laboratorijski jer su kliničari prepustili nabavu skupe opreme dentalnim tehničarima s kojima surađuju, iako su uglavnom uvidjeli prednosti takvog otiska u odnosu na konvencionalni poput veće ugodnost za pacijenta (55 %), jednostavnosti prijenosa u laboratorij (40 %), brzine postupka (36 %), jednostavnosti postupka (35 %) te preciznosti (27 %). Također, 15,3 % ispitanika nije bilo sigurno koji točno segment koristi, ali su znali da njihov tehničar koristi CAD/CAM tehnologiju.

Kao najčešći motivi za početak korištenja CAD/CAM tehnologije navedeni su poboljšanje kvalitete, praćenje trendova i napretka tehnologije i mogućnost korištenja novih materijala koji mogu biti obrađeni samo tom tehnologijom. Gotovo svi ispitanici (96,2 %) smatrali su da im je CAD/CAM tehnologija otvorila nove terapijske mogućnosti. Istraživanja su pokazala da se osim učinkovitije i brže proizvodnje (18, 19), postiže i visoka razina kvalitete nadomjestaka izrađenim CAD/CAM tehnologijom (20, 21 – 23).

Materijali koje su ispitanici najčešće koristili u radu s CAD/CAM tehnologijom bili su cirkonijev dioksid (86,6 %) i staklokeramika (62,2 %). Dominacija cirkonijeva oksida ne začinuje s obzirom na to da je razvoj CAD/CAM tehnologije uglavnom i doprinio širokoj uporabi ovog materijala.

CAD/CAM tehnologija je kod više od polovine ispitanika (59,7 %) potaknula korištenje novih materijala u svakodnevnom radu.

Većina ispitanika smatrala je da radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom nemaju nedostataka (47,9 %), dok je lošiju estetiku kao najveći nedostatak navelo 19,3 % ispitanika. Tu treba spomenuti da je industrija razvila polikromatske blokove materijala koji se koriste u kombinaciji s CAD/CAM tehnologijom, tako da bi se ubuduće u velikoj mjeri moglo doskočiti problemu manjkave estetike (24).

Utvrđeno je da je u mlađoj i srednjoj dobnoj skupini (između 31 i 50 godina) statistički značajno češće korištena CAD/CAM tehnologija od ostalih dobni skupina ( $p = 0,04$ ), što je zapravo očekivano s obzirom na to da je mlađa dobna skupina i skupina koja se nalazi na vrhuncu karijere vjerojatno zainteresiranija za edukaciju, uvođenje inovacija i suvremenih tehnologija u svakodnevni rad.

Pokazalo se da je CAD/CAM tehnologija bila najzastupljenija među specijalistima stomatološke protetike ( $p = 0,012$ ), što je očekivano jer je to grana u kojoj ta tehnologija ima najširi spektar indikacija, dok u određenim granama poput endodoncije, oralne medicine ili parodontologije nema praktičnu primjenu. U tom smislu utvrđeno je i da specijalisti stomatološke protetike značajno češće koriste CAD/CAM tehnologiju ( $p = 0,029$ ). U Velikoj Britaniji rezultati su bili suprotni, što su autori objasnili činjenicom da su u njihovu uzorku specijalisti stomatološke protetike bili u poslu više od 20 godina i stoga nisu bili skloni promjenama jer su se navikli na konvencionalne metode koje su im se pokazale uspješnima (12).

U Središnjoj Hrvatskoj CAD/CAM se tehnologija najviše koristila ( $p = 0,037$ ), što se može objasniti činjenicom da je taj dio Hrvatske ekonomski razvijeniji i da se u njemu nalazi glavni grad Zagreb gdje je standard viši nego u ostalim dijelovima Hrvatske pa je tako i veća platežna moć stanovnika i mogućnost izdvajanja sredstava za zdravstvene usluge.

Što se tiče tipa ordinacije, postojala je statistički značajna razlika u korištenju CAD/CAM tehnologije između privatnih ordinacija i ordinacija koje su imale ugovor s HZZO-om ( $p < 0,001$ ). Takvi rezultati mogu se objasniti činjenicom da su ordinacije koje imaju ugovor s HZZO-om uvelike ograničene u naplati svojih usluga, a i struktura pacijenata u takvim ordinacijama različita je u odnosu na privatne ordinacije u koje idu pacijenti koji svjesno biraju da žele platiti za zdravstvenu uslugu, dok u ugovornim ordinacijama pacijenti očekuju da većina usluga ide na teret zdravstvenog osiguranja koje zasad najvećim dijelom ne pokriva oblike terapije koji u svojoj realizaciji uključuju CAD/CAM tehnologiju. Pokazalo se da doktori dentalne medicine koji su vlasnici ordinacija također češće koriste CAD/CAM ( $p < 0,001$ ) što se može objasniti činjenicom da su zainteresiraniji za suvremene trendove jer im je u interesu svojim pacijentima pružiti najvišu razinu skrbi i na inovacije vjerojatno među ostalim gledaju kao na marketinški alat koji privlači nove pacijente i donosi veći profit.

Oko polovine ispitanika prošlo je neki oblik edukacije o CAD/CAM tehnologiji, ali uglavnom nisu bili zadovoljni time, što ukazuje na potrebu za dodatnim učenjem na tom polju. To bi trebalo uzeti u obzir pri ponudi tečajeva cjeloživotnog obrazovanja. Također je danas nužno da i stomatološki fakulteti u svoje kurikulume uključe CAD/CAM tehnologiju.

Ukupno 40,2 % označilo je da ne koristi CAD/CAM tehnologiju. Kao glavne razloge nekorištenja naveli su visoko novčano ulaganje i nedostatak prednosti koje bi im donijela ova tehnologija u svakodnevnom radu. To je bilo osobito izraženo kod ispitanika koji su radili u domovima zdravlja i nisu bili vlasnici ordinacija. Kao drugi razlog naveli su nedostatak prednosti koje bi im donijela ova tehnologija u svakodnevnom radu. Visoka cijena opreme spriječila je i ispitanike u Velikoj Britaniji da koriste CAD/CAM tehnologiju (12).

Iako je većina ispitanika navela visoka novčana ulaganja kao glavni razlog zbog kojeg nisu koristili CAD/CAM tehnologiju, prema trenutačno dostupnim istraživanjima, digitalizacija procesa izrade nadomjestka dovodi do smanjenja troškova i uštede vremena (19). Kako će tehnologija s vremenom napredovati, tako će postati dostupnija i jeftinija. Ipak, više od polovine ispitanika koji nisu koristili CAD/CAM tehnologiju smatralo je da bi je mogli početi koristiti u budućnosti.

Oni koji su prestali koristiti CAD/CAM tehnologiju kao glavni razlog naveli su promjenu radnog mjesta i nedostatak potražnje za takvom vrstom radova. Dvije trećine ispitanika smatralo je da bi u budućnosti mogli početi ponovno koristiti CAD/CAM tehnologiju.

Zanimljivo je da i među ispitanicima koji nisu koristili CAD/CAM tehnologiju i onima koji su je prestali koristiti dio njih naveo da u svakodnevnom radu koristi nadomjeske izrađene od cirkonijeva oksida koji se može obraditi jedino tom tehnologijom. To pokazuje da je udio korisnika CAD/CAM tehnologije vjerojatno još i veći, ali zbog nedovoljne informiranosti i znanja oni toga nisu svjesni. Ta činjenica opet ukazuje na potrebu za dodatnom edukacijom.

Gotovo svi ispitanici u ovom istraživanju smatrali su kako CAD/CAM tehnologija ima veliku ulogu u budućnosti.



## **5. ZAKLJUČAK**

Uzimajući u obzir ograničenja ovog istraživanja, na temelju rezultata može se zaključiti sljedeće:

- Više od polovine ispitanika koristilo je neki segment CAD/CAM tehnologije
- Dobne skupine između 31 i 50 godina statistički značajno češće koriste CAD/CAM tehnologiju
- U Središnjoj Hrvatskoj ova se tehnologija najviše koristi, dok se u Istočnoj Hrvatskoj koristi najmanje
- Privatne ordinacije CAD/CAM tehnologiju koriste statistički značajno češće od ordinacija koje su male ugovor s HZZO-om
- Specijalistička djelatnost koja značajno češće koristi CAD/CAM je stomatološka protetika. Također, specijalisti stomatološke protetike značajno češće koriste CAD/CAM tehnologiju, kao i vlasnici ordinacija u odnosu na samo zaposlenike
- Računalno potpomognuta proizvodnja u laboratoriju ili proizvodnom centru (CAM) je najčešće korišteni segment CAD/CAM tehnologije
- Ispitanici su smatrali da korištenje CAD/CAM tehnologije otvara nove terapijske mogućnosti i omogućuje korištenje novih materijala
- Edukacija o CAD/CAM tehnologiji nije zadovoljavajuća
- Kao glavni razlog nekorištenja CAD/CAM tehnologije navedena je skupoća opreme
- Većina ispitanika koji nisu koristili CAD/CAM tehnologiju u trenutku ispunjavanja ankete, smatrali su da bi je u budućnosti mogli početi koristiti
- Gotovo svi ispitanici smatrali su da CAD/CAM tehnologija ima veliku ulogu u budućnosti dentalne medicine

## **6. LITERATURA**

1. Beuer F, Schweiger J. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Brit Dent J.* 2008;204:505–11.
2. Luthardt R, Weber A, Rudolph H, Schöne C, Quaas S, Walter M. Design and production of dental prosthetic restorations: basic research on dental CAD-CAM technology. *Int J Comput Dent.* 2002;5:165–76.
3. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD / CAM : current status and future perspectives from 20 years of experience. 2009; 28(1):44–56.
4. Davidowitz G, Cam CAD, Ed C, Cos L. The Use of CAD / CAM in Dentistry. 2011; 55: 559–70.
5. Rekow D. Computer aided design and manufacturing in dentistry: A review of the state of art. *J Prosthet Dent.* 198;58:512-16.
6. Becker J. CAD/CAM in der Zahnmedizin, Teil I. *ZWR.* 1996;105:119-25.
7. Čatović A, Komar D, Čatić A. i sur. *Klinička fiksna protetika I - krunice.* Zagreb: Medicinska naklada; 2015. 198 p.
8. Russell MM, Andersson M, Dahlmo K, Razzog M, Lang B. A new computer- assisted method for fabrication of crowns and fixed partial dentures. *Quintessence Int.* 1999;26:757-63.
9. Živko-Babić J, Carek A, Jakovac M. Zirconium Oxide Ceramics in Prosthodontics. *Acta Stomatol Croat.* 2005;39(1):25–8.
10. Herrguth M, Wichmann M, Reich S. The aesthetics of all-ceramic veneered and monolithic CAD/CAM crowns. *J Oral Rehab.* 2005;32:747-52.
11. Ivić S, Veličković S. Implementacija CAD/CAM tehnologije u stomatologiji. *Infoteh-Jahorina.* 2011; 10: 515-18.
12. Tran D, Nesbit M, Petridis H. Survey of UK dentists regarding the use of CAD/CAM technology. *Brit Dent J.* 2016;221:639-44.
13. Weber A, Rudolph H, Quaas S, Thöne A, Luthardt RG. Umfrage unter Zahnärzten und Zahntechnikern zur CAD/CAM-Technik in Deutschland. *Dtsch Zahnärztl Z.* 2007;62:679-84.
14. Burde AV, Baciú S, Popa D i sur. Highlighting knowledge, attitude and practices regarding CAD/CAM technology among oral healthcare providers in Cluj-Napoca. *Int J Med Dent.* 2016;6:293-300.
15. Dumičić K, Žmuk B. Karakteristike korisnika interneta u Hrvatskoj i reprezentativnost internetskih anketa. *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu.* 2009;7(2): 115-40.

16. Vodanović M, Sović S, Galić I. Profesionalni zdravstveni problemi među stomatolozima u Hrvatskoj. *Acta stomatol Croat.* 2016;50(4):310-20.
17. Barac Furtinger V, Alyeva R, Maximovskaya LN. Postaje li europska stomatologija žensko zanimanje? *Acta stomatol Croat.* 2013;47(1):51-57.
18. Patzelt S B M, Lamprinos C, Stampf S, Att W. The time efficiency of intraoral scanners An in vitro comparative study. *J Am Dent Assoc.* 2014;145:542–51.
19. Joda T, Brägger U. Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. *Clin Oral Implant Res.* 2014; 26: 1430–35.
20. Kapos T, Evans C. CAD/CAM technology for implant abutments, crowns, and superstructures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29:117–36.
21. Güth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig.* 2013;17:1201–8.
22. Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig.* 2013;17:1759–64.
23. Fasbinder D J. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. *J Am Dent Assoc.* 2006;137:22–31.
24. Herrguth M, Wichmann M, Reich S. The aesthetics of all-ceramic veneered and monolithic CAD/CAM crowns. *J Oral Rehabil.* 2005;32:747–52.

## **7. ŽIVOTOPIS**

Bernard Hrvoj rođen je 1993. godine u Zagrebu. Osnovnu školu završava 2007. godine u Jastrebarskom gdje zatim upisuje opću gimnaziju. Godine 2011. upisuje studij stomatologije na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studiranja aktivno je sudjelovao u radu studentske sekcije za protetiku. Na prvom Kongresu studenata dentalne medicine u organizaciji studentskih sekcija Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i na Međunarodnom simpoziju studenata dentalne medicine vodio je radionicu „Digitalni otisak i CAD/CAM“. Aktivno se služi engleskim i pasivno njemačkim jezikom.