

# Suvremeni postupci estetske rekonstrukcije krune zuba

---

Lic, Mateja

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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:127:398456>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Mateja Lic

**SUVREMENI POSTUPCI ESTETSKE  
REKONSTRUKCIJE KRUNE ZUBA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj 2015.

**Rad je izrađen na Zavodu za dječju i preventivnu stomatologiju  
Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu**

**Voditelj rada: prof.dr.sc. Domagoj Glavina**

Rad sadrži : 49 stranica

22 slika

1 CD

Lektor hrvatskoga jezika: Denis Ostrošić, prof., Grigora Viteza 5, 095/525-8597

Lektor engleskog jezika: Nina Fletko Venus, prof., J. Gotovca 6A, 091/591-2262

Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc. Domagoju Glavini koji mi je pomogao pri izradi ovog rada, te svojoj obitelji na velikoj podršci i razumijevanju tijekom studiranja.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. CILJEVI ESTETSKIH RESTORATIVNIH POSTUPAKA.....	2
1.2. BIOLOŠKI TEMELJI.....	2
1.3. PLAN TERAPIJE.....	3
1.4. ESTETSKI PARAMETRI.....	4
1.5. VAŽNOST SVJETLA U POSTIZANJU ESTETSKIH PARAMETARA.....	5
1.5.1. PERCEPCIJA BOJE.....	5
1.5.2. KONTRASTNI EFEKT.....	7
1.5.3. SEKUNDARNA OPTIČKA SVOJSTVA .....	8
1.5.3.1. Translucencija i opacitet.....	8
1.5.3.2. Opalescencija.....	9
1.5.3.3. Fluorescencija.....	10
1.5.3.4. Površinska tekstura i sjaj.....	10
1.5.4. VANJSKI ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA PERCEPCIJU .....	11
1.5.4.1. Osvjetljenje.....	11
1.5.4.2. Standardni izvori svjetlosti.....	11
1.5.4.3. Metamerizam.....	12
1.6. POSEBNI EFEKTI.....	13
1.7. BOJA ZUBA.....	14

1.7.1. SUSTAVI ZA ODREĐIVANJE BOJE.....	15
1.7.1.1. Munsellova analiza.....	15
1.7.1.2. CIE prostori boje.....	15
1.7.2. TEHNIKE ODREĐIVANJA BOJE.....	16
1.7.2.1. Vizualna metoda određivanja boje.....	16
1.7.2.2. Ključ boja.....	16
1.7.2.3. Instrumentalna metoda određivanja boje.....	18
1.7.2.4. Kolorimetar.....	18
1.7.2.5. Spektroradiometar.....	19
1.7.2.6. Spektrofotometar.....	19
1.7.2.7. Digitalna kamera.....	20
1.8. PROPORCIJE (ZLATNI REZ).....	20
1.9. INDIKACIJE ZA ESTETSKU REKONSTRUKCIJU.....	21
1.10. MATERIJALI ZA ESTETSKU REKONSTRUKCIJU.....	22
1.10.1. Kompozitni materijali.....	22
1.10.2. Nano tehnologija.....	24
1.10.3. Kompozitni cementi.....	25
1.10.4. Keramički materijali.....	26
1.10.4.1. CAD/CAM KERAMIKA.....	28
<b>2. SVRHA RADA.....</b>	<b>30</b>
<b>3. ESTETSKA REKONSTRUKCIJA KRUNE ZUBA.....</b>	<b>31</b>
3.1. KOMPOZITNIM MATERIJALIMA.....	31
3.1.1. Direktna kompozitna nadogradnja na prstu.....	31

3.1.2. Kompozitna nadogradnja pomoću celuloidne kapice.....	32
3.1.3. Rekonstrukcija lijepljenjem fragmenta.....	33
3.1.4. Silikonski ključ.....	34
3.1.5. Kompozitna faseta.....	37
3.2.KERAMIČKIM MATERIJALOM.....	38
3.2.1. Keramičke ljuske.....	38
3.2.2. Keramički inlay i onlay.....	39
<b>4. RASPRAVA.....</b>	<b>41</b>
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>43</b>
<b>6. SAŽETAK.....</b>	<b>44</b>
<b>7. SUMMARY.....</b>	<b>45</b>
<b>8. LITERATURA.....</b>	<b>46</b>
<b>9. ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>49</b>

## 1. UVOD

Obzirom da su usta najprominentniji dio lica, estetika lica i zuba sve je važnija osobito za adolescente, ali i za djecu predškolskog uzrasta. Također i kod odraslih pacijenata postoji uvriježeno mišljenje kako privlačniji ljudi lakše ostvaruju napredak u struci i profesionalnu satisfakciju. Rezultat se manifestira sve većim zahtjevima za estetskim stomatološkim zahvatima u svim dobnim skupinama. Kada se radi o isključivo estetskim zahvatima, važno je shvatiti želje pacijenta i mogućnosti njihova ostvarivanja. U djece i adolescenata estetska komponenta ima značajan utjecaj ne samo na funkciju, nego i na emocionalni i psihički razvoj, komunikaciju s vršnjacima te neverbalnu komunikaciju. Pri tome treba naglasiti da su zadovoljstvo pacijenta i njegov osjećaj za estetiku, koji se razlikuje od osobe do osobe, najvažniji. Estetski zahvati u ustima nemaju svrhu žrtvovati funkciju već ju iskoristiti kao temelj za estetiku.



## **1.1. CILJEVI ESTETSKIH RESTORATIVNIH POSTUPAKA**

Cilj estetskih restorativnih postupaka je korekcija anatomskih, estetskih i funkcijski nepravilnosti zuba. Nepravilnosti u dječjoj dobi mogu, osim estetskih nedostataka i narušavanja samopouzdanja, otežati i razvoj govora te narušiti kvalitetu života, te se zbog toga trebaju na vrijeme sanirati. Terapeut pri izboru tehnika i materijala za rekonstrukciju mora omogućiti postizanje potpuno prirodnog izgleda nadomjestka, bez vidljivog prijelaza i razlike u optičkim svojstvima prirodne strukture i umjetnog materijala. Sve to treba biti na opće zadovoljstvo pacijenta.

## **1.2. BIOLOŠKI TEMELJI**

Oblikovanjem zuba moramo obratiti pozornost na biološka obilježja. Pri tome treba paziti na razlike između mliječnih i trajnih zuba te razlike kod djece i odraslih. Posebno je izražena neonatalna linija kao posljedica promjena koje se događaju u organizmu prilikom rođenja. Možemo ih naći na svim mliječnim zubima. Također perikimate koje predstavljaju vanjske završetke inkrementnih linija, a abrazijom i atricijom brzo nestanu. Karakteristike zuba na koje trebamo obratiti pozornost kod djece su i prominentniji rogovi pulpe, svjetlija boja mliječnih zuba te tanja caklina i dentin. Važno nam je zbog toga, oblikovanjem labijalne plohe, paziti da ona nije ravna i glatka već da ima površinska udubljenja koja lomom svjetlosti daju "živi" izgled zuba. Kod djece i mladih pacijenata imamo karakteristične dentinske jezgre koje uvjetuju i broj uzdužnih brazdina vestibularnoj plohi krune. Dentinske jezgre zovemo mameloni. Što je pacijent stariji, mamelonisu manje uočljivi jer abrazijom prestaju biti izraženi. Zbog toga je kod mladih pacijenata i udaljenost dentinskih

jezgriod incizijskog brida veća nego kod starijih. Tu udaljenost zovemo halo efekt (1).

### **1.3. PLAN TERAPIJE**

Za uspješan stomatološki zahvat na obostrano zadovoljstvo pacijenta i terapeuta najvažnije je postaviti ispravnu dijagnozu i napraviti plan terapije. Kako bi se izbjegle pogreške pri uspostavi dijagnoze, potrebno je uzeti detaljnu anamnezu. Anamnezom se prikupljaju podaci koji mogu pomoći liječniku da donese ispravnu dijagnozu i plan terapije. Ona sadrži opće podatke o pacijentu, razlog dolaska, sadašnje tegobe, dosadašnje bolesti, obiteljsku anamnezu, lijekove koje pacijent uzima ili je uzimao, te alergije i zarazne bolesti. Kod jako male djece roditelji nam daju potrebne informacije. Nakon toga radi se detaljan ekstraoralni i intraoralni pregled. Detaljnim pregledom utvrđuje se zubni status, oralna higijena, promjene koje postoje u usnoj šupljini. Nakon toga potrebno je napraviti rtg analizu pomoću koje saznajemo informacije o stanju korijena, pulpe i okolne kosti te eventualno procese ako postoje. Ovisno o stupnju oštećenja potrebno je napraviti i analizu funkcije i analizu studijskih modela. Na temelju svih parametara donosi se plan terapije. Plan liječenja se predoči pacijentu na njemu razumljiv način, a kod djece obično se plan liječenja predoči roditeljima te ovisno o njihovim željama dalje provodi.

#### 1.4. ESTETSKI PARAMETRI

U cilju postizanja najboljeg estetskog efekta, potrebno je definirati najvažnije činitelje koje treba uzeti u razmatranje prilikom estetske rekonstrukcije jednoga ili više zuba:

1. **Središnja linija** dijeli lice na dva gotovo jednaka dijela i uspoređuje se s položajem središnje linije gornjih i donjih središnjih inciziva
2. **Incizalna duljina** podrazumijeva vidljivost gornjih inciziva u različitim kretanjama usana i promjenjiv je parametar ovisno o dobi, spolu te izgledu gornje usnice (položaj, veličina, debljina usnica)
3. **Gingivni zenit** najviša je točka u području gingive koja okružuje krunu zuba
4. **Položaj i nagib** dužinskih osi gornjih prednjih zuba bitan je estetski parametar koji se bazira na paralelnosti dužinskih osi zuba
5. **Incizalni slobodni** prostori tamna su područja koja se nalaze između incizalnih bridova susjednih zubi, a ovise o obliku zuba, razmaku između zuba, ali i nekim patološkim promjenama kao što su hipodoncija ili abrazija
6. **Oblik zuba** najvažniji je estetski parametar kada govorimo o izgledu zuba, a njegova percepcija ovisi o obliku zubnoga luka i smještaju zuba unutar luka. Oba parametra posljedično uvjetuju izgled usnica i obraza (2). Postoje razlike u obliku zuba sukladno dobi i spolu, ali i karakternih osobina pacijenata.

Prema Lombardiju, zubi određuju dob, spol i osobnost:

1. Središnji sjekutići određuju dob
2. Lateralni sjekutići određuju spol
3. Očnjaci određuju osobnost (3)

7. **Linija osmijeha** gornje i donje usnice estetski je parametar mekih tkiva koji ne podliježe promjenama pri raznim stomatološkim zahvatima te služi kao referentna vrijednost pri oblikovanju osmijeha.
8. **Gradacija i simetrija** osmijeha su dva estetska parametra kod kojih se promatraju zubi i sve okolne strukture u osmijehu. Gradacija je vidljiva u prirodnoj obostranoj progresiji u veličini i obliku zuba, dok se pojam simetrije veže uz skladan raspored lijeve i desne strane osmijeha.
9. **Boja zuba** estetski je parametar koji ponajviše zaokuplja pažnju pacijenata. Boja zuba nije jednoznačna i konstantna veličina nego se veže uz pojam transparencije, fluorescencije i opaciteta, a također se razlikuje od zuba do zuba u zubnom luku.
10. **Proporcija zuba ili omjer širine i duljine** (omjer širine i duljine zuba: središnji incizivi 85%, lateralni 76%, i canini 77%) (2).

## **1.5. VAŽNOST SVJETLA U POSTIZANJU ESTETIKE ZUBA**

### **1.5.1. Percepcija boje**

Svi objekti emitiraju određenu boju. Boja se opaža zbog apsorpcije i refleksije različitih valnih duljina vidljive svjetlosti. Primjerice, crni objekt u potpunosti apsorbira sve valne duljine vidljive svjetlosti, dok ih bijeli objekt u potpunosti reflektira. Žuti objekt apsorbira crvene, zelene, plave, indigo i ljubičaste valne duljine svjetlosti, a reflektira narančastu. Svjetlosni valovi sami po sebi nisu obojeni. Percepcija boje se stvara u ljudskom mozgu, uz pomoć očnih čunjića koji

predstavljaju receptore boje. Boje nastaju iz kvalitativnih razlika u fotoosjetljivosti. Oko i um stvaraju određenu percepciju usporedbom kontrasta. Percepcija boje predstavlja psihofizičku stvarnost boje. Premda neki objekt zrači svjetlost određenog spektra, percepcija se boje kod različitih osoba može značajno razlikovati. Istraživanja tijekom godina pokazuju velike razlike u vizualnom odabiru nijansi s negativnom kliničkom predvidljivošću. Izvor pogrešaka nalazi se u različitim okruženjima u kojima se nijanse odabiru, što značajno utječe na percepciju boje. Veliku važnost treba posvetiti fenomenu binokularne percepcije boje, a predstavlja razliku u percepciji desnog i lijevog oka. Razlika u percepciji oba oka kod nekih osoba vrlo je malena, no ako postoji, potrebno ju je kompenzirati. Kad se dva objekta istog oblika i boje stave jedan pokraj drugoga, mogu se činiti različitima, odnosno jedan se može doimati nešto svjetlijim od drugog. Binokularne razlike u percepciji boja uzrokuju nerazmjer u odabiru nijanse i podudaranju boje. Postavljanje uzorka iz ključa boja na stranu na kojoj se nalazi zub, pomoći će u otklanjanju mogućih pogrešaka i kompenzirati nastali učinak.

Na zubima se starenjem zbivaju dvije osnovne promjene. Prva je da zubi starenjem postaju sve tamniji, što je vjerojatno uzrokovano odlaganjem sekundarnog dentina. Druga je da leće ljudskog oka postaju sve više žućkastosmeđe, pridonoseći tako žuto smeđem tonu promatranih predmeta. Pritom razlikovanje bijele i žute boje postaje iznimno teško. Ovaj proces počinje u 30-im godinama, a primjetnim postaje u 50-im godinama. Nepovoljna vizualna percepcija predstavlja posljedicu sistemskog, lokalnog ili mentalnog zamora. Nesposobnost preciznog razlikovanja nijanse i njezinog stupnja zasićenosti najprimjetnije je u vrijeme zamora, kad se boja može procijeniti izbljedjelo. Dugotrajno promatranje neke nijanse te loše osvjetljenje,

najčešći su uzroci pogrešaka i zamora oka. Bez uporabe kvalitetne svjetlosti i osvjetljenja, boju nije moguće ni zamijeniti ni procijeniti. Ključevi boja, promatrani u različitim uvjetima osvjetljenja, posjeduju potpuno različite tonove, stupanj zasićenosti i svjetlinu (4).

### **1.5.2. Kontrastni efekti**

Fenomen kontrastnog učinka može značajno utjecati na percepciju boje te na sposobnost njezine objektivne procjene. Kako bi se boje koristile što učinkovitije, važno je razumjeti razlike u svjetlini, stupnju zasićenosti i tonu boje objekta i njegove okoline. Postoje četiri skupine kontrastnih efekata: simultani, površinski, prostorni i uzastopni kontrast.

Simultani se kontrast pojavljuje pri simultanom promatranju dvaju objekata. Može se dodatno podijeliti na svijetlo-tamni kontrast i kontrast boje. Vizualna procjena svjetline mora biti potpuno neovisna, s obzirom na to da na relativnu svjetlinu objekta može utjecati sjaj kontrastne podloge ili okoline. Na primjer, ako je okolna pozadina tamna, objekt se doima svjetlijim; u suprotnom, kad je okolna podloga svijetla, objekt se čini tamnijim. Pri kombiniranju kromatskih boja, određena je nijansa sličnija komplementarnoj boji nego boji podloge. Kontrast nijanse je fenomen koji se koristi kao pomoćno sredstvo pri točnijem određivanju boja, postupkom pripremanja oka za promatranje nijansa. Kontrast stupnja zasićenosti je fenomen koji se oslanja na učinke stvorene svijetlo-tamnim kontrastom, poput nijanse. Objekt na sivoj podlozi čini se svjetlijim ako podloga posjeduje nizak stupanj zasićenosti. Objekt na podlozi iste nijanse čini se tamnijim ako podloga posjeduje povišen stupanj zasićenosti te blagi plavkasti ton. Vizualna percepcija

također je ovisna o veličini objekta. Optička je iluzija prisutna čak i kad objekt reflektira istu valnu duljinu svjetlosti u vidljivom spektru. Prostorni se kontrast također može poistovjetiti sa sjajem i veličinom. Uvučeniji objekt izgledat će manji i ne tako svijetao; objekt bliži promatraču doimat će se većim i svjetlijim. Ovaj fenomen je vidljiv kod rotiranih ili preklopljenih zubi. Retrudirani se zubi često čine tamnijima i teško dostupnima čišćenju. Stražnji se zubi također doimaju tamnijima jer su postavljeni u dubljim dijelovima usne šupljine. Sjene usnica dodatno pojačavaju tamniji dojam. Uzastopni kontrast predstavlja fenomen koji se pojavljuje pri promatranju jedne boje neposredno nakon promatranja druge boje. Vizualno iskustvo, to jest slika koja preostaje nakon promatranja objekta, primjer je uzastopnog kontrasta jer ona postoji i nakon prestanka promatranja kontrasta. Slike koje ostaju nakon promatranja dijele se na pozitivne i negativne. Pozitivne slike posjeduju istu boju kao i originalna percepcija; negativne slike posjeduju nasuprotnu komplementarnu boju originalne percepcije. Pozitivne slike pojavljuju se kod kratkog vizualnog djelovanja, a negativne nakon dugotrajnog vizualnog kontakta s objektom (4).

### **1.5.3. SEKUNDARNA OPTIČKA SVOJSTVA KOJA UTJEČU NA PERCEPCIJU BOJA**

#### **1.5.3.1. Translucencija i opacitet**

Translucencija i opacitet izuzetno su kompleksni parametri, kako za njihovo objašnjavanje, tako i za njihovo određivanje. Opacitet ili neprozračnost, predstavlja fenomen u kojem se većina svjetlosnih zraka reflektira ili apsorbira zbog prisutnosti

gustog, neprozračnog dijela unutar objekta. Translucencija postoji kad se zrake propuštaju i reflektiraju zbog prisutnosti nekih manjih dijelova unutar objekta. Prema definiciji translucencije, zrake kraćih valnih duljina (zrake plave svjetlosti) reflektiraju se od površine objekta, u ovom slučaju zuba, i od tuda se javlja površinski sjaj i vitalan izgled zuba, poznatiji kao opalescencija (5). Translucencija je zapravo jedno od najvažnijih svojstava u estetskoj restaurativnoj dentalnoj medicini i treba obratiti posebnu pozornost na postizanje translucencije zuba pri nadogradnji njegovih pojedinih izgubljenih dijelova. Izgled zuba ovisi prvenstveno o odnosu zraka svjetlosti različitih valnih duljina s dentinom i caklinom. Neprozračan dentin, koji posjeduje osobine kontrasta i osvijetljenosti, ima tendenciju da utječe na sivu boju zuba. Ukoliko je caklina tanka a dentin veoma taman, kao što je slučaj u cervikalnoj regiji, onda nijansa boje dentina dominira pri percepciji boje zuba. Ukoliko je caklina deblja, to zub ima svjetliju boju (6).

### **1.5.3.2. Opalescencija**

Opalescencija prirodnih zuba je efekt na koji utječe caklina, a javlja se zbog različitog prelamanja svjetlosti različitih organskih i anorganskih komponenti cakline, kao i zbog sposobnosti kristala hidroksi-apatita da reflektiraju svjetlost. Rezultat toga je da se svjetlost dužih valnih duljina propušta kroz zub, dok se kraće reflektiraju i proizvode plavičasti odsjaj. Opalescencija je vidljiva u incizalnoj trećini zuba u kojoj ima malo dentina, pri čemu incizalna trećina ima plavičasti „halo“



učinak. Kako se više primičemo srednjoj i cervikalnoj trećini, povećava se debljina dentina, što dovodi do refleksije svjetlosti kraćih valnih duljina te zub zbog toga izgleda sivkasto-bjelkasto (6). Zbog svojstva opalescencije vrlo je teško napraviti kompozitni ispun te treba biti jako vješt u kombiniranju boja.

### **1.5.3.3. Fluorescencija**

Fluorescencija je posljedica apsorpcije zraka nevidljivog dijela spektra i njihove spontane remisije u zrake vidljivog dijela spektra (6). Fluorescencija je jača u dentinu nego u caklini zbog većeg sadržaja organske tvari. Povećanjem fluorescencije povećava se svjetlina, a zasićenost boje smanjuje.

### **1.5.3.4. Površinska tekstura i sjaj**

Površinska tekstura i sjaj najviše utječu na oponašanje prirodnog izgleda zuba. Tekstura je odgovorna za refleksiju boje. Na hrapavim površinama refleksija je difuzna, dok kod glatkih dominira zrcalna refleksija. Različita refleksija boje te tekstura materijala koja je uzrokuje dovodi do promjena u percepciji boje. Sjajne glatke površine doimaju se tamnijima. Veliku važnost u izgledu gotovog protetskog rada čini završno poliranje površine nadomjestka (4).

## **1.5.4. VANJSKI ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA PERCEPCIJU BOJA**

### **1.5.4.1. Osvjetljenje**

U stomatološkoj praksi izuzetno je bitno osvjetljenje jer ono doprinosi dobroj percepciji i interpretaciji boje. Svjetlost se procjenjuje prema intenzitetu i kakvoći. Za percepciju svjetlosti ključnu ulogu igra kakvoća svjetlosti. Svaki izvor svjetlosti ima točno definiranu krivulju spektralne energije zračenja. Optimalni izvor svjetlosti je dnevno svjetlo s jednakim omjerom svih valnih duljina. Valja napomenuti da se energija zračenja tijekom dana mijenja te je na početku dana drugačija nego na kraju dana. Energija zračenja ovisi i o promjeni klimatskih uvjeta u prirodi te o godišnjem dobu. U stomatološkim ordinacijama se koriste različiti izvori svjetlosti različitih proizvođača kao što su: volframove žarulje, fluorescentne lampe te visokotlačne ksenonske cijevi (7).

### **1.5.4.2. Standardni izvori svjetlosti**

Međunarodna udruga za istraživanje svjetlosti (CIE) izvor svjetlosti dijeli prema spektralnim energijama zračenja. Izvori svjetlosti se dijele na standardne izvore: A, B, C, D, E i F. Standardni izvor A predstavlja izvor s volframovom niti koji je žućkastocrven. Standardni izvor B simulira direktnu sunčevu svjetlost, dok standardni izvor C predstavlja indirektnu sunčevu svjetlost. Standardni izvor D stimulira različite vrste dnevne svjetlosti. U stomatologiji se preporučuje standardni izvor D s temperaturom od 5500K. CIE standardni izvor E predstavlja izvor svjetla koji na svim valnim duljinama zrači jednaku količinu energije dok izvor F predstavlja fluorescentnu svjetlost koja nije povoljna za procjenu boje (8).

### 1.5.4.3. Metamerizam

Metamerizam je pojava kada dvije boje ostvaruju jednake stimulanse u određenim uvjetima, no kad su ti uvjeti promijenjeni, primaju različite stimulanse. Svaka svjetlost koja dopire do određenog objekta apsorbira se ili reflektira te zbog toga percipirana boja ovisi o spektralnom sastavu svjetlosti koja se reflektira o površinu objekta. Metamerizam predstavlja problem zbog različitih izvora svjetlosti kojima smo okruženi te se može smanjiti ako se koriste standardni izvori svjetlosti pri određivanju boje zuba. Najbolji primjer metamerizma su dva objekta koja oba reflektiraju zelenu svjetlost na jednak način, dok plavu svjetlost jedan apsorbira, a drugi reflektira. Kad se oba objekta stave pod umjetni izvor svjetlosti, izgledat će približno jednake boje. Razlog tome je što svjetlost koja obasjava objekte ne sadrži valne duljine plavog spektra te ti objekti zbog toga neće izgledati različito. Međutim, kada bi se ova dva objekta promatrala na dnevnoj svjetlosti, u podne, objekt koji je plav reflektirao bi plavo, a zeleni objekt ostao bi zelen jer dnevno svjetlo sadrži sve valne duljine. Osim metamerizma izazvanog različitim izvorima svjetlosti, ona može nastati kao posljedica metamerizma izazvanog promatračem, zbog individualnih razlika u percepciji ili promatranjem geometrije promatranja uzroka (9).

## 1.6. POSEBNI EFEKTI

Iluzija se odnosi na sposobnost kako učiniti izgled zuba širim ili užim, dužim ili kraćim. Ova manipulacija svjetlom koristi se u estetskoj stomatologiji kako bi se stvorila idealna dentacija: simuliranje sjene slojevitim nanošenjem, stvaranjem prikladnih sjena razmještanjem zuba te oblikovanjem ili mjenjanjem kontura zuba (3).

Oblikovanje ili mijenjanje kontura zuba (osnovni principi)

1. Vertikalne linije naglašavaju visinu
2. Horizontalne linije naglašavaju širinu
3. Sjene dodaju dubinu
4. Zaobljene linije i površine su mekše i percipiraju se kao ženstvenije (3)

Slojevito nanošenje

Slojevito nanošenje posljednja je prilika za poboljšanje originalne nijanse, kako bi se korigirala ili poboljšala restoracija. Dva su temeljna aspekta boje koji se mogu koristiti kako bi se kreirala ili pojačala iluzija:

1. Povećavajući bjelinu boje, područje na koje je nanescna činit će se bliže
2. Smanjujući bjelinu (povećavanje sivila), područje na koje je nanescno činit će se manje prominentno i udaljenije (3)

## 1.7. BOJA ZUBA

Kako bi se postigao krajnji rezultat i estetski izgled zuba, boja zuba također igra vrlo važnu ulogu.. Iako se neiskusnom oku svi zubi čine bijelima, stomatologu, koji mora boju restorativnog materijala prilagoditi boji prirodnih zuba, predstavlja pravi izazov zbog suptilnih razlika i širokog ključa boja. Tri su dimenzije boje: osnovna boja (nijansa) (eng. *hue*), svjetlina (eng. *value*) i zasićenost (eng. *chroma*) (3). Nijansa je ona kvaliteta koja razlikuje jednu boju od druge, primjerice crvenu od žute, plave ili ljubičaste. Svjetlina predstavlja relativnu sjajnost ili tamnoću nijanse, odnosno tona boje, npr. svjetlija ili tamnija nijansa. Zasićenost predstavlja intenzitet ili stupanj zasićenosti tonom boje (2). Zasićenost i svjetlina su u obrnuto proporcionalnom odnosu. Veći brojevi na ključu boja označavaju veću zasićenost, a manje vrijednosti veću svjetlinu. Ako boju određujemo klinički, najbolje ju je određivati na samom početku posjeta, prije ikakvih intervencija, jer se njima mogu isušiti zubi što može utjecati na boju. Istovremeno dolazi do zamora oka kliničara (10). Boje se mogu analizirati, a razlike u boji između objekata mogu se specificirati. Opažanje i analiziranje boja vještina je koja se može naučiti i može se popraviti s praksom.

## **1.7.1. SUSTAVI ZA ODREĐIVANJE BOJE**

### **1.7.1.1. MUNSELLOV SUSTAV BOJA**

Munsellov se sustav sastoji od tri nezavisne dimenzije koje predstavljaju sferu s ekvatorom oko kojeg kruži paleta boja. Os sfere je skala neutralnih sivih vrijednosti s bijelom bojom koja predstavlja sjeverni pol dok crna boja predstavlja južni pol. Šireći se horizontalno od osi na svakoj je sivoj vrijednosti gradacija progresiva boje od neutralne sive prema potpunoj zasićenosti boje. S ova tri definirajuća aspekta bilo koja od tisuću boja može se u potpunosti opisati. Munsell je ta tri aspekta, odnosno kvalitete, podijelio na nijansu, svjetlinu i zasićenost (11).

### **1.7.1.2. CIE SUSTAV BOJA**

CIE (*commission International de l' Eclairage*) – organizacija je koja se bavi istraživanjem svjetla. Osnovu joj čini Maxwellov trokut boja. Prema Maxwellovoj teoriji sve boje su mješavina crvene, zelene i plave. Tri osnovne boje postavljene su na vrhove istostraničnog trokuta dok bilo koja mješavina trokuta leži na sredini pravca koji povezuje boje od kojih je mješavina nastala. Boja se radi lakše ilustracije i vizualizacije opisuje trodimenzionalnim koordinatnim sustavom prema  $L^*a^*b$  ili  $L^*C^*h$  prostora boja.

$L^*a^*b$  koordinatni sustav

L označava svjetlinu i počinje od 0 (crno) do 100 (bijelo), smještena je na y-osi.

Vrijednost a, na x-osi, označava smjer od crvene (+a) do zelene (-a). Vrijednost b, na z-osi, označava smjer od žute (+b) do plave (-b). Centar je bezbojan.

$L^*a^*b$  su koordinativne mjere i zato se mogu izračunati brojčane razlike između dviju točaka boje, razlika se izražava parametrom  $E$ . Smatra se da ljudsko oko može prepoznati razliku u boji  $E \geq 2$  (10).

$L^*C^*h$  prostor boja koristi isti dijagram kao  $L^*a^*b$  sustav ali koristi cilindrične koordinate umjesto pravokutnih.  $L$  je isti kao u  $L^*a^*b$  prostoru boja.  $C$  (*eng. chroma*) predstavlja razliku između boje i sivog tona iste svjetline mjereno kao odstupanje od neutralne osi. Vrijednost  $C$  je 0 u sredini i povećava se prema udaljenosti od centra. Vrijednost  $h$  je nijansa ili ton tj. boja. Kut tona je definiran početno na  $+a$  (crveno),  $90^\circ +b$  (žuta),  $180^\circ -a$  (zelena),  $270^\circ -b$  (plava) (10).

## **1.7.2. TEHNIKE ODREĐIVANJA BOJE**

### **1.7.2.1. Vizualna metoda određivanja boje**

Vizualna metoda određivanja boje temelji se na uspoređivanju boje materijala (kompozit, keramika, GIC) s nekim fizičkim standardom koji je već unaprijed određen kao referentan. U dentalnoj medicini se u tu svrhu koriste ključevi boja, pomoću kojih se i danas najčešće određuje boja zuba. Nedostaci ove metode u određivanju boje zuba su njihova polikromatska priroda, subjektivnost promatrača te ograničenja ključeva boja. Ova metoda se još uvijek najčešće koristi (10). Zbog sve više različitih dentalnih materijala, zahtjevi pacijenata su sve veći pa je tako i određivanje boje sve složenije.

### **1.7.2.2. Ključ boja**

Ključevi boja se koriste kod vizualne metode određivanja boje. Neutralno okruženje, postizanje dostatne količine i kvalitete osvjetljenja te izostanak zamora oka, važni su preduvjeti za pravilno određivanje nijanse.

Miller opisuje kako u proizvodnji konvencionalnih ključeva boja dolazi do pogrešaka u proizvodnji koje onda mogu utjecati na pogreške pri određivanju nijanse nadomjeska. Najčešće upotrebljavani i najpopularniji ključevi boja danas su Vitapan Classical, Ivoclar, Chromoscop i Vitapan ED Shade Master. Kod Vitapan Classical ključa boja nijanse su podijeljene prema skupinama i označene su slovima:

A – narančasta, B – žuta, C – žućkastosiva, D – narančastosiva (smeđa)

Vitapan Classical i Ivoclar Chromoscop System razlikuju stupnjeve zasićenosti i označavaju ih brojevima. Vitapan Classical: 1 do 4. 1 predstavlja najniži, a 4 najviši stupanjzasićenosti (5).

Chromoscop: 10 do 40 – 10 predstavlja najniži stupanj, a 40 najviši stupanj vrijednosti (5).

Vitapan 3D ShadeMaster jedinstveni je ključ boja koji se u imenovanju nijanse ne služi konvencionalnim obilježavanjem slovima ili brojkama. Zasniva se na pionirskom radu Millera i kasnijem radu Mc-Larena koji je razrađivao ovu problematiku detaljnije u svojem radu. Ključevi boja temeljeni na određivanju svjetline precizniji su u smislu određivanja nijanse, jer naše oči osjetljivije su na promjene svjetlosti i tame te zasićenost. To se posebno odnosi na svjetlije nijanse koje su sve zastupljenije u modernoj dentalnoj medicini. Svjetlije nijanse posjeduju malu zasićenost tonom boje, a ton boje nije dovoljno jasan te predstavlja važan čimbenik u postupku odabira nijanse. Odabir boje kod konvencionalnih sustava prepušten je subjektivnom znanju i vještini svakog stomatologa te u takvom slučaju postoje velika odstupanja. S obzirom na veliki broj kliničkih nedostataka konvencionalnog određivanja nijanse, znanost se u današnje vrijeme okrenula razvoju pouzdanijih metoda (5).



### **1.7.2.3. Instrumentalne metode određivanja boje**

Instrumentalnom metodom određivanja boje eliminira se subjektivnost te se ona smatra znatno pouzdanijom metodom (10). Prednosti ovakvog određivanja boje nad konvencionalnim načinom su višestruke: objektivniji je, ne ovisi o liječniku ili zubnom tehničaru, kvalitetniji je, slikanje zuba je kratkotrajno, ne dolazi do dehidracije zuba, moguća je provjera nijanse u laboratoriju te nije pod utjecajem okoline i svjetla. Nedostaci ovakvog načina određivanja boje nad konvencionalnim načinom su: znatno viša cijena, tumačenje dobivenih rezultata je subjektivno, ovisi o iskustvu, znanju i vještini tehničara, a neki aparati nisu lako prenosivi.

### **1.7.2.4. Kolorimetar**

Kolorimetar je instrument koji mjeri tri-stimulusne vrijednosti boja te je podešen prema krivulji standardnog promatrača. Mjerenje boja temelji se na uspoređivanju boje koja se ispituje s bojom u kolorimetru koja nastaje miješanjem osnovnih boja aditivne sinteze. Većina kolorimetara prikazuje boju u jednom od prostora boja. Prednost kolorimetra je što omogućava izračunavanje razlike boja na temelju razlike u svjetlini, nijansi i zasićenosti. Glavni nedostatak je što su ograničeni na standardnog promatrača i na jedan standardni izvor svjetla pa ne mogu provjeriti poklapaju li se međusobno dva različita uzorka (10).

#### **1.7.2.5. Spektroradiometar**

Spektroradiometri su uređaji koji se koriste za mjerenje radiometrijskih parametara: iradijacije ili radijacije. Radiometrijska se energija mjeri u intervalima od 5, 10 ili 20 nm kod vidljivog dijela spektra. U praksi se koristi i telespektroradiometar za reprodukciju boje, a sastoji se od teleskopa, monokromatora i fotoreceptora. Ovaj uređaj omogućuje mjerenje boje bez kontakta, a boje se mjere pod jednakim uvjetima kao da su gledane ljudskim okom. Nedostatak uređaja je što male promjene položaja mogu dovesti do pogrešaka u očitavanju (12).

#### **1.7.2.6. Spektrofotometar**

Spektrofotometar je uređaj koji mjeri promjene u refleksiji, transmisiji ili zračenju duž valnih duljina vidljivog dijela spektra. Mjerenjem se dobiva spektrofotometrijska krivulja koja predstavlja rezultat mjerenja refleksije ili transmisije u pojedinim valnim duljinama. Rad uređaja temelji se na rastavljanju bijele svjetlosti na pojedinačne valne duljine uz pomoć monokromatora. Kao monokromator služi optička rešetka ili prizma. Pojedinim valnim duljinama izdvojenim monokromatorom osvjetljava se ispitivani uzorak boje i bijeli standard. Postupak se redom provodi s monokromatskim svjetlima duž čitavog dijela spektra. Svjetlost koja se reflektira dolazi do fotoćelije koja je pretvara u električne impulse. Impulsi se zatim preračunavaju tako da se na skali može očitati faktor refleksije i transmisije pri određenoj valnoj duljini. Svi suvremeni spektrofotometri sadrže informacije o CIE standardnom promatraču, krivuljama spektralne emisije za mnoge

standardne izvore svjetla. Podaci dobiveni mjerenjem prevode se na jezik razumljiv svakom praktičaru pomoću softvera koji je ugrađen u uređaj (13,14).

#### **1.7.2.7. Digitalna kamera**

Digitalne fotografije sve se više koriste u dentalnoj medicini. Digitalne kamere stvaraju slike uz pomoć CCD (Color Capture Device) koji se sastoje od velikog broja fotodioda – sićušnih elemenata osjetljivih na svjetlost. Digitalna fotografija predstavlja sredstvo prijenosa informacija o boji zuba u zubotehničkom laboratoriju. Kakvoća same fotografije ovisi o različitim činiteljima, između ostalog o kakvoći osvjetljenja te vještini fotografa. Problem predstavlja i subjektivnost interpretacije same slike. U novije vrijeme razvijaju se posebni softveri za analizu boje zuba i usporedbe sa standardima, kao na primjer ClearMatch (14).

#### **1.8. PROPORCIJE (ZLATNI REZ)**

Zakon prirode pod nazivom „božanska proporcija“ poznat je ljudskom rodu već stoljećima, od trenutaka kada se povijest počela bilježiti. Ime mu je dao Pacioli, mentor Leonarda DaVincija, a jedinstvene proporcije ovog fenomena čine se tako mističnim da zbunjuju maštu i izmiču razumijevanju. Odnos proporcija je 1.0 prema 1.618. Ovaj odnos prisutan je svuda u prirodi, povezuje geometriju i matematiku pa se stoga naziva i „sveta geometrija“, „čarobni brojevi“ i „zlatni rez“. Možemo ga pronaći u umjetnosti, arhitekturi i anatomiji. Dijelovi organizirani unutar ove proporcije prikazuju maksimalnu ljepotu i najveću efikasnost funkcije.

U zubnom nizu, donji središnji sjekutić (najmanji zub u ustima) može se koristiti kao početna točka. Zanimljivo je da gornji središnji sjekutić ima proporciju prema donjem središnjem sjekutiću, odnosno njegova širina je točno 1.618 puta veća od donjeg središnjeg sjekutića, i ukupna širina oba donja centralna sjekutića u proporciji je prema gornjim sjekutićima. Dakle, ako je širina lateralnog sjekutića 1.0, središnji sjekutić je širi 1.618 puta, a očnjak 0.618 puta uži. Pravilo zlatnog reza služi kao pomoć i orijentacija prilikom određivanja širine zuba, ali također potrebno je uzeti u obzir visinu i okolinu zuba, kako bi se postigao najbolji estetski efekt (3).

## **1.9. INDIKACIJE ZA ESTETSKU REKONSTRUKCIJU:**

### 1. Kongenitalni estetski nedostaci:

- Diskoloracije
- Hipoplazija
- Anomalije oblika
- Dijasteme

### 2. Stečeni estetski nedostaci:

- Abrazijske, abfakcijske i erozivne lezije
- Karijes
- Diskoloracije (traumatiziranih, avitalnih zubi)
- Traume (15)

## 1.10. MATERIJALI ZA ESTETSKU REKONSTRUKCIJU

### 1.10.1. Kompozitni materijali

Kompozitni materijal se definira kao kombinacija dvaju i više kemijski različitih materijala s jasnim graničnim slojem između komponenti i svojstvima boljim od pojedinačnih komponenti (16). Sastoji se od tri glavna dijela :

- organske polimerne matrice
- raspršene anorganske faze
- graničnog spojnog međusloja

**Organska polimerna matrica** je oligomer. Najčešće rabljeni oligomeri su Bis GMA(bisfenol-A-glicidil metakrilat), UDMA (uretani dimetakrilat) (16,17).

Nedostaci Bis-GMA su polimerizacijska kontrakcija, stabilnosti boje i visoka viskoznost (16). Za smanjivanje viskoznosti koriste se niskomolekulski monomeri kao što su TEGDMA (trietilenglikol dimetakrilat) i EDMA (etilenglikol metakrilat). Osim što smanjuju viskoznost povećavaju umreženje monomera te konačnu čvrstoću. UDMA se također često koristi kao organska komponenta u kompozitnim materijalima. Do sada nema ni znanstvenih ni kliničkih potvrda da su kompoziti temeljeni na Bis-GMA bolji od onih temeljenih na UDMA ili obrnuto (16,17,19).

**Anorganska raspršena faza** ili punilo obuhvaća različite čestice isključivo organskog podrijetla, kao što su kristalinični kvarc, pirogeni silicijev dioksid, borosilikatno staklo, alumosilikati barija, stroncija, litija, cirkonija i kositra (17). Ove čestice su odgovorne za fizičko-mehanička svojstva (16,17). Što je viši udio punila, to su bolja mehanička svojstva kompozitnog materijala. Što je manji promjer čestica, to će biti lakše ispolirati ispun.

**Svezujuće sredstvo** osigurava trajnu svezu punila s organskom polimernom matricom. Sveza se postiže uporabom organosilana, a postupak je silanizacija. Svezivanje može biti kemijsko i mehaničko. Kemijsko se odvija preko vodikovih i kovalentnih veza, a mehaničko svezivanje prožimanjem organske i anorganske faze stvaranjem porozne strukture uz ulaz monomera (17,19).

Ostale komponente su:

- inicijatori polimerizacije (kamforkinon)
- inhibitori polimerizacije (monometileter, hidrokinon)
- apsorberi UV-zraka (2-hidroksi-4-metoksi-benzofen) (16)

**Suvremene kompozitne materijale dijelimo:**

- kompoziti s makropunilom
- kompoziti s mikropunilom
- hibridni kompoziti (16)

**Makropunila** su iregularne čestice stakla i kvarca veličine od 20 do 50 mikrona (16). Čine 70-80% težinskog udjela punila (16). Karakterizira ih dobra tvrdoća materijala i općenito dobra mehanička svojstva, ali im je nedostatak što se ne daju kvalitetno obraditi i polirati. Njima se ne može postići odgovarajući estetski izgled, pa se ova skupina koristi za rekonstrukciju frakture prednjih zuba (18).

**Mikropunilo** je najvećim dijelom pirogeni silicijev dioksid čestica promjera od 0,02 do 0,04 mikrona (16). Pružaju dobru mogućnost obrade i poliranja što osigurava dobru estetiku. Zbog malog udjela anorganskog punila (do 38% težinskog udjela) imaju slaba mehanička svojstva te se zbog toga ne primjenjuju u područjima sa visokim žvačnim stresom (16). U svrhu povećanja udjela anorganskog punila koriste se prepolimerizirane čestice silicijevog dioksida čime se postiže zasićenje smole do

60% težinskog udjela punila. Slaba točka ovih materijala je sveza između prepolimeriziranih čestica i organske matrice (16).

**Hibridni kompoziti** sadrže anorganske čestice veličine 0,04 do 5 mikrona u količini do 70% volumena. Postoje tip 1 i tip 2 hibridnih kompozita (16).

Tip 1 sadrži pirogeni silicijev dioksid kao punilo u količini do 15% težinskog udjela i mikrofino staklo (barij- stroncij ili cirkonij dioksid) do 80% težinskog udjela ili fine čestice kvarca do 60% udjela.

Tip 2 sadrži pirogeni silicijev dioksid do 40% ili itrijev i iterbijev trifluorid do 40% težinskog udjela bez finih čestica stakla (19).

Razvijeni su u svrhu poboljšanja mehaničkih i estetskih svojstava kompozitnih materijala. Velike su tvrdoće i čvrstoće, daju se dobro polirati, nisu sklone diskoloraciji, te mogu zadovoljiti visoke estetske kriterije. Stoga su trenutno prvi izbor u rekonstrukciji frontalnih zuba.

### **1.10.2. NANO TEHNOLOGIJA**

Nanotehnologija se bavi fizičkim, kemijskim i biološkim značajkama određenih struktura i njihovih komponenata na dimenzijama nanoskale. Nanokompoziti su jedan od najvećih doprinosa restorativnoj i estetskoj stomatologiji. Veličina čestica punila kod ovih kompozita je manja  $\leq 100$  nm. Prednosti nanokompozita u odnosu na mikropunila i hibridne smole:

- veća tvrdoća i čvrstoća
- bolja optička i estetska svojstva
- visok sjaj i dugotrajno zadržavanje sjaja nakon poliranja
- lako rukovanje i obrada

- smanjeno polimerizacijsko skupljanje materijala
- bolja veza sa zubnim tkivom

Razvoj nanoindustrije omogućit će gotovo savršeno oralno zdravlje korištenjem nanomaterijala i biotehnologija uključujući tkivno inženjerstvo i nanorobote. Prilike za nove tretmane u stomatologiji uključuju renaturalizacija zuba, terapiju hipersenzitivnosti, potpuno poