

# Stavovi dentalnih tehničara o uporabi CAD/CAM tehnologije u fiksnoj protetici dentalne medicine u Splitsko-dalmatinskoj županiji

---

Stipić, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, School of Medicine / Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:171:288342>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



Repository / Repozitorij:

[MEFST Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Mario Stipić**

**STAVOVI DENTALNIH TEHNIČARA O UPORABI CAD/CAM TEHNOLOGIJE U  
FIKSNOJ PROTETICI DENTALNE MEDICINE U SPLITSKO-DALMATINSKOJ  
ŽUPANIJI**

**Diplomski rad**

**Akadska godina:  
2019./2020.**

**Mentor:  
Doc. prim. dr. sc. Davor Seifert, dr. med. dent., spec. stomatološke protetike**

**Split, srpanj 2020. godine**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Mario Stipić**

**STAVOVI DENTALNIH TEHNIČARA O UPORABI CAD/CAM TEHNOLOGIJE U  
FIKSNOJ PROTETICI DENTALNE MEDICINE U SPLITSKO-DALMATINSKOJ  
ŽUPANIJI**

**Diplomski rad**

**Akadska godina:  
2019./2020.**

**Mentor:  
Doc. prim. dr. sc. Davor Seifert, dr. med. dent., spec. stomatološke protetike**

**Split, srpanj 2020. godine**

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	
<b>1.1. Definicija CAD/CAM tehnologije, podjela i povijesni razvoj</b>	8
<b>1.2. CAD</b>	10
1.2.1. Intraoralni i laboratorijski skeneri	11
1.2.2. Virtualni artikulatork	12
1.2.3. CAD dizajn fiksnoprotetskih radova	12
<b>1.3. CAM</b>	13
1.3.1. Stereolitografija	13
1.3.2. Proizvodnja spajanjem filamanta	14
1.3.3. Selektivno topljenje laserom	14
1.3.4. Glodanje	14
<b>1.4. Klinička primjena fiksnoprotetskih nadomjestaka izrađenih CAD/CAM tehnikom rada</b>	
1.4.1. Dugotrajnost i estetika fiksnoprotetskih radova	15
1.4.2. Efikasnost, sigurnost i praktičnost rada dentalnih tehničara	15
1.4.3. Digitalni protokol rada	16
<b>2. CILJ ISTRAŽIVANJA</b>	
<b>2.1. Cilj istraživanja</b>	18
<b>2.2. Hipoteze</b>	18
<b>3. MATERIJALI I METODE</b>	
<b>3.1. Metoda istraživanja</b>	20
<b>3.2. Ispitanici</b>	21
<b>3.3. Statistička analiza podataka</b>	21
<b>4. REZULTATI</b>	
<b>4.1. Ispitivana populacija</b>	24
<b>4.2. Korištenje i stavovi o CAD/CAM tehnologiji</b>	25
<b>4.3. Testiranje hipoteza</b>	29
<b>5. RASPRAVA</b>	37
<b>6. ZAKLJUČCI</b>	41
<b>7. POPIS CITIRANE LITERATURE</b>	43
<b>8. SAŽETAK</b>	49

<b>9. SUMMARY</b>	51
<b>10. ŽIVOTOPIS</b>	54
<b>11. PRILOG</b>	
Anketni upitnik	

*Veliku zahvalnost iskazujem mentoru doc. prim. dr. sc. Davoru Seifertu koji je svojim stručnim savjetima pomogao pri izradi ovog diplomskog rada i lektorici Ivi Polić, prof., na brojnim korisnim savjetima.*

*Također želim zahvaliti svim predavačima koji su mi tijekom studiranja prenosili svoja znanja, stručne i životne savjete.*

*Najveću zahvalnost iskazujem svojoj obitelji i Andrei na potpori, podršci i razumijevanju.*

## POPIS KRATICA

CAD - oblikovanje s pomočju računalna (engl. *computer aided design*)

CAM - proizvodnju s pomočju računalna (engl. *computer aided manufacturing*)

CNC - računalno numeričko upravljanje (engl. *computer numerical control*)

CAI - računalom potpomognuta inspekcija (engl. *computer aided inspection*)

CBCT - kompjutorizirana tomografija konusnog snopa (engl. *cone beam computer tomography*)

SLA - stereolitografija (engl. *stereolithography*)

FFF - proizvodnja spajanjem filameta (engl. *fused filament fabrication*)

SLM - selektivno topljenje laserom (engl. *selective laser melting*)

LCD - zaslon temeljen na tehnologiji tekućih kristala (engl. *liquid crystal display*)

PLA - polilaktična kiselina (engl. *polylactide*)

ABS - akrilonitril butadien stiren (engl. *acrylonitrile butadiene styrene*)

FDM - tehnologija taložnog očvršćivanja (engl. *fused deposition modelling*)

DMLS - direktno sinteriranje metala laserom (engl. *direct metal laser sintering*)

DSD - digitalni dizajn osmjeha (engl. *digital smile design*)

µm - mikrometar

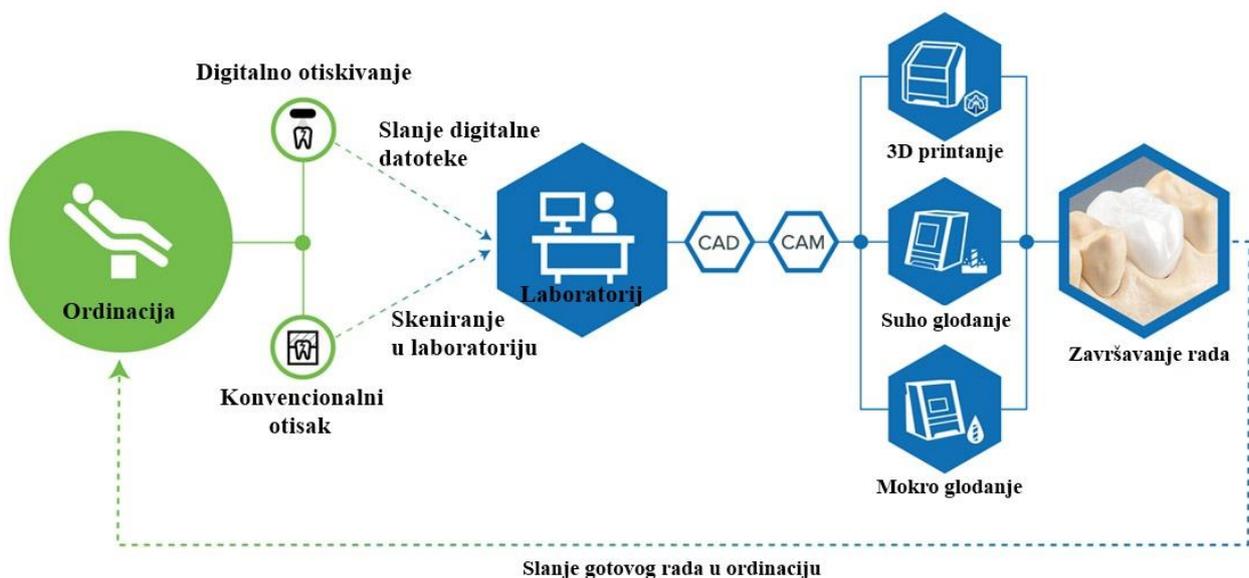


## 1.1. Definicija CAD/CAM tehnologije, podjela i povijesni razvoj

CAD/CAM tehnologija u dentalnoj medicini računalno je potpomognuta tehnika rada koja uključuje CAD ili oblikovanje s pomoću računala (engl. *computer aided design*) i CAM ili proizvodnju s pomoću računala (engl. *computer aided manufacturing*). CAD/CAM sustave može se podijeliti na (1):

- laboratorijske (engl. *in-lab*) sustave
- ordinacijske (engl. *in-office* ili *chairside*) sustave
- i sustave za centraliziranu izradu u proizvodnim centrima (engl. *milling center*).

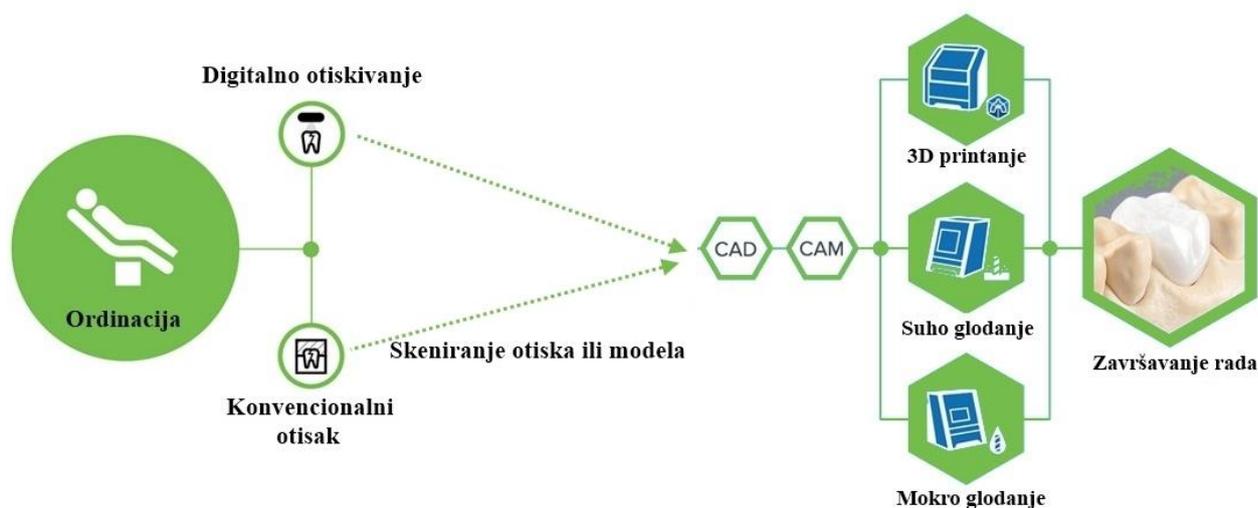
Laboratorijski sustavi namijenjeni su dentalnim tehničarima koji u potpunosti dizajniraju i proizvode protetski rad u dentalnom laboratoriju i šalju gotov protetski rad u ordinaciju (Slika 1.).



**Slika 1.** Procedura rada koristeći laboratorijski CAD/CAM sustav.

(preuzeto i prilagođeno s: <https://www.rolanddga.com/-/media/roland/images/products/dental/dwx-series/cadcam-infographic-en.jpg?h=1157&w=2211&la=th-TH&hash=ABE6F826C8983A7C3D45F44E9671FF29B7013687>)

Ordinacijski sustavi namijenjeni su doktorima dentalne medicine koji samostalno dizajniraju i proizvode protetski rad u ordinaciji (Slika 2.). Koristeći ordinacijske sustave moguće je pacijentima ponuditi izradu fiksnoprotetskog nadomjeska u jednom posjetu, ali korištenje ovih sustava često zahtijeva dodatnu edukaciju doktora dentalne medicine.



**Slika 2.** Procedura rada koristeći ordinacijski CAD/CAM sustav.

(preuzeto i prilagođeno s: <https://www.rolanddga.com/-/media/roland/images/products/dental/dwx-series/cadcam-infographic-en.jpg?h=1157&w=2211&la=th-TH&hash=ABE6F826C8983A7C3D45F44E9671FF29B7013687>)

Sustavi za centraliziranu izradu u proizvodnim centrima namijenjeni su dentalnim tehničarima koji djelomično ili potpuno dizajniraju i izrađuju protetski rad u suradnji s drugim dentalnim laboratorijima.

CAD/CAM tehnologija u dentalnoj medicini najčešće se upotrebljava pri izradi fiksnoprotetskih i mobilnoprotskih radova, ortodontskih naprava i vodilica za vođenu ugradnju implantata. Fiksna protetika grana je dentalne medicine koja se bavi izradom zubnih nadomjestaka koje pacijent ne može izvaditi iz usta. Najčešće su izrađivani fiksnoprotetski nadomjesci krunice, mostovi, *inlayi*, *onlayi*, *overlayi* i ljuskice. Izrađeni nadomjesci moraju zadovoljiti visoke kriterije preciznosti, izdržljivosti, biokompatibilnosti i estetike.

CAD/CAM tehnologija se razvija od 1950-ih godina, a u dentalnoj medicini pojavila se 1977. godine kad su Young i Altschuler uspješno skenirali površinu zuba i strojnim glodanjem napravili model skeniranog zuba (2). Godine 1983. predstavljen je prototip CAD/CAM sustava Sopa za dentalnu medicinu. Tvorac je bio dr. Francois Duret kojeg neki smatraju „ocem CAD/CAM sustava dentalne medicine“ (3, 4). U rujnu 1985. godine predstavljen je prvi komercijalno dostupni sustav Cerec (Siemens, danas u vlasništvu Dentsply Sirona, SAD), koji su razvili Mormann i Brandestini na Sveučilištu u Zurichu. Prvi fiksnoprotetski nadomjestak izrađen CAM tehnikom bio je *inlay* od glinične keramike (5).

Daljnijim razvojem računalne tehnologije, optičkih uređaja i CNC tehnike (engl. *computer numerical control*) CAD/CAM sustavi napredovali su omogućujući bržu,

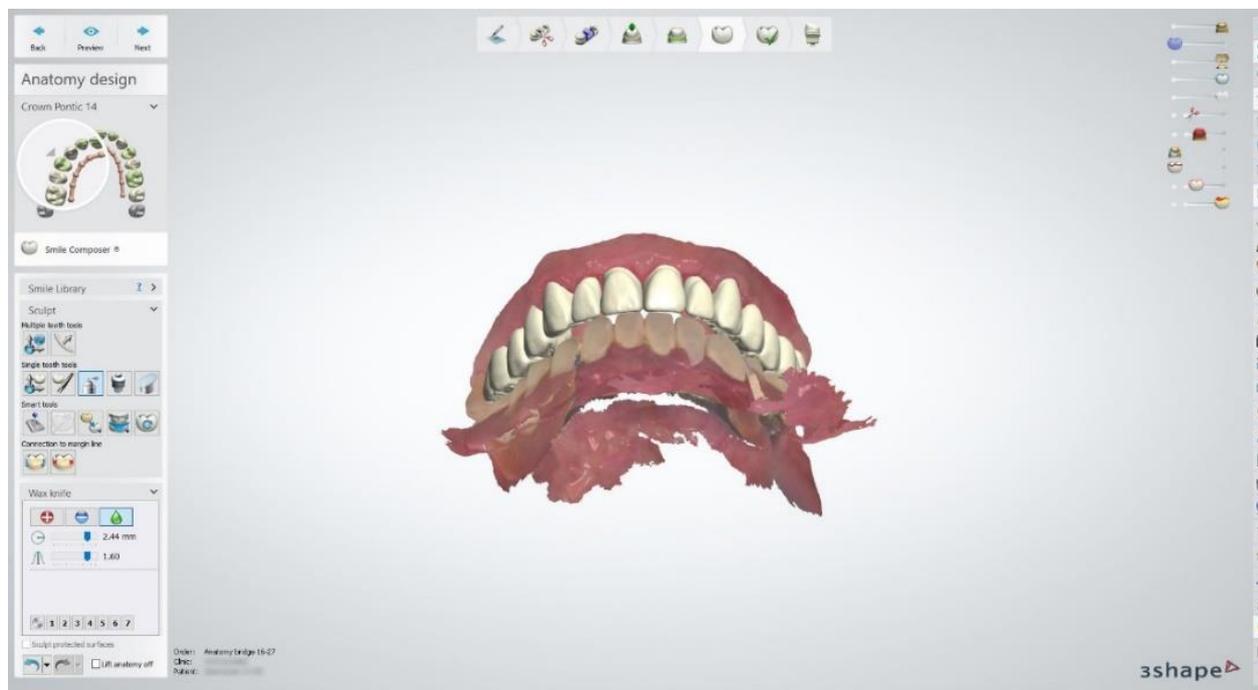
jednostavniju i precizniju izradu fiksnoprotetskih nadomjestaka u usporedbi s tradicionalnim, analognim tehnikama izrade (6, 7).

## 1.2. CAD

CAD ili oblikovanje pomoću računala rad je u posebnom računalnom programu koji omogućuje korisniku stvaranje virtualnog rada. Rad se stvara prema virtualnom modelu koji se dobiva na tri načina:

- intraoralnim skeniranjem
- skeniranjem tradicionalno uzetog otiska elastomerima
- i skeniranjem sadrenog modela dobivenog odljevom tradicionalno uzetog otiska.

Skener je uređaj koji prikuplja podatke o zubima i mekim tkivima pacijenta procesom optičke triangulacije ili mehaničkog mjerenja (8). Na osnovi prikupljenih podataka računalni program stvara virtualni trodimenzionalni prostor u kojem se nalazi model određen točkama visina, širina i dužina (Slika 3). Poznavanjem svojstava materijala, pravila izrade nadomjestaka, potreba, želja i karakteristika pacijenata dentalni tehničar ili doktor dentalne medicine može dizajnirati odgovarajući virtualni nadomjestak. Značajna karakteristika računalnih programa mogućnost je nadogradnje programa na novije verzije koje donose poboljšanja, nove funkcije, ispravke pogreški i kompatibilnost s novim materijalima i uređajima (9).



**Slika 3.** Korisničko sučelje 3Shape CAD programa (3Shape, Kopenhagen, Danska).

Izvor: ljubaznošću Vjekoslava Budimira, dent. tech.

Neki autori smatraju da digitalno otiskivanje treba odvojiti od CAD-a, te koriste poseban akronim CAI (engl. *computer aided inspection*) (8).

### 1.2.1. Intraoralni i laboratorijski skeneri

Intraoralnim se skenerom podaci za izradu virtualnog modela dobivaju postavljanjem i pomicanjem intraoralnog skenera iznad, ispod i oko zuba i gingive. Koristeći naprednu optiku, tehnike optičke triangulacije i konfokalne mikroskopije, intraoralni skeneri daju precizne dimenzijske informacije računalu o veličini, položaju i međusobnom odnosu tkiva koja se skeniraju (10). Preciznost skenera ovisi o mnoštvu faktora: suhoći skeniranih površina, okolnoj rasvjeti, verziji programa, veličini skeniranog područja, očuvanosti leće itd. (11, 12). Danas dostupni intraoralni skeneri mogu postići preciznost od 20 µm intraoralno, skenirati u boji i bez uporabe nereflektivnog praha, bežično se rabiti te se lakše dezinficirati i sterilizirati (13).

Virtualni modeli izrađeni temeljem intraoralnog skeniranja jednako su precizni kao i sadreni odljevi napravljeni temeljem otisaka uzetim konvencionalnim tehnikama otiskivanja elastomernim otisnim materijalima (11, 14). Intraoralno skeniranje značajno je brže i ugodnije pacijentima, posebno pacijentima s izraženim refleksom povraćanja, u usporedbi s tradicionalnim uzimanjem otiska elastomerima (6, 15, 16).

Laboratorijski skener podatke za izradu virtualnog modela dobiva skeniranjem sadrenog odljeva izlivenog temeljem elastomernog otiska ili samog otiska. Jedna ili više kamera prikuplja strukturiranu svjetlost, najčešće plave ili bijele boje, projiciranu iz izvora svjetla na model ili otisak. Preciznost laboratorijskih skenera ovisi o materijalima kojima se otiskivalo i izlivalo te karakteristikama skenera. Ekstraoralno skeniranje ima nekoliko prednosti nad intraoralnim: nema tekućine na skeniranim površinama, skener može rotirati model i otisak da bi se skenirala površina pod optimalnim kutom, skenira se u uvjetima kontrolirane rasvjete, nema nepoželjnih kretnji modela ili otiska i smanjuje se mogućnost pogreške doktora prilikom skeniranja, poput nekompletnog skeniranja zubnog niza ili preklapanja jezika, obraza ili usana sa zubima. Nedostatci ekstraoralnog skeniranja uglavnom su vezani za materijale: otisni materijali volumno kontrahiraju, a sadra blago volumno ekspandira, što ukupno dovodi do male razlike otiska (kao negativa) i sadrenog modela u odnosu na intraoralno stanje. Precizan i točan model, virtualni ili sadreni, nužan je za izradu kvalitetnog fiksnoprotetskog rada. Fiksnoprotetski rad treba imati marginalnu pukotinu manju od 100 µm da bi bio klinički prihvatljiv (17, 18).

### 1.2.2. Virtualni artikulator

Virtualni prostor zahtijeva postavljanje virtualnih modela u odnos identičan zubnim lukovima pacijenta u odgovarajućem međučeljusnom odnosu. CAD programi koriste virtualne artikulatore da bi se rad dizajnirao u skladu s pravilima okluzije.

Virtualni modeli i skenirani tradicionalni sadreni modeli mogu se postaviti u virtualni artikulator u pravilnom prostornom odnosu skeniranjem obraznog luka za brzu montažu ili preklapanjem CBCT-a (19, 20). Sadreni model može se prenijeti u virtualni artikulator i skeniranjem sadrenog modela postavljenog u artikulator ili skeniranjem otisne mase s impresijama zubi u određenom međučeljusnom odnosu. Virtualni model može se prenijeti i virtualnim obraznim lukom.

Velika prednost virtualnog artikulatora individualizacija je kretnji pacijenta. Virtualni artikulatori mogu biti potpuno prilagodljivi čime se dobivaju pravilniji okluzijski kontakti protetskog rada u odnosu na djelomično prilagodljive ili neprilagodljive artikulatore (21). Tvrtka 3Shape je 2017. godine predstavila tehnologiju *TRIOS Patient Specific Motion* koja omogućava registraciju kretnji donje čeljusti pacijenta intraoralnim skenerom čime se virtualni artikulator u velikoj mjeri individualizira. Tvrtka Kavo Dental proizvodi ultrazvučni aksiograf, uređaj koji prati kretnje donje čeljusti i bilježi ih kao trodimenzionalni pomak (22). Iznosi koji se dobiju mjerenjem kretnji mandibule mogu se koristiti za individualizaciju virtualnog artikulatora.

### 1.2.3. CAD dizajn fiksnoprotetskih radova

Dizajn fiksnoprotetskih radova uvelike ovisi o računalnom programu CAD koji dentalni tehničar ili doktor/doktorica dentalne medicine upotrebljava. Čak i isti CAD program u različitim verzijama može različito voditi korisnika kroz korake dizajna rada. Podaci o radu spremaju se u memoriju računala, vanjsku memoriju ili u „oblaku“ (engl. *cloud storage*) da im se naknadno može pristupiti.

Koraci pri dizajniranju fiksnoprotetskog rada u CAD programu su (23, 24):

- unos informacija o pacijentu i doktoru/doktorici dentalne medicine koji traži izradu rada
- uvoz fotografija u CAD program i orijentacija prema specifičnim točkama (najčešće su to zjenice očiju i proizvoljne točke na zubima)
- određivanje linije osmijeha prema fotografijama ako je potrebno
- određivanje zubi na virtualnom modelu

- virtualno obrezivanje (engl. *trim*) bataljaka
- određivanje puta unosa protetskog rada na bataljke
- određivanje granica preparacije bataljaka
- odabir debljine cementa
- automatski dizajn zuba, dizajn istovjetan analognom zubu suprotne strane (ako zub postoji i adekvatne je morfologije) ili odabir dizajna zuba iz zbirke predloženih morfoloških oblika
- prilagodba morfologije dizajna u skladu s granicom preparacije, okluzijom i susjednim zubima
- odabir CAM tehnike izrade i materijala odgovarajuće boje i karakteristika i slanje podataka za izradu rada

### 1.3. CAM

CAM ili proizvodnja s pomoću računala u dentalnoj medicini proces je izrade dentalnog nadomjeska u željenom materijalu prema virtualnom modelu. Postoji više načina izrade dentalnih nadomjestaka kroz CAM koji se dijele na:

- aditivne metode:
  - stereolitografija (engl. *stereolithography*, SLA)
  - proizvodnja spajanjem filameta (engl. *fused filament fabrication*, FFF)
  - selektivno topljenje laserom (engl. *selective laser melting*, SLM)
- suptraktivna metoda: glodanje (engl. *milling*)

U aditivnim metodama materijal se spaja dio po dio do konačnog oblika nadomjeska, dok se kod suptraktivne metode višak materijala uklanja do konačnog oblika nadomjeska.

#### 1.3.1. Stereolitografija

Stereolitografija je proces ukrućivanja fotoosjetljivog materijala u određeni trodimenzionalni oblik ciljanim osvjetljavanjem. Fotopolimer, tekući materijal koji se nalazi u spremniku, stvrdnjava se prilikom osvjetljavanja reakcijom polimerizacije. Računalno kontrolirana pokretna laserska „glava“ projicira točkastu svjetlost po površinskom sloju fotopolimera ili LCD projektor projicira svjetlost određenog oblika da bi se dogodila prostorno određena polimerizacija fotopolimera koja odgovara jednom sloju dizajniranog virtualnog modela. Tehnologiju stereolitografije izumio je Charles W. Hull 1984. godine (25). U dentalnoj medicini može se koristiti za izradu privremenih fiksno-protetskih radova, individualnih žlica, kirurških vodilica, modela, maksilofacijalnih proteza itd. (26).

### 1.3.2. Proizvodnja spajanjem filameta

Proizvodnja spajanjem filameta tehnika je proizvodnje trodimenzionalnog objekta uz pomoć termoplastičnog materijala koji se iz namotane niti dovodi do grijača gdje prelazi u tekuće agregatno stanje da bi ga mlaznica izlila na točku određenu računalom. Objekt se izrađuje u slojevima koji su dimenzijski određeni od strane korisnika. Postoje razne varijacije kretnji mlaznice i platforme da bi se dobio trodimenzionalni pomak, npr. sloj nastaje pomicanjem mlaznice u dvije osi, a treća os se dobiva pomicanjem platforme na kojoj objekt stoji. Najčešće su korišteni materijali u FFF tehnici polilaktična kiselina (engl. *polylactide*, PLA) i akrilonitril butadien stiren (engl. *acrylonitrile butadiene styrene*, ABS) (27). Tehnologija se u dentalnoj medicini koristi kao alternativa stereolitografiji. Osnovu tehnike 1989. godine patentirao je Steven Scott Crump pod nazivom: tehnologija taložnog očvršćivanja (engl. *Fused Deposition Modelling*, FDM), a komercijalizirala tvrtka Stratasys Ltd. (28).

### 1.3.3. Selektivno topljenje laserom

Selektivno topljenje laserom proces je točkastog topljenja materijala koji se u rastopljenom stanju lijepi za okolne čestice. Tehnika se najčešće koristi za izradu metalnih radova, npr. za metalnu osnovu baze proteze, osnove metal keramičkih fiksnoprotetskih radova, suprastruktura na implantatima i sl. Tehnologija selektivnog topljenja laserom tali i lijepi čestice jednog elementa metala, a slična je tehnologija direktno lasersko sinteriranje metala (engl. *direct metal laser sintering*, DMLS) koja sinterira slitine metala. Obje tehnike uključuju jake lasere koji zagrijavaju čestice metala na površini u računalno određenom obliku pomoću sustava zrcala što lijepi ugrijani metal za okolne čestice metala. Sljedeći je korak spuštanje platforme s lijepljenim metalom za određenu visinu, nanošenje novog sloja čestica metala rolom iz spremnika i ponovno lasersko zagrijavanje. Objekt se stvara spajanjem slojeva. Tehnika SLM patentirana je 1997. godine, a omogućuje izradu manje poroznih i mehanički otpornijih objekata u usporedbi s DMLS tehnikom (29).

### 1.3.4. Glodanje

Glodanje je proces frezanja bloka materijala u oblik virtualnog modela pod računalnim nadzorom. Dijeli se na mokro glodanje i suho glodanje. Prilikom mokrog glodanja tekućinom, najčešće destiliranom vodom, hladi se svrdlo glodalice i blok koji se glođe i odnosi izgledana prašina. Prilikom suhog glodanja prema svrdlu se usmjerava mlaz zraka koji hladi svrdlo i odnosi prašinu nastalu glodanjem prema ugrađenom usisivaču u glodalici. Blokovi za glodanje proizvode se u raznim oblicima, veličinama i nijansama. Blokovi manjih dimenzija najčešće su

oblika kvadra, a veći blokovi oblika valjka. Na blokovima mogu pisati razne informacije: ime proizvođača, naziv proizvoda, dimenzije bloka, boja itd.

Tehnika suhog glodanja češće se upotrebljava za glodanje blokova cirkonijeva dioksida i polimetilmetakrilata, a tehnika mokrog glodanja za glodanje blokova litijeva disilikata, glinične keramike, kompozita, kobalt-krom legura i titanija. Glodalice mogu biti 3-osne, 4-osne ili 5-osne ovisno o mogućnosti rotacije bloka koji se gloda (30, 31).

## **1.4. Klinička primjena fiksnoprotetskih nadomjestaka izrađenih CAD/CAM tehnikom rada**

### **1.4.1 Dugotrajnost i estetika fiksnoprotetskih radova**

Fiksnoprotetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom pokazali su da se mogu koristiti s visokom stopom uspješnosti koja se kreće oko 90% tijekom 10 godina (32, 33, 34, 35). Sustavnim pregledom literature i meta-analizom podataka Rodrigues i sur. 2018. godine pokazali su da radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom češće završavaju kliničkim neuspjehom u usporedbi s tradicionalno izrađenim fiksnoprotetskim radovima (36).

Privremeni fiksnoprotetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnikom glodanja imaju značajno manje marginalne pukotine u usporedbi s fiksnoprotetskim radovima izrađenim tradicionalnom tehnikom rada (37).

Estetika fiksnoprotetskih radova izrađenih CAD/CAM tehnikom rada je slična ili lošija u usporedbi s fiksnoprotetskim radovima izrađenim tradicionalnim, analognim tehnikama rada, ali to ovisi o mnoštvu faktora (38, 39).

### **1.4.2. Efikasnost, sigurnost i praktičnost rada dentalnih tehničara**

Upotreba CAD/CAM tehnologije omogućava efikasniji rad dentalnih tehničara jer se značajno skraćuje aktivno vrijeme izrade nadomjestaka, snižava cijena materijala i omogućuje ponavljanje rada bez ponavljanja čitavog protokola rada (4, 6, 40). Slanjem virtualnog modela dobivenog intraoralnim skeniranjem omogućuje se dentalnim tehničarima rad u sigurnijim uvjetima jer se izbjegava kontaminacija laboratorijskog materijala, pribora i strojeva mikroorganizmima s tradicionalnih, analognih otisaka (41). Tijekom transporta tradicionalni, analogni otisci mogu se deformirati ili dimenzijski promijeniti, što rezultira neodgovarajućim sadrenim modelima i posljedično neodgovarajućim protetskim radovima (13, 42). Virtualni

model najčešće se šalje internetskom vezom, nepromjenjiv je i može se koristiti kao arhivski materijal. S obzirom na to da se virtualni model obrađuje na računalu, ne stvara se otpad nakon završetka rada: sadra, otisni materijal, vosak, uložna masa i sl. (43). Intraoralnim skeniranjem izostaje trošak transporta, transportnog medija, dezinficijensa otisnih masa, individualnih žlica, adheziva za otisne mase, strojeva koji olakšavaju izlivanje sadrenog modela i ranije navedenih materijala. CAD/CAM tehnologija omogućuje izradu fiksnoprotetskog nadomjeska s predviđenim prostorom jednake debljine za cement što značajno utječe na mehaničku otpornost rada (44). Intraoralni skeneri imaju mogućnost skeniranja u više posjeta i selektivnog skeniranja zubnog luka, čime se izbjegava višestruko uzimanje tradicionalnog, analognog otiska elastomerima (16).

#### 1.4.3. Digitalni protokol rada

Digitalni protokol rada omogućuje planiranje protetskih radova od konačnog izgleda unatrag. Dentalni tehničar koristeći CAD tehnologiju može dizajnirati protetski rad u punom obliku i CAM tehnologijom izraditi model koji će doktor/doktorica dentalne medicine koristiti kao kalup za otisak za izradu *mock-up* rada. U ustima se *mock-up* rad upotrebljava za vizualizaciju gotovoga protetskog rada, provjeru gdje i koliko treba preparirati zube nosače, provjeru okluzije i motivaciju pacijenta. Prednosti CAD/CAM tehnologije su i ponovljivost izrade protetskih nadomjestaka, čime rezultat terapije postaje predvidljiv, i bolja komunikacija doktora i tehničara (23, 45, 46).

Postoje različiti protokoli rada, a najčešće uključuju (23, 47):

- komplet ekstraoralnih i intraoralnih fotografija pacijenta
- skeniranje intraoralnim skenerom prije preparacije zubi
- digitalno navoštavanje (engl. *wax-up*), tj. digitalni dizajn osmjeha (engl. *digital smile design*, DSD)
- dijagnostičko-funkcijski *mock-up* od privremenog kompozitnog materijala
- skeniranje intraoralnim skenerom s postavljenim i prilagođenim *mock-up* radom
- preparacija zubi kroz *mock-up* rad
- skeniranje intraoralnim skenerom nakon preparacije zubi
- izrada privremenog protetskog rada od bis-akrilnog kompozitnog materijala ili polimetil-metakrilata
- proba, prilagodba i cementiranje trajnog protetskog rada.

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

## 2.1. Cilj istraživanja

Glavni cilj ovog istraživanja bio je istražiti učestalost korištenja i stavove o korištenju CAD/CAM tehnologije pri izradi fiksno protetskih radova od strane dentalnih tehničara u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

Specifični ciljevi bili su:

1. istražiti razinu edukacije dentalnih tehničara o korištenju CAD/CAM tehnologije koristeći samoprocjenu ispitanika
2. ispitati stavove dentalnih tehničara o stručnom usavršavanju za korištenje CAD/CAM tehnologije
3. ispitati stavove dentalnih tehničara o prednostima i nedostacima CAD/CAM tehnologije u odnosu na tradicionalne tehnike izrade fiksno protetskih radova

## 2.2. Hipoteze

Postavljene hipoteze su:

- H1 - dentalni tehničari s manje radnog iskustva češće koriste CAD/CAM tehnologiju od tehničara s više radnog iskustva
- H2 - dentalni tehničari koji rade u privatnom sektoru češće koriste CAD/CAM tehnologiju od tehničara koji rade u javnom sektoru ili javnom i privatnom sektoru istovremeno
- H3 - dentalni tehničari koji koriste ili su koristili CAD/CAM tehnologiju su se više dodatno educirali od tehničara koji istu ne upotrebljavaju
- H4 - dentalni tehničari s više radnog iskustva su slabije educirani o CAD/CAM tehnologiji tijekom strukovnog obrazovanja za dentalnog tehničara od tehničara s manje radnog iskustva
- H5 - dentalni tehničari koji koriste ili su koristili CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksno protetskih radova smatraju da su fiksno protetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom dugotrajniji, bolje estetike i bolje kvalitete od radova izrađenih tradicionalnim tehnikama

### **3. MATERIJALI I METODE**

### 3.1. Metoda istraživanja

Istraživanje je provedeno u dentalnim laboratorijima i srednjim školama koje obrazuju dentalne tehničare u Splitsko-dalmatinskoj županiji Republike Hrvatske u razdoblju od 7. siječnja do 16. ožujka 2020. godine.

Sudjelovanje u ovom istraživanju bilo je dobrovoljno i u skladu s Etičkim kodeksom Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu. Ovo je istraživanje odobrilo Etičko povjerenstvo Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu: klasa: 003-08/19-03/003, ur. br.: 2181-198-03-04-19-0084.

Istraživanje je presječnog tipa i temeljeno je na anketnom upitniku (Prilog 1.) kojega su anketirani dentalni tehničari ispunjavali samostalno. Ispunjavanje je bilo anonimno, a ispitanici su mogli postavljati pitanja ispitivaču oko nejasnoća prilikom odgovaranja. Anketni upitnik je samostalno sastavio autor ovog diplomskog rada i sastoji se od 19 pitanja podijeljenih u 3 grupe. Zajednička grupa pitanja koja sadrži 15 pitanja se postavljala svim anketiranim dentalnim tehničarima, a odnosila se na radno iskustvo, edukaciju i stavove o CAD/CAM tehnologiji. Preostale dvije grupe pitanja odnosile su se na rad s CAD/CAM tehnologijom, a pitanja iz tih grupa postavljala su se ovisno o odgovoru na treće pitanje anketnog upitnika na sljedeći način:

- ispitanicima koji su na treće pitanje odgovorili pozitivno (DA) (koriste ili su koristili CAD/CAM tehnologiju), postavljena su pitanja 5, 6 i 7
- ispitanicima koji su na treće pitanje odgovorili niječno (NE) (ne koriste i nisu koristili CAD/CAM tehnologiju), postavljeno je pitanje 4

Anketirani dentalni tehničari su ispunjavali anketni upitnik u prisustvu autora istraživanja preko formulara tada dostupnog na internetskoj stranici: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdZ7WOHLjqOMJBhsmIAuTe\\_hBuUXXjJaB732cv8acmBQsPWVg/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdZ7WOHLjqOMJBhsmIAuTe_hBuUXXjJaB732cv8acmBQsPWVg/viewform).

Informirani pristanak se prema preporuci Ureda za znanost Medicinskog fakulteta u Splitu nije prikupljao. Sve bitne informacije za ispitanike su napisane u uvodu anketnog upitnika.

Obzirom na izostanak prikupljanja osobnih podataka u ovom istraživanju Opća uredba o zaštiti podataka 2016/679 nije primjenjiva.

Istraživanje je samostalno financirao autor diplomskog rada.

### 3.2. Ispitanici

Ispitivana je populacija dentalnih tehničara registriranih u Splitsko-dalmatinskoj županiji, a broji 182 dentalna tehničara. Svi su ispitanici informirani o cilju i korištenju rezultata anketnog upitnika uvodom u anketni upitnik.

Kriteriji uključenja bili su da dentalni tehničar ima važeće odobrenje za samostalan rad izdano od strane Hrvatske komore dentalne medicine i da radi u dentalnom laboratoriju ili srednjoj školi koja obrazuje dentalne tehničare na području Splitsko-dalmatinske županije.

Procijenjeni broj ispitanika potreban za reprezentativnost uzorka je bio 50, a izračunat je pomoću alata za izračun veličine uzorka s mrežne stranice <https://www.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/> koristeći raspon pouzdanosti od 95% i pogrešku procjene od 12%.

### 3.3. Statistička analiza podataka

Numeričke vrijednosti razine edukacije o CAD/CAM tehnologiji i slaganja s tvrdnjama prezentirane su aritmetičkom sredinom uz standardnu devijaciju i medijanom uz interkvartilni raspon.

Razlika u numeričkim vrijednostima testirana je Mann-Whitney U testom kada se testirala razlika u brojevima među kategorijama iskazanim riječima, Spearmanovim testom kada se testirala povezanost između dvije varijable iskazane u brojevima i Fisher egzaktnim testom kad su vrijednosti za usporedbu male frekvencije. Analiza proporcija se testirala  $\chi^2$  testom.

Educiranost dentalnih tehničara o CAD/CAM tehnologiji se istražila prema samoprocjeni ispitanika koristeći linearnu skalu odgovora od „Nimalo“ (1) do "U potpunosti educiran" (5) da bi se statistički interpretirao rezultat.

Odgovor "U potpunosti educiran" je objašnjen u anketnom upitniku da znači da se dentalni tehničar smatra kompetentnim koristiti CAD/CAM tehnologijom pri izradi svih fiksnoprotetskih nadomjestaka.

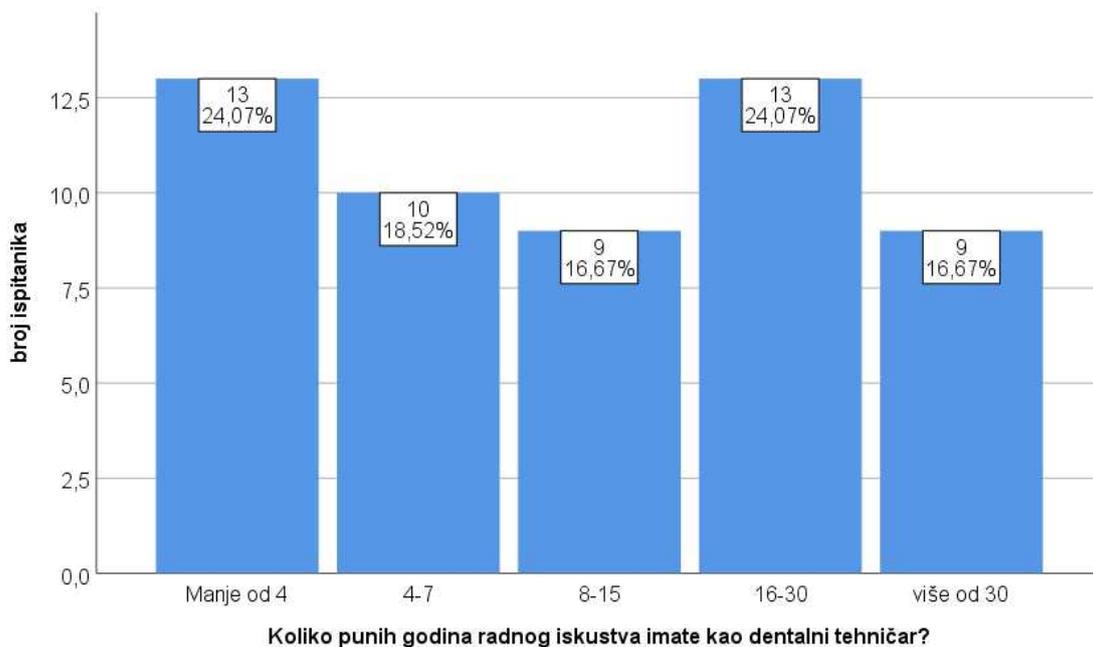
Slaganje dentalnih tehničara s tvrdnjama se istražilo koristeći linearnu skalu odgovora od „Uopće se ne slažem“ (1) do " U potpunosti se slažem" (5) da bi se statistički interpretirao rezultat.

Podaci dobiveni anketiranjem uzorka dentalnih tehničara statistički su obrađeni računalnim programom IBM SPSS Statistics for Windows (verzija 25.0., IBM Corp., Armonk, New York, Sjedinjene Američke Države) uz razinu statističke značajnosti ( $\alpha$ ) od 0,05.

#### **4. REZULTATI**

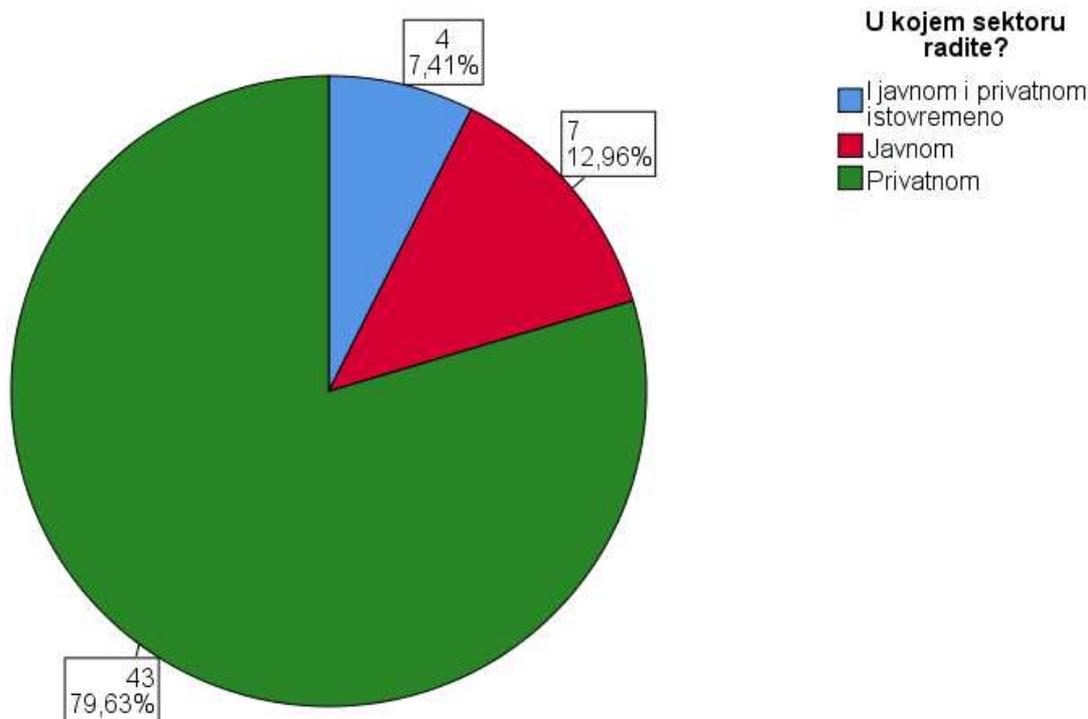
#### 4.1. Ispitivana populacija

Ukupno je anketirano 54 dentalnih tehničara. Najveći broj anketiranih dentalnih tehničara ima radno iskustvo do 4 godine i između 16 i 30 godina (Slika 4.).



Slika 4. Raspodjela anketiranih dentalnih tehničara po godinama radnog staža.

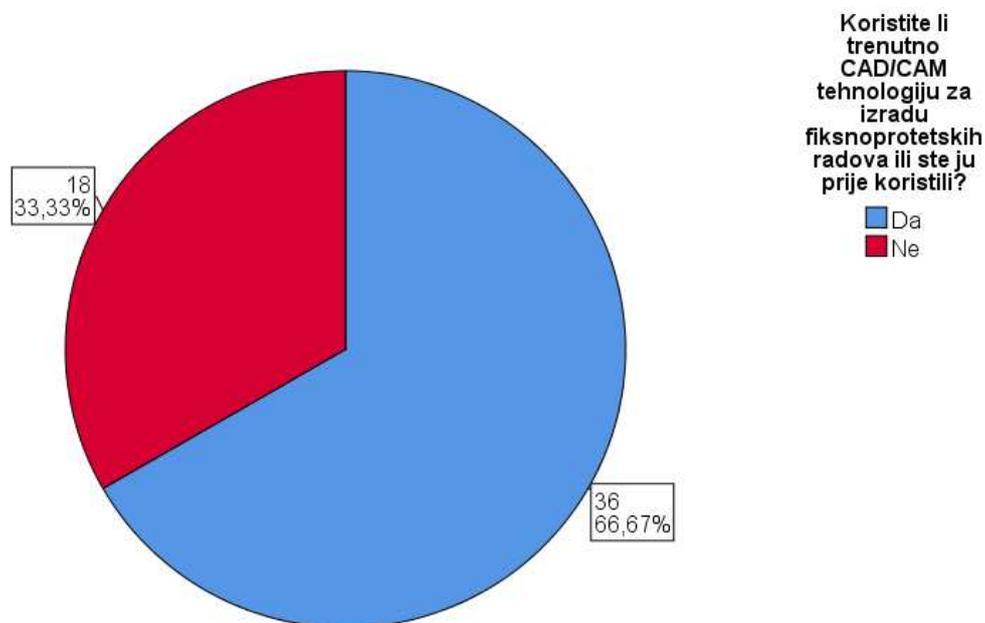
Prema sektoru rada najviše anketiranih radi u privatnom sektoru, a najmanje u javnom i privatnom sektoru istovremeno (Slika 5.).



Slika 5. Raspodjela anketiranih dentalnih tehničara po sektoru rada.

## 4.2. Korištenje i stavovi o CAD/CAM tehnologiji

CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksnoprotetskih radova trenutno koristi ili je koristilo 36 dentalnih tehničara, a 18 ju ne koristi niti je ikad koristilo (Slika 6.).



**Slika 6.** Omjer korištenja CAD/CAM tehnologije za izradu fiksnoprotetskih radova

Od 18 ispitanih koji ne koriste CAD/CAM tehnologiju i nisu ju koristili njih 10 planira u budućnosti početi raditi s CAD/CAM tehnologijom (Tablica 1.).

**Tablica 1.** Pokazatelj planiranja dentalnih tehničara koji ne koriste i nisu koristili CAD/CAM tehnologije za izradu fiksnoprotetskih radova.

Planirate li uskoro početi raditi s CAD/CAM tehnikom rada?		
	broj tehničara	%
Ne	8	44,44
Da	10	55,56

Od 36 ispitanika koji koriste CAD/CAM tehnologiju njih 24 planira uskoro unaprijediti ili zamijeniti CAD/CAM uređaje koje trenutno koriste (Tablica 2.).

**Tablica 2.** Pokazatelj planiranja dentalnih tehničara koji koriste CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksnoprotetskih radova.

Planirate li uskoro unaprijediti ili zamijeniti CAD/CAM uređaje koje koristite?		
	broj tehničara	%
Ne	12	33,33
Da	24	66,67

Najveći broj ispitanika koji koriste CAD/CAM tehnologiju ju koristi manje od 5 godina, a najmanji broj ispitanika ju koristi između 16 i 20 godina (Tablica 3.).

**Tablica 3.** Pokazatelj perioda početka korištenja CAD/CAM tehnologije.

Koje godine ste počeli koristiti CAD/CAM tehniku rada?		
	broj tehničara	%
između 2000. i 2004. g.	2	5,56
između 2005. i 2009. g.	3	8,33
između 2010. i 2015. g.	9	25,00
nakon 2015. g.	22	61,11

Veći broj anketiranih dentalnih tehničara koji koriste CAD/CAM tehnologiju koristi i CAD i CAM u odnosu na one koji koriste samo CAD (Tablica 4).

**Tablica 4.** Pokazatelj korištenja tehnike rada upotrebom CAD/CAM tehnologije.

Koje tehnike rada koristite?	broj tehničara	%
CAD-oblikovanje s pomoću računala (Computer Aided Design) i CAM-proizvodnja s pomoću računala (Computer Aided Manufacturing)	28	77,78
CAD-oblikovanje s pomoću računala (Computer Aided Design)	8	22,22

Razina educiranosti o CAD/CAM tehnologiji tijekom i nakon obrazovanja za dentalnog tehničara podijeljena je u 5 razreda, i to kako slijedi:

nimalo = 1, malo = 2, djelomično = 3, znatno = 4, u potpunosti = 5.

Prosječna razina educiranosti o CAD/CAM tehnologiji tijekom obrazovanja za dentalnog tehničara iznosi  $2,24 \pm 1,27$ , a medijan odgovora 2,00 uz interkvartilni raspon od 1,00 do 3,00 (Tablica 5).

Prosječna razina dodatne educiranosti dentalnih tehničara o CAD/CAM tehnologiji iznosi  $2,72 \pm 1,45$ , dok je medijan odgovora 3,00 uz interkvartilni raspon od 1,00 do 4,00 (Tablica 5).

**Tablica 5.** Odgovori na pitanja o edukaciji o CAD/CAM tehnologiji.

Pitanje	broj tehničara	prosjeak	standardna devijacija	medijan	interkvartilni raspon
Koliko ste educirani o CAD/CAM tehnologiji tijekom obrazovanja za dentalnog tehničara?	54	2,24	1,27	2,00	(1,00-3,00)

Jeste li se dodatno educirali o CAD/CAM tehnologiji?	54	2,72	1,45	3,00	(1,00-4,00)
--	----	------	------	------	-------------

U sljedećoj skupini pitanja ispitanici su iskazivali razinu slaganja s navedenim tvrdnjama upotrebom mjerne skale s rasponom vrijednosti od 1 do 5. Vrijednost 1 upućuje na potpuno neslaganje, dok vrijednost 5 upućuje na potpuno slaganje s tvrdnjom.

Najveća razina slaganja utvrđena je za tvrdnju da je isplativo ulagati u edukaciju za korištenje CAD/CAM tehnologije ( $4,56 \pm 0,90$ ), dok je najniža razina slaganja utvrđena za tvrdnju da su doktori/doktorice dentalne medicine dovoljno educirani o CAD/CAM tehnologiji, gdje je prosječna razina slaganja  $2,31 \pm 0,91$  (Tablica 6).

**Tablica 6.** Odgovori na pitanja o CAD/CAM tehnologiji.

Tvrdnja	broj tehničara	prosjek	standardna devijacija	medijan	interkvartilni raspon
Isplativo je ulagati u edukaciju za korištenje CAD/CAM tehnologije	54	4,56	0,90	5,00	(4,00-5,00)
CAD/CAM tehnologija je dosta zastupljena u tečajevima stručne edukacije	54	3,26	1,22	3,00	(3,00-4,00)
Trenutni program obrazovanja dentalnih tehničara uključuje odgovarajuću edukaciju o CAD/CAM tehnologiji	54	2,39	1,20	2,50	(1,00-3,00)
Doktori/doktorice dentalne medicine su dovoljno educirani o CAD/CAM tehnologiji	54	2,31	0,91	3,00	(1,00-3,00)
Fiksnoprotetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom su dugotrajniji od radova izrađenih tradicionalnim tehnikama	54	2,98	1,11	3,00	(2,00-3,00)
Fiksnoprotetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom su bolje estetike od radova izrađenih tradicionalnim tehnikama	54	3,46	1,42	4,00	(3,00-5,00)

Većina anketiranih smatra da se intraoralnim skenerom dobije kvalitetniji otisak u fiksnoj protetici u usporedbi s otiscima konvencionalnim tehnikama elastomerima (Tablica 7).

**Tablica 7.** Odgovori na pitanje o tehnici otiskivanja.

Kojom tehnikom otiskivanja smatrate da se dobije kvalitetniji otisak u fiksnoj protetici?	broj tehničara	%
intraoralnim skenerom	31	57,41
konvencionalnim tehnikama elastomerima	13	24,07
otisci su jednake kvalitete neovisno o korištenoj tehnici	10	18,52

Većina ispitanih dentalnih tehničara smatra da se digitalnom CAD/CAM tehnikom rada dobivaju kvalitetniji fiksno protetski radovi (Tablica 8).

**Tablica 8.** Stavovi o kvaliteti fiksno protetskih radova.

Kojom tehnikom rada smatrate da se dobivaju kvalitetniji fiksno protetski radovi?		
	broj tehničara	%
digitalnim CAD/CAM tehnikama	34	62,96
radovi su jednake kvalitete neovisno o korištenoj tehnici	16	29,63
tradicionalnim, nedigitalnim tehnikama	4	7,41

Prema mišljenju ispitanih dentalnih tehničara karakteristike CAD/CAM-a za koje očekuju da će se uskoro značajno poboljšati najčešća je bila odabran odgovor „snižavanje kupovne cijene CAD/CAM uređaja“, dok je najrjeđe odabran odgovor bio „smanjenje vremena potrebnog za dizajniranje nadomjestaka“ (Tablica 9).

**Tablica 9.** Odgovor na pitanje o željenom poboljšanju CAD/CAM tehnike rada.

Karakteristike CAD/CAM-a koje očekujem da će se uskoro značajno poboljšati su:		
	broj tehničara	%
snižavanje kupovne cijene CAD/CAM uređaja	41	75,93
smanjenje vremena za strojnu izradu dizajniranih nadomjestaka	30	55,56
veće prihvaćanje CAD/CAM tehnologije od strane doktora/doktorica dentalne medicine	30	55,56
povećanje kompatibilnosti različitih sustava CAD/CAM-a	28	51,85
snižavanje cijene edukacije za korištenje CAD/CAM uređaja	25	46,30
duže trajanje opreme kroz programe unaprjeđenja software-a i hardware-a CAD/CAM uređaja	24	44,44
poboljšanje estetike radova	23	42,59
smanjenje vremena potrebnog za dizajniranje nadomjestaka	19	35,19

Najveći broj anketiranih odabrao je odgovor da je CAD/CAM tehnologija „značajno brža od konvencionalnih tehnika“, dok je najmanji broj ispitanika odabrao odgovor „prekomplicirana za svakodnevnu uporabu“ (Tablica 10).

**Tablica 10.** Stavovi o CAD/CAM tehnici rada.

Smatrate li da je CAD/CAM tehnika rada:		
	broj tehničara	%
značajno brža od konvencionalnih tehnika	51	94,44
ne pruža dovoljnu individualizaciju protetskog rada	7	12,96
nedovoljno razvijena tehnologija	7	12,96

nema širok spektar mogućnosti u protetici dentalne medicine	3	5,56
neisplativa investicija	3	5,56
prekomplicirana za svakodnevnu uporabu	1	1,85

### 4.3. Testiranje hipoteza

Hipoteza H1 - dentalni tehničari s manje radnog iskustva češće koriste CAD/CAM tehnologiju od tehničara s više radnog iskustva.

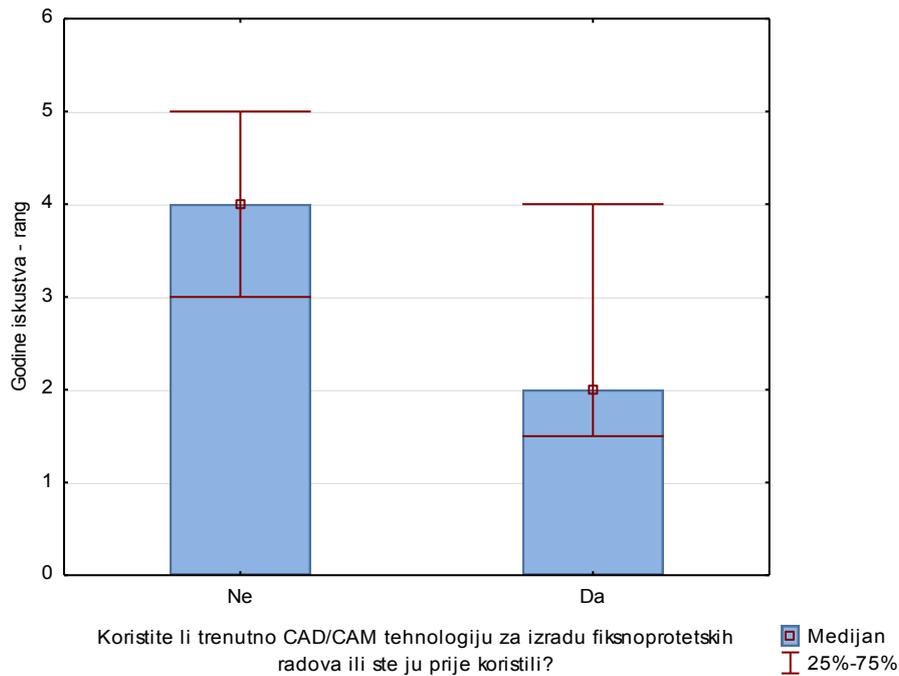
Radno iskustvo dentalnih tehničara podijeljeno je u 5 razreda, i to:

- manje od 4 godine = razred 1
- od 4 do 7 godina = razred 2
- od 8 do 15 godina = razred 3
- od 16 do 30 godina = razred 4
- preko 30 godina = razred 5

**Tablica 11.** Povezanost godina iskustva i korištenja CAD/CAM tehnologije pri izradi fiksnoprotetskih radova (\* Mann-Whitney U test).

Koristite li trenutno CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksnoprotetskih radova ili ste ju prije koristili?						
	DA		NE		Z	p*
	Medijan	interkvartilni raspon	Medijan	interkvartilni raspon		
rang godina iskustva	2,00	(1,50-4,00)	4,00	(3,00-5,00)	2,09	0,036

Medijan vrijednosti ranga godina staža je za 2 boda veći kod ispitanika koji trenutno koriste CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksnoprotetskih radova ili su ju prije koristili, te je testiranjem utvrđeno postojanje statistički značajne razlike ( $Z=2,09$ ;  $p=0,036$ ) (Tablica 11. i Slika 7.).



**Slika 7.** Grafički prikaz rezultata povezanosti godina radnog iskustva i korištenja CAD/CAM tehnologije pri izradi fiksno protetskih radova.

Hipoteza H1 prihvaća se kao istinita.

Hipoteza H2 - dentalni tehničari koji rade u privatnom sektoru češće koriste CAD/CAM tehnologiju od tehničara koji rade u javnom sektoru ili javnom i privatnom sektoru istovremeno.

**Tablica 12.** Povezanost sektora rada i korištenja CAD/CAM tehnologije pri izradi fiksno protetskih radova (\* Fisher egzaktni test).

Sektor	Koristite li trenutno CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksno protetskih radova ili ste ju prije koristili?				p*
	NE		DA		
	broj tehničara	%	broj tehničara	%	
javni / javni i privatni	9	81,82%	2	18,18%	<0,001
Privatni	9	20,93%	34	79,07%	

Dva od 11 ispitanih dentalnih tehničara koji rade u javnom sektoru ili istovremeno u javnom i privatnom sektoru koriste CAD/CAM tehnologiju ili su je prije koristili, dok 34 od 43 ispitana dentalna tehničara iz privatnog sektora koriste CAD/CAM tehnologiju ili su je prije koristili. Testiranjem je utvrđeno postojanje povezanosti između sektora u kojem rade dentalni tehničari i iskustva trenutnog ili prethodnog korištenja CAD/CAM tehnologije ( $p < 0,001$ ) (Tablica 12.).

Hipoteza H2 prihvaća se kao istinita.

Hipoteza H3 - dentalni tehničari koji koriste ili su koristili CAD/CAM tehnologiju su se više dodatno educirali od tehničara koji istu ne upotrebljavaju.

**Tablica 13.** Povezanost korištenja CAD/CAM tehnologije, edukacije i stavova o isplativosti edukacije dentalnih tehničara (\* Mann-Whitney U test).

Koristite li trenutno CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksno protetskih radova ili ste ju prije koristili?						
	DA		NE		Z	p*
	Medijan	interkvartilni raspon	Medijan	interkvartilni raspon		
Koliko ste educirani o CAD/CAM tehnologiji tijekom obrazovanja za dentalnog tehničara	2,50	(1,00-3,00)	1,00	(1,00-3,00)	2,29	0,022
Jeste li se dodatno educirali o CAD/CAM tehnologiji?	4,00	(3,00-4,00)	1,00	(1,00-2,00)	3,21	0,001
Isplativo je ulagati u edukaciju za korištenje CAD/CAM tehnologije	5,00	(4,00-5,00)	5,00	(4,00-5,00)	0,41	0,682

Medijan vrijednosti educiranosti o CAD/CAM tehnologiji tijekom obrazovanja za dentalnog tehničara je za 1,5 bodova veći kod ispitanih dentalnih tehničara koji koriste CAD/CAM tehnologiju ili su je prije koristili u odnosu na ispitane dentalne tehničare koji istu ne koriste niti su ju ikad koristili, te je utvrđena statistički značajna razlika ( $Z=2,29$ ;  $p=0,022$ ) (Tablica 13).

Medijan vrijednosti dodatnog educiranja o CAD/CAM tehnologiji je za 3,00 boda veći kod ispitanih dentalnih tehničara koji koriste CAD/CAM tehnologiju ili su je prije koristili u odnosu na ispitane dentalne tehničare koji istu ne koriste ili je nisu nikad koristili, te je utvrđena statistički značajna razlika ( $Z=3,21$ ;  $p=0,001$ ) (Tablica 13).

Testiranjem nije utvrđeno postojanje razlike u percepciji o isplativosti ulaganja u dodatnu edukaciju o CAD/CAM tehnologiji ( $Z=0,41$ ;  $p=0,682$ ) (Tablica 13).

Hipoteza H3 prihvaća se kao istinita.

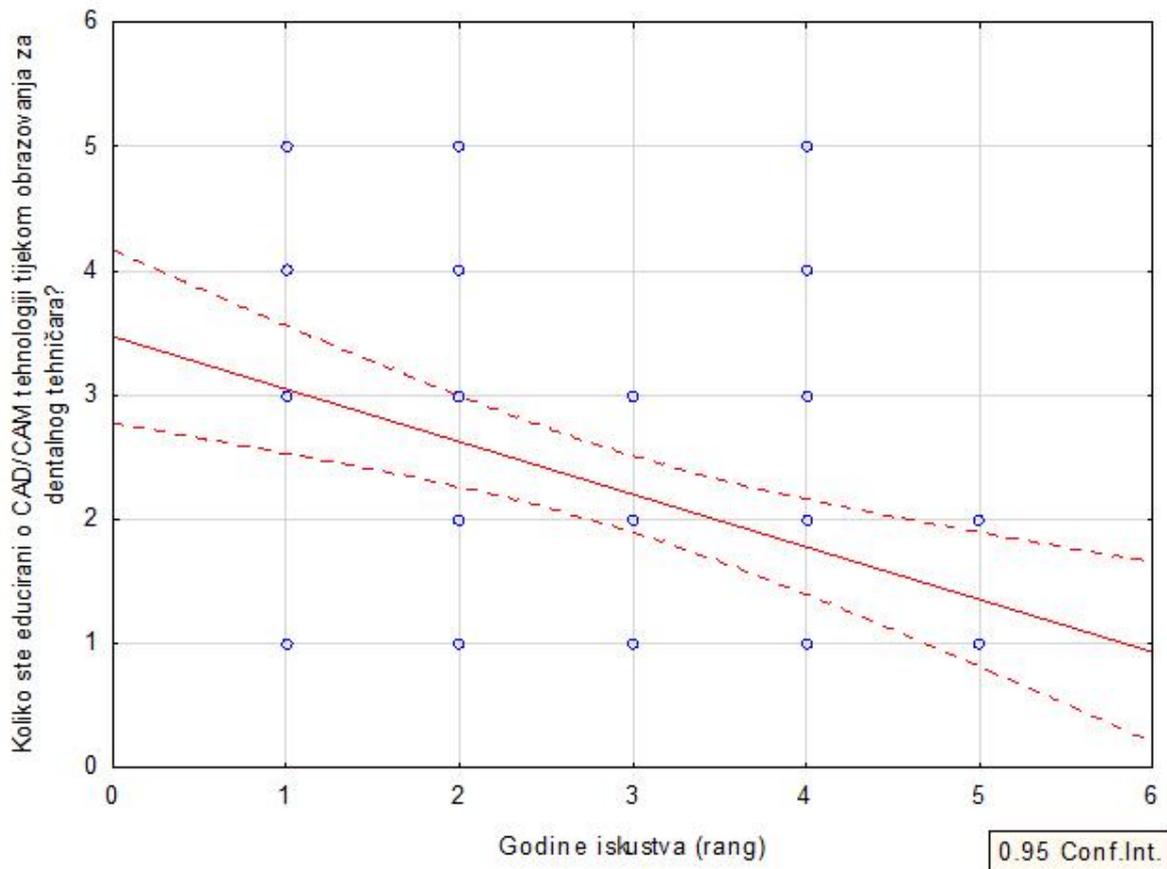
Hipoteza H4 - dentalni tehničari s više radnog iskustva su slabije educirani o CAD/CAM tehnologiji tijekom strukovnog obrazovanja za dentalnog tehničara od tehničara s manje radnog iskustva.

**Tablica 14.** Povezanost godina iskustva, edukacije i stavova o isplativosti edukacije dentalnih tehničara (\* Spearmanova korelacija).

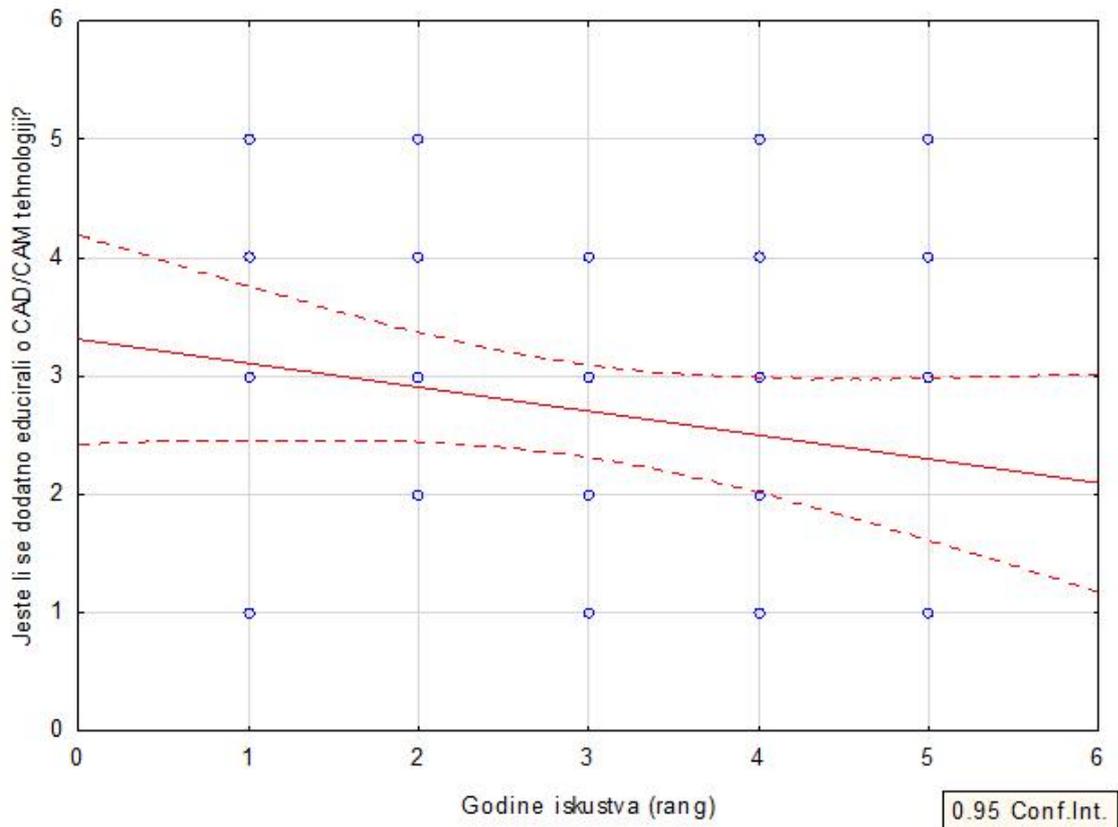
	broj tehničara	Rho	T	p*
Godine iskustva & Koliko ste educirani o CAD/CAM tehnologiji tijekom obrazovanja za dentalnog tehničara?	54	-0,51	-4,25	<0,001
Godine iskustva & Jeste li se dodatno educirali o CAD/CAM tehnologiji?	54	0,20	-1,45	0,153
Godine iskustva & Isplativo je ulagati u edukaciju za korištenje CAD/CAM tehnologije	54	0,06	0,45	0,653

Tehničari u podijeljeni prema duljini radnog iskustva u grupe kako slijedi:

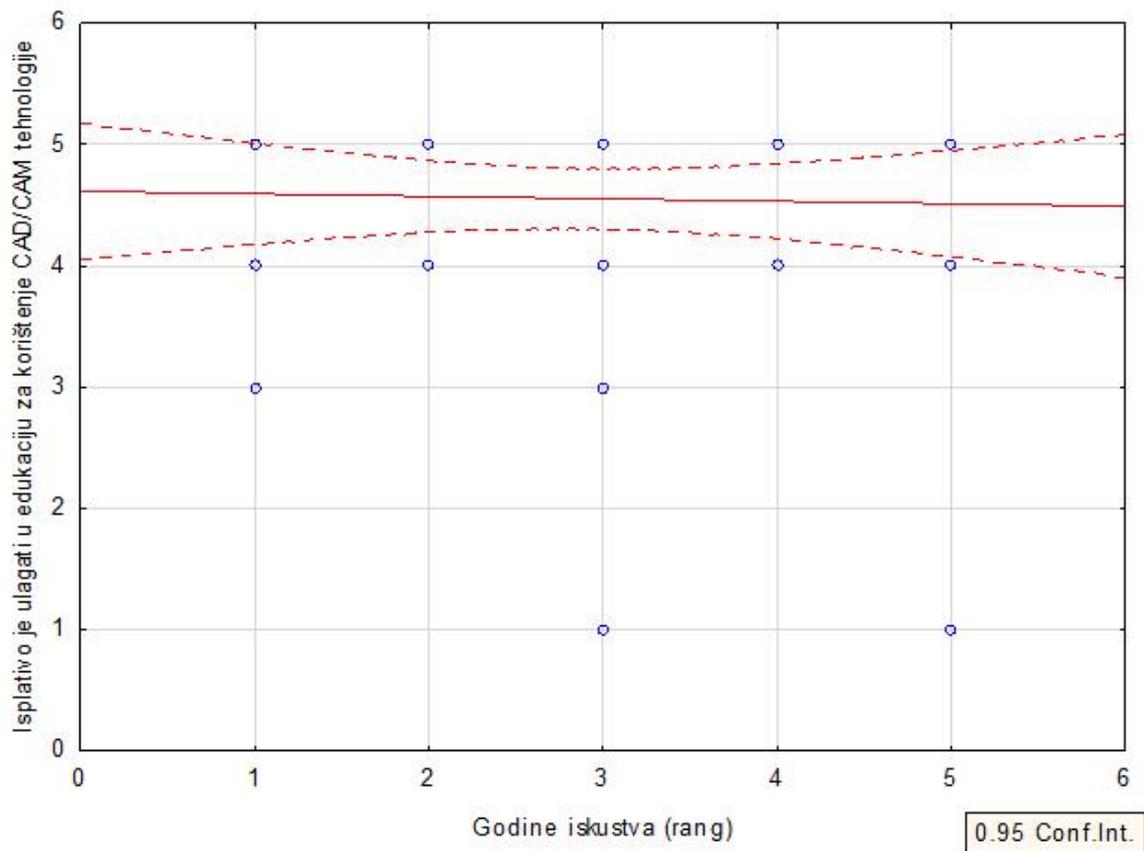
- manje od 4 godine = rang 1
- 4-7 godina = rang 2
- 8-15 godina = rang 3
- 16-30 godina = rang 4
- više od 30 godina = rang 5



**Slika 8.** Grafički prikaz povezanosti godina radnog iskustva i edukacije o CAD/CAM tehnologiji tijekom strukovnog obrazovanja.



**Slika 9.** Grafički prikaz povezanosti godina radnog iskustva i dodatne edukacije o CAD/CAM tehnologiji.



**Slika 10.** Grafički prikaz povezanosti godina radnog iskustva i stava o isplativosti ulaganja u edukaciju za korištenje CAD/CAM tehnologije.

Umjerena povezanost između godina iskustva i razine educiranosti o CAD/CAM tehnologiji tijekom obrazovanja za dentalnog tehničara je negativna i statistički značajna ( $Rho=-0,51$ ;  $p<0,001$ ) (Tablica 14.). Dakle, dentalni tehničari s više godina radnog iskustva imaju manju razinu educiranosti o CAD/CAM tehnologiji tijekom obrazovanja za dentalnog tehničara i suprotno (Slika 8.).

Povezanost između radnog iskustva i dodatnih edukacija o CAD/CAM tehnologiji nije utvrđena, kao ni povezanost između radnog iskustva i percepcije o isplativosti ulaganja u edukacije za korištenje CAD/CAM tehnologije (Slike 9. i 10.).

Hipoteza H4 prihvaća se kao istinita.

Hipoteza H5 - dentalni tehničari koji koriste ili su koristili CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksnoprotetskih radova smatraju da su fiksnoprotetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom dugotrajniji, bolje estetike i bolje kvalitete od radova izrađenih tradicionalnim tehnikama

**Tablica 15.** Povezanost korištenja CAD/CAM tehnologije za izradu fiksnoprotetskih radova i tvrdnji (\* Mann-Whitney U test).

Koristite li trenutno CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksnoprotetskih radova ili ste ju prije koristili?						
Tvrdnja	DA		NE		Z	p*
	medijan	interkvartilni raspon	medijan	interkvartilni raspon		
Fiksnoprotetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom su dugotrajniji od radova izrađenih tradicionalnim tehnikama	3,00	(2,00-3,50)	3,00	(3,00-3,00)	0,38	0,706
Fiksnoprotetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom su bolje estetike od radova izrađenih tradicionalnim tehnikama	4,00	(3,00-5,00)	4,00	(2,00-4,00)	1,41	0,158

Medijan odgovora da su fiksnoprotetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom dugotrajniji od radova izrađenih tradicionalnim tehnikama jednak je kod ispitanih dentalnih tehničara koji ne koriste i nisu koristili CAD/CAM tehnologiju i onih koji istu koriste ili su koristili, te nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlike ( $Z=0,38$ ;  $p=0,706$ ) (Tablica 15.).

Medijan odgovora da su fiksno protetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom bolje estetike od radova izrađenih tradicionalnim tehnikama jednak je kod ispitanih dentalnih tehničara koji ne koriste niti su koristili CAD/CAM tehnologiju i onih koji istu koriste ili su koristili, te nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlike ( $Z=1,41$ ;  $p=0,158$ ) (Tablica 15.).

**Tablica 16.** Povezanost korištenja CAD/CAM tehnologije za izradu fiksno protetskih radova i stava o kvaliteti radova (\*  $\chi^2$  test).

trenutni ili bivši korisnici CAD/CAM tehnologije za izradu fiksno protetskih radova	Primjenom digitalne CAD/CAM tehnike dobivaju se radovi				$\chi^2$	p*
	veće kvalitete		jednake ili lošije kvalitete			
	broj tehničara	%	broj tehničara	%		
Ne	11	61,11	7	38,89	0,04	0,842
Da	23	63,89	13	36,11		

Testiranjem nije dokazano da dentalni tehničari koji koriste ili su koristili CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksno protetskih radova češće smatraju da su fiksno protetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom više kvalitete u usporedbi s tradicionalno izrađenim radovima od tehničara koji ne koriste niti su ikad koristili CAD/CAM tehnologiju ( $\chi^2=0,04$ ;  $p=0,842$ ) (Tablica 16.).

Hipoteza H5 se odbacuje kao neistinita.

## **5. RASPRAVA**

CAD/CAM tehnologija dominantna je u dentalnim laboratorijima za izradu fiksnoprotetskih radova u usporedbi s tradicionalnim metodama izrade. Očit je povećan prelazak na korištenje CAD/CAM tehnologije unutar posljednjih pet godina. Većina tehničara koji ne koriste i nisu koristili CAD/CAM tehnologiju istu planiraju uskoro početi koristiti. Nažalost, utvrđena je relativno slaba razina edukacije dentalnih tehničara o korištenju CAD/CAM tehnologije.

Optimističan je pogled dentalnih tehničara na kvalitetu, estetiku i dugotrajnost fiksnoprotetskih radova izrađenih CAD/CAM tehnikom izrade i kvalitetu otiskivanja intraoralnim skenerom. Financijski trošak nabave CAD/CAM uređaja najčešće je navedena mana jer je cijena uređaja i programa za CAD/CAM jako visoka, računala za programe CAD/CAM-a trebaju zadovoljiti visoke tehničke zahtjeve, a često je skupa i potrebna edukacija za njihovo korištenje. Većina tehničara smatra CAD/CAM tehniku rada značajno bržom od konvencionalnih tehnika što povećava efikasnost rada dentalnog laboratorija.

Četiri od pet pretpostavljenih hipoteza prihvaćene su kao istinite, a jedna hipoteza odbačena je kao neistinita. Dentalni tehničari s manje radnog iskustva educirani su o CAD/CAM tehnologiji i više ih koristi CAD/CAM tehnologiju. Tehničari koji rade u privatnom sektoru češće koriste CAD/CAM tehnologiju. Tehničari koji koriste CAD/CAM tehnologiju dodatno su se o njoj educirali, ali nemaju stav da daje kvalitetnije fiksnoprotetske radove ili radove bolje estetike ili veće dugotrajnosti.

Istraživanje provedeno 2015. godine pokazalo je da čak 82% dentalnih tehničara u Ujedinjenom Kraljevstvu i Irskoj koristi CAD/CAM tehnologiju u svom radu i da ju češće koriste u većim laboratorijima (48). Također je pokazano da se 49,6% dentalnih tehničara dodatno educiralo o korištenju CAD/CAM tehnologije. Dentalni tehničari koji nisu koristili CAD/CAM tehnologiju kao glavne su razloge nekorištenja naveli velik financijski izdatak za njenu kupnju i kratak radni vijek opreme. S obzirom na godinu provođenja ovog istraživanja očito da je CAD/CAM tehnologija ranije počela dominirati dentalnim laboratorijima u Ujedinjenom Kraljevstvu i Irskoj nego u Splitsko-dalmatinskoj županiji, a glavni je razlog nekorištenja identičan.

Istraživanje provedeno 2018. godine u Sloveniji pokazalo je da 6,7% dentalnih tehničara koji rade u javnom sektoru i 45,1% tehničara koji rade u privatnom sektoru koristi CAD/CAM tehnologiju (49). Od dentalnih tehničara koji su radili u privatnom sektoru i koristili su CAD/CAM tehnologiju, 66,3% ih je koristilo CAM, a svi su koristili CAD tehniku. Svi dentalni

tehničari koji su radili u javnom sektoru i koristili su CAD/CAM tehnologiju koristili su i CAM i CAD. Veći broj dentalnih laboratorija počeo je koristiti CAD/CAM tehnologiju tijekom tri godine prije provedenog istraživanja, od 2016. do 2018. godine. Očita je sličnost početka masovne uporabe CAD/CAM tehnologije u Sloveniji i Splitsko-dalmatinskoj županiji što se tiče razdoblja i sektora rada.

Istraživanje provedeno u Republici Hrvatskoj 2018. godine na studentima studija dentalne medicine i doktorima i doktoricama dentalne medicine pokazalo je da je 63,2% ispitanika dobilo informaciju o CAD/CAM tehnologiji u sklopu fakultetskog obrazovanja, a samo ih 16,6% smatra da su dovoljno o njoj informirani (50). Značajno je da 93,1% ispitanih smatra da bi o CAD/CAM tehnologiji trebalo više podučavati u sklopu fakultetske nastave. Rezultati istraživanja pokazali su da ispitanici smatraju da je kraće vrijeme izrade nadomjeska važna prednost CAD/CAM tehnologije. Ispitanici su odgovarali da ili koriste ili planiraju koristiti CAD/CAM tehnologiju u velikom postotku od 67,4%. Nesklad između većine koja koristi ili planira koristiti CAD/CAM tehnologiju i manjine koja smatra da su dovoljno informirani o istoj upućuje na potrebu izmjene fakultetskog programa edukacije u vidu dodavanja nastave o digitalnoj tehnologiji i načinu izrade u dentalnoj medicini.

Doktori i doktorice dentalne medicine u istraživanju provedenom 2018. godine u Republici Hrvatskoj odgovorili su da ih 59,5% koristi CAD/CAM tehnologiju u radu, a 97,1% ih smatra da ista ima veliku ulogu u budućnosti dentalne medicine (51). Gotovo svi ispitanici (96,2%) odgovorili su da CAD/CAM tehnologija otvara nove terapijske mogućnosti. Skoro pola ispitanih (48,1%) nije se educiralo o CAD/CAM tehnologiji. Čak 64,9% ispitanih odgovorilo je da njihova edukacija o CAD/CAM tehnologiji nije zadovoljavajuća, što upućuje na potrebu dodatne edukacije. Skoro pola (47,9%) ispitanih odgovorilo je da radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom nemaju nedostataka. Estetiku kao najveći nedostatak smatra 19,3% ispitanih, a rubnu preciznost 7,2%. Većina ispitanika (56,6%) koji nisu koristili CAD/CAM tehnologiju u trenutku ispunjavanja ankete smatrala je da bi ju u budućnosti mogli početi koristiti.

Dominacija CAD/CAM tehnologije pri izradi fiksoprotetskih nadomjestaka, a uskoro i mobilnoprotskih nadomjestaka, još će se povećati. Sukladno bi trebalo izmijeniti kurikule srednjoškolskog obrazovanja dentalnih tehničara i kurikule fakultetskog obrazovanja doktora dentalne medicine u vidu povećanog opsega učenja i praktičnog rada s CAD/CAM

tehnologijom. Tečajevi stručne prakse orijentirani CAD/CAM tehnologiji mogu i trebaju educirati sve zainteresirane.

Istraživanja o korištenju CAD/CAM tehnologije pri izradi mobilnoprortetskih nadomjestaka u Republici Hrvatskoj trenutno nema.

Rezultati ovog istraživanja su korisni i za praćenje promjena u načinu rada dentalnih laboratorija. Izmjenom anketnog upitnika korištenog u ovom istraživanju se može istražiti učestalost upotrebe CAD/CAM tehnologije za izradu mobilnoprortetskih radova.

Očekivano je da oprema i programi za CAD/CAM tehniku rada u budućnosti postanu dostupniji, jeftiniji, brži i precizniji što će rezultirati efikasnijim radom dentalnog laboratorija i kvalitetnijim fiksnoprortetskim radovima. Pacijenti će dobiti kvalitetnije i dugotrajnije fiksnoprortetske radove izrađene u kraćem roku u usporedbi s trenutnom situacijom čime se postiže pozitivan psihološki i ekonomski utjecaj.

Prvo ograničenje ovog istraživanja je teritorijalno obzirom na anketiranje samo u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Drugo ograničenje je relativno mali broj anketiranih tehničara. Uzorak od 54 anketirana tehničara ovom istraživanju daje reprezentativnost, a veći broj anketiranih tehničara bi pružio preciznije i obuhvatnije rezultate. Treće ograničenje je izostavljanje korisnika ordinacijskih CAD/CAM sustava koji također koriste CAD/CAM tehnologiju za proizvodnju fiksnoprortetskih radova.

## **6. ZAKLJUČCI**

Ovim je istraživanjem pokazano sljedeće:

1. Dvije trećine dentalnih tehničara u Splitsko-dalmatinskoj županiji trenutno koristi ili je koristilo CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksno protetskih nadomjestaka, češće u privatnom sektoru i kod tehničara s manje radnog iskustva.
2. Više od pola dentalnih tehničara koji trenutno ne koristi i nisu koristili CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksno protetskih nadomjestaka planira istu uskoro početi koristiti.
3. Dentalni tehničari koji koriste ili su koristili CAD/CAM tehnologiju pretežno koriste obje komponente CAD i CAM.
4. Korištenje CAD/CAM tehnologije imalo je najveći porast broja korisnika tijekom posljednjih 5 godina.
5. Relativno je slaba razina edukacije dentalnih tehničara o korištenju CAD/CAM tehnologije.
6. Dentalni tehničari koji koriste ili su koristili CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksno protetskih nadomjestaka su se više dodatno educirali o istoj od tehničara koji ne koriste CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksno protetskih nadomjestaka.
7. Dentalni tehničari s više godina radnog iskustva imaju manju razinu educiranosti o CAD/CAM tehnologiji tijekom obrazovanja za dentalnog tehničara i suprotno.
8. Stav je dentalnih tehničara o kvaliteti, estetici i dugotrajnosti fiksno protetskih radova izrađenih CAD/CAM tehnikom izrade pozitivan.
9. Stav je dentalnih tehničara o kvaliteti otiskivanja intraoralnim skenerom pozitivan.
10. Većina tehničara smatra CAD/CAM tehniku rada značajno bržom od konvencionalnih tehnika.
11. Financijski je trošak nabave CAD/CAM uređaja najveća mana.

## **7. POPIS CITIRANE LITERATURE**

- 1 Baroudi K, Ibraheem SN. Assessment of chair-side computer-aided design and computer-aided manufacturing restorations: a review of the literature. *J Int Oral Health*. 2015 Apr;7(4):96-104.
- 2 Young JM, Altschuler BR. Laser holography in dentistry. *J Prosthet Dent*. 1977 Aug;38(2):216-25.
- 3 Duret F, Blouin J, Duret B. CAD-CAM in dentistry. *The Journal of the American Dental Association*. 1988 Nov;117(6):715-20.
- 4 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. *Dent Mater J*. 2009 Jan;28(1):44-56.
- 5 Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc*. 2006 Sep;137 Suppl:7S-13S.
- 6 Mangano F, Veronesi G. Digital versus analog procedures for the prosthetic restoration of single implants: a randomized controlled trial with 1 year of follow-up. *BioMed Research International*. 2018 Jul 18;2018:1-20.
- 7 Miyazaki T, Hotta Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. *Aust Dent J*. 2011 Jun;56 Suppl 1:97-106.
- 8 Todorovic A, Lazic V. Computer aided design and manufacturing of dental restorations - "computerized impression" technology. *Stomatol glas Srb*. 2006;53(1):42-53.
- 9 Shim JS, Lee JS, Lee JY, Choi YJ, Shin SW, Ryu JJ. Effect of software version and parameter settings on the marginal and internal adaptation of crowns fabricated with the CAD/CAM system. *J Appl Oral Sci*. 2015 Oct;23(5):515-22.
- 10 Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. *Journal of Healthcare Engineering*. 2017;2017:1-9.
- 11 Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of intraoral scanners: a systematic review of influencing factors. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018 Aug 30;26(3):101-21.
- 12 Arakida T, Kanazawa M, Iwaki M, Suzuki T, Minakuchi S. Evaluating the influence of ambient light on scanning trueness, precision, and time of intra oral scanner. *J Prosthodont Res*. 2018 Jul;62(3):324-9.

- 13 Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, et al. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *Journal of Prosthodontic Research*. 2019 Aug;
- 14 Zimmermann M, Ender A, Mehl A. Local accuracy of actual intraoral scanning systems for single-tooth preparations in vitro. *The Journal of the American Dental Association*. 2019 Dec;
- 15 Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*. 2014 Dec;14(1).
- 16 Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Impl Res*. 2013 Jan;24(1):111-5.
- 17 Demir N, Ozturk AN, Malkoc MA. Evaluation of the marginal fit of full ceramic crowns by the microcomputed tomography (micro-CT) technique. *Eur J Dent*. 2014 Oct;8(4):437-44.
- 18 Kokubo Y, Nagayama Y, Tsumita M, Ohkubo C, Fukushima S, Steyern PV. Clinical marginal and internal gaps of In-Ceram crowns fabricated using the GN-I system. *J Oral Rehabil*. 2005 Oct;32(10):753-8.
- 19 Park, Soomok. "Digitalization of virtual articulator: methods, discrepancy to real articulators, comparing of each methods." (2017).
- 20 Lepidi L, Chen Z, Ravid A, Lan T, Wang HL, Li J. A full-digital technique to mount a maxillary arch scan on a virtual articulator. *J Prosthodont*. 2019 Mar;28(3):335-8.
- 21 Wachtel HC, Curtis DA. Limitations of semiadjustable articulators. Part I: Straight line articulators without setting for immediate side shift. *J Prosthet Dent*. 1987 Oct;58(4):438-42.
- 22 Mage K, Čelić R, Čimić S, Dulčić N. Comparison of parameters for programming adjustable dental articulators by using wax eccentric records and Arcus Digma device. *Acta Stomatol Croat*. 2019 Sep;53(3):213-23.
- 23 Stanley M, Paz AG, Miguel I, Coachman C. Fully digital workflow, integrating dental scan, smile design and CAD-CAM: case report. *BMC Oral Health*. 2018 08 7;18(1):134.
- 24 Sajjad A. Computer-assisted design/computer-assisted manufacturing systems: A revolution in restorative dentistry. *J Indian Prosthodont Soc*. 2016 Jan-Mar;16(1):96-9.

- 25 US4575330A - Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography [Internet]. Google Patents. Google; [citirano 05. siječnja 2020]. Dostupno na: <https://patents.google.com/patent/US4575330>
- 26 Nayar S, Bhuminathan S, Bhat WM. Rapid prototyping and stereolithography in dentistry. *J Pharm Bioallied Sci.* 2015 Apr;7(Suppl 1):S216-9.
- 27 Rodríguez-Panes A, Claver J, Camacho AM. The influence of manufacturing parameters on the mechanical behaviour of PLA and ABS pieces manufactured by FDM: a comparative analysis. *Materials (Basel).* 2018 Aug 1;11(8):E1333.
- 28 US5121329A - Apparatus and method for creating three-dimensional objects [Internet]. Google Patents. Google; [citirano 06. siječnja 2020]. Dostupno na: <https://patents.google.com/patent/US5121329A/en>
- 29 Yap CY, Chua CK, Dong ZL, Liu ZH, Zhang DQ, Loh LE, et al. Review of selective laser melting: Materials and applications. *Applied Physics Reviews.* 2015 Dec;2(4):041101.
- 30 Frye C. Dry milling or wet milling: What's the best direction to take your dental lab? [Internet]. Whip Mix blog. [citirano 07. siječnja 2020]. Dostupno na: <http://info.whipmix.com/dry-milling-or-wet-milling-whats-the-best-direction-to-take-your-lab>
- 31 Blatz MB, Conejo J. The current state of chairside digital dentistry and materials. *Dental Clinics of North America.* 2019 Apr;63(2):175-97.
- 32 Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. *J Am Dent Assoc.* 2006 Sep;137 Suppl:22S-31S.
- 33 Otto T, Schneider D. Long-term clinical results of chairside Cerec CAD/CAM inlays and onlays: a case series. *Int J Prosthodont.* 2008 Jan-Feb;21(1):53-9.
- 34 Zimmer S, Göhlich O, Rüttermann S, Lang H, Raab WH, Barthel CR. Long-term survival of Cerec restorations: a 10-year study. *Operative Dentistry.* 2008 Sep;33(5):484-7.
- 35 Belli R, Petschelt A, Hofner B, Hajtó J, Scherrer S, Lohbauer U. Fracture rates and lifetime estimations of CAD/CAM all-ceramic restorations. *J Dent Res.* 2016 Jan;95(1):67-73.
- 36 Rodrigues SB, Franken P, Celeste RK, Leitune VCB, Collares FM. CAD/CAM or conventional ceramic materials restorations longevity: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthodontic Research.* 2019 Oct;63(4):389-95.

- 37 Abdullah AO, Tsitrou EA, Pollington S. Comparative in vitro evaluation of CAD/CAM vs conventional provisional crowns. *J Appl Oral Sci.* 2016 Jun;24(3):258-63.
- 38 Kollmuss M, Kist S, Goeke JE, Hickel R, Huth KC. Comparison of chairside and laboratory CAD/CAM to conventional produced all-ceramic crowns regarding morphology, occlusion, and aesthetics. *Clin Oral Invest.* 2016 May;20(4):791-7.
- 39 Reich S, Brungsberg B, Teschner H, Frankenberger R. The occlusal precision of laboratory versus CAD/CAM processed all-ceramic crowns. *Am J Dent.* 2010 Feb;23(1):53-6.
- 40 Joda T, Brägger U. Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2015 Dec;26(12):1430-5.
- 41 Barenghi L, Barenghi A, Cadeo C, Di Blasio A. Innovation by computer-aided design/computer-aided manufacturing technology: a look at infection prevention in dental settings. *BioMed Research International.* 2019 Aug 6;2019:1-15.
- 42 Gonçalves FS, Popoff DA, Castro CD, Silva GC, Magalhães CS, Moreira AN. Dimensional stability of elastomeric impression materials: a critical review of the literature. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2011 Dec;19(4):163-6.
- 43 Suese K. Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dent Mater J.* 2020 Jan 30;
- 44 May LG, Kelly JR, Bottino MA, Hill T. Effects of cement thickness and bonding on the failure loads of CAD/CAM ceramic crowns: multi-physics FEA modeling and monotonic testing. *Dent Mater.* 2012 Aug;28(8):e99-109.
- 45 Silva Bpd, Stanley K, Gardee J. Laminate veneers: Preplanning and treatment using digital guided tooth preparation. *J Esthet Restor Dent.* 2020 Mar;32(2):150-60.
- 46 Šturman K. Digitalno planiranje i dijagnostika u fiksnoj protetici [Diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2017 [pristupljeno 03.03.2020.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:127:812597>
- 47 Carev T. Usporedba analognog i digitalnog protokola rada u oralnoj rehabilitaciji [Diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2019 [pristupljeno 03.03.2020.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:127:158396>

48 Blackwell E, Nesbit M, Petridis H. Survey on the use of CAD-CAM technology by UK and Irish dental technicians. Br Dent J. 2017 May;222(9):689-93.

49 Zagoričnik M, Rozman T. Analiza stanja na področju digitalnih tehnologij v zobnih laboratorijih v Sloveniji. Magistarski rad, Založništvo in izdelava - Maribor: ; 2018.

50 Maltar M, Miloš L, Milardović S, Kovačić I, Peršić S, Juroš I, et al. Attitudes of the students from the School of dental medicine in Zagreb towards CAD/CAM. Acta Stomatol Croat. 2018 Dec 15;52(4):322-9.

51 Hrvoj B. Istraživanje zastupljenosti korištenja CAD/CAM tehnologije među doktorima dentalne medicine u Hrvatskoj [Diplomski rad]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2018 [pristupljeno 22.03.2020.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:127:683218>

## **8. SAŽETAK**

**Ciljevi:** istražiti koliko dentalnih tehničara u Splitsko-dalmatinskoj županiji koristi CAD/CAM tehnologiju pri izradi fiksno protetskih radova i kakvi su stavovi tehničara i educiranost o njenom korištenju.

**Materijali i metode:** Ovo presječno istraživanje je temeljeno na anketnom upitniku namijenjenom dentalnim tehničarima koji rade u dentalnim laboratorijima i srednjim školama koje obrazuju dentalne tehničare u Splitsko-dalmatinskoj županiji Republike Hrvatske i provedeno je u razdoblju od 7. siječnja do 16. ožujka 2020. godine. Anketni upitnici su ispunjavani samostalno i anonimno. Podaci su statistički obrađeni računalnim programom IBM SPSS Statistics for Windows verzije 25.0 uz razinu statističke značajnosti ( $\alpha$ ) od 0,05.

**Rezultati:** CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksno protetskih radova koristi ili je koristilo dvije trećine od ispitanih 54 dentalnih tehničara. Većina tehničara (55,56%) koji ne koriste i nisu koristili CAD/CAM tehnologiju istu planira uskoro početi koristiti. Dvije trećine tehničara koji koriste ili su koristili CAD/CAM tehnologiju planira uskoro unaprijediti ili zamijeniti CAD/CAM uređaje. CAD/CAM tehnologiju većina je dentalnih tehničara (61,11%) počela koristiti nakon 2015. godine. Većina tehničara (77,78%) koristi obje komponente CAD/CAM tehnologije. Razina je edukacije o korištenju CAD/CAM tehnologije niska. Stav je tehničara da se kvalitetniji otisak dobije intraoralnim skenerom u odnosu na otisak elastomerom. Fiksno protetske radove izrađene CAD/CAM tehnologijom tehničari smatraju kvalitetnijim od radova izrađenih tradicionalnim tehnikama, a sličnima po estetici i dugotrajnosti. Financijski trošak nabave CAD/CAM uređaja najčešće je navedena mana (75,93%), a većina tehničara smatra CAD/CAM tehniku rada značajno bržom od konvencionalnih tehnika (94,44%). Dentalni tehničari s manje radnog iskustva educiraniji su o CAD/CAM tehnologiji ( $p < 0,001$ ) i više ih ju koristi ( $p = 0,036$ ) od tehničara s više radnog iskustva. Tehničari koji rade u privatnom sektoru češće koriste CAD/CAM tehnologiju nego oni koji rade u javnom ili javnom i privatnom sektoru istovremeno ( $p < 0,001$ ). Tehničari koji koriste CAD/CAM tehnologiju više su se dodatno educirali o istoj ( $p = 0,001$ ), ali nemaju stav da daje kvalitetnije fiksno protetske radove ili radove bolje estetike ili veće dugotrajnosti.

**Zaključci:** CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksno protetskih radova koristilo je ili koristi dvije trećine dentalnih tehničara Splitsko-dalmatinskoj županiji, a velik porast korištenja je od 2015. godine. Optimističan je pogled dentalnih tehničara na kvalitetu, estetiku i dugotrajnost fiksno protetskih radova izrađenih CAD/CAM tehnikom izrade i kvalitetu otiskivanja intraoralnim skenerom. Utvrđena je razina edukacije o korištenju CAD/CAM tehnologije niska.

## **9. SUMMARY**

**Diploma Thesis Title: Dental technicians' attitudes towards CAD/CAM technology usage in fixed prosthodontics in Split-Dalmatia County**

**Objectives:** to investigate how many dental technicians in Split-Dalmatia County use CAD/CAM technology for manufacturing fixed dental prostheses and evaluate the attitude and level of education of the aforementioned.

**Materials and methods:** This cross-sectional research was based on a questionnaire intended for dental technicians working in dental laboratories and high schools educating dental technicians in Split-Dalmatia County of Republic of Croatia and took place from 7<sup>th</sup> January until 16<sup>th</sup> March, 2020. The questionnaire was answered anonymously and single-handedly. The data was statistically analyzed using computer software IBM SPSS Statistics for Windows version 25.0 with significance level ( $\alpha$ ) set to 0,05.

**Results:** CAD/CAM technology for manufacturing fixed dental prosthesis is used or was used by two-thirds of 54 questioned dental technicians. Most technicians (55,56%) who do not use and have not used CAD/CAM technology are planning soon to start using it. Two-thirds of dental technicians who use or were using CAD/CAM technology are planning soon to upgrade or replace CAD/CAM machines. Most dental technicians (61,11%) started to use CAD/CAM technology after 2015. Most dental technicians (77,78%) use both components of CAD/CAM technology. The level of education for using CAD/CAM technology is low. Technicians regard impressions made by intraoral scanner better than elastomeric impressions. Fixed dental prostheses made using CAD/CAM technology are considered to be of higher quality than conventionally made fixed dental prostheses, yet similar regarding esthetics and longevity. The expense of buying CAD/CAM machines is the most frequently remarked flaw (75,93%) and most dental technicians consider CAD/CAM manufacturing significantly faster than conventional techniques (94,44%). Dental technicians with less work experience are more educated ( $p<0,001$ ) about and more frequent users ( $p=0,036$ ) of CAD/CAM technology than technicians with more work experience. Technicians working in the private sector are more frequent users of CAD/CAM technology than technicians working in public or public and private sectors simultaneously ( $p<0,001$ ). Technicians using or who used CAD/CAM technology have more additional education about it ( $p=0,001$ ) but do not regard that it produces fixed dental prosthesis of higher quality, better esthetics or longer longevity.

**Conclusions:** CAD/CAM technology for manufacturing fixed dental prostheses is used or was used by two-thirds of dental technicians in Split-Dalmatia County with a significant increase in

usage from 2015. Technicians have an optimistic attitude towards the quality, esthetics and longevity of fixed dental prostheses made by CAD/CAM technology and the quality of impressions made by intraoral scanner. The level of education for using CAD/CAM technology is low.

## **10. ŽIVOTOPIS**

## OPĆI PODACI:

**Ime i prezime:** Mario Stipić

**Datum rođenja:** [REDACTED]

**Mjesto rođenja:** Split, Republika Hrvatska

**Državljanstvo:** hrvatsko

**Adresa stanovanja:** [REDACTED]

**E-mail:** [REDACTED]

## OBRAZOVANJE

- 2002.-2010. god.-Osnovna škola [REDACTED]
- 2010.-2014. god.- [REDACTED] gimnazija Split
- 2014.-2020. god.-Medicinski fakultet u Splitu, studij Dentalna medicina

## VJEŠTINE I JEZICI

- Engleski jezik
- Njemački jezik

## OSTALE AKTIVNOSTI

- 2017.-2019. [REDACTED]  
[REDACTED]
- dobitnik Rektorove nagrade za izvrsnost [REDACTED]

## **11. PRILOG**

# Stavovi dentalnih tehničara o uporabi CAD/CAM tehnologije u fiksnoj protetici dentalne medicine u Splitsko-dalmatinskoj županiji

Ovaj anketni upitnik je namijenjen za dentalne tehničare registrirane u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Anketom se ustvrđuje stav tehničara o CAD/CAM tehnologiji i korištenje iste u fiksnoj protetici dentalne medicine.

Rezultati ankete će se koristiti za istraživački dio diplomskog rada Marija Stipića, studenta 6. godine dentalne medicine Medicinskog fakulteta u Splitu.

Mentor diplomskog rada je doc. prim. dr. sc. Davor Seifert, dr. med. dent., spec. stomatološke protetike.

Anketa je odobrena od strane Etičkog povjerenstva Medicinskog fakulteta u Splitu.

Ispunjavanjem ovog anketnog upitnika pristajete na sudjelovanje u istraživanju.

Sudjelovanje je dobrovoljno.

Anketa se ispunjava anonimno.

Prikupljanje podataka i zaštita privatnosti provodi se prema Općoj uredbi o zaštiti podataka (GDPR, General Data Protection Regulation 2016/679).

Podaci iz istraživanja mogu biti podijeljeni s Hrvatskom komorom dentalne medicine, Ministarstvom zdravlja, Ministarstvom znanosti i obrazovanja i ustanovama za edukaciju dentalnih tehničara u Republici

Hrvatskoj.

Procjena vremena potrebnog za ispunjavanje ankete je 8 minuta.

Za sve informacije se obratite na email: [mario.stipic@yahoo.com](mailto:mario.stipic@yahoo.com)

\* Required

## 1. Koliko punih godina radnog iskustva imate kao dentalni tehničar? \*

Mark only one oval.

- Manje od 4
- 4-7
- 8-15
- 16-30
- više od 30

## 2. U kojem sektoru radite? \*

Mark only one oval.

- Privatnom
- Javnom
- I javnom i privatnom istovremeno

## 3. Koristite li trenutno CAD/CAM tehnologiju za izradu fiksnoprotetskih radova ili ste ju prije koristili? \*

Mark only one oval.

- Da      *Skip to question 5.*
- Ne      *Skip to question 4.*

**Ne koristi CAD/CAM**

**4. Planirate li uskoro početi raditi s CAD/CAM tehnikom rada? \****Mark only one oval.*

- Da  
 Ne

*Skip to question 8.***Koristi CAD/CAM****5. Planirate li uskoro unaprijediti ili zamijeniti CAD/CAM uređaje koje koristite? \****Mark only one oval.*

- Da  
 Ne

**6. Koje godine ste počeli koristiti CAD/CAM tehniku rada? \****Mark only one oval.*

- Prije 2000. g.  
 između 2000. i 2004. g.  
 između 2005. i 2009. g.  
 između 2010. i 2015. g.  
 nakon 2015. g.

**7. Koje tehnike rada koristite? \****Check all that apply.*

- CAD-oblikovanje s pomoću računala (Computer Aided Design)  
 CAM-proizvodnja s pomoću računala (Computer Aided Manufacturing)

*Skip to question 8.*

"U potpunosti educiran" znači da se smatrate kompetentnima koristiti CAD/CAM tehnologijom pri izradi svih fiksno protetskih nadomjestaka.

**8. Koliko ste educirani o CAD/CAM tehnologiji tijekom obrazovanja za dentalnog tehničara? \****Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Nimalo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti educiran

**9. Jeste li se dodatno educirali o CAD/CAM tehnologiji? \****Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Nimalo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti educiran

**10. Isplativo je ulagati u edukaciju za korištenje CAD/CAM tehnologije \****Mark only one oval.*

1	2	3	4	5		
Uopće se ne slažem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti se slažem

**11. CAD/CAM tehnologija je dosta zastupljena u tečajevima stručne edukacije \****Mark only one oval.*

1	2	3	4	5		
Uopće se ne slažem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti se slažem

**12. Trenutni program obrazovanja dentalnih tehničara uključuje odgovarajuću edukaciju o CAD/CAM tehnologiji \****Mark only one oval.*

1	2	3	4	5		
Uopće se ne slažem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti se slažem

**13. Doktori/doktorice dentalne medicine su dovoljno educirani o CAD/CAM tehnologiji \****Mark only one oval.*

1	2	3	4	5		
Uopće se ne slažem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti se slažem

**14. Kojom tehnikom otiskivanja smatrate da se dobije kvalitetniji otisak u fiksnoj protetici? \****Mark only one oval.*

- intraoralnim skenerom
- konvencionalnim tehnikama elastomerima
- otisci su jednake kvalitete neovisno o korištenoj tehnici

**15. Kojom tehnikom rada smatrate da se dobivaju kvalitetniji fiksno protetski radovi? \****Mark only one oval.*

- digitanim CAD/CAM tehnikama
- tradicionalnim, nedigitalnim tehnikama
- radovi su jednake kvalitete neovisno o korištenoj tehnici

**16. Fiksno protetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom su dugotrajniji od radova izrađenih tradicionalnim tehnikama \****Mark only one oval.*

1	2	3	4	5		
Uopće se ne slažem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	U potpunosti se slažem

**17. Fiksnoprotetski radovi izrađeni CAD/CAM tehnologijom su bolje estetike od radova izrađenih tradicionalnim tehnikama \****Mark only one oval.*

1      2      3      4      5

Uopće se ne slažem                  U potpunosti se slažem**18. Smatrate li da je CAD/CAM tehnika rada: \****Check all that apply.*

- neisplativa investicija
- nedovoljno razvijena tehnologija
- prekomplicirana za svakodnevnu uporabu
- nema širok spektar mogućnosti u protetici dentalne medicine
- značajno brža od konvencionalnih tehnika
- ne pruža dovoljnu individualizaciju protetskog rada

**19. Karakteristike CAD/CAM-a koje očekujem da će se uskoro značajno poboljšati su: \****Check all that apply.*

- snižavanje kupovne cijene CAD/CAM uređaja
- snižavanje cijene edukacije za korištenje CAD/CAM uređaja
- smanjenje vremena potrebnog za dizajniranje nadomjestaka
- smanjenje vremena za strojnu izradu dizajniranih nadomjestaka
- veće prihvaćanje CAD/CAM tehnologije od strane doktora/doktorica dentalne medicine
- duže trajanje opreme kroz programe unaprjeđenja software-a i hardware-a CAD/CAM uređaja
- poboljšanje estetike radova
- povećanje kompatibilnosti različitih sustava CAD/CAM-a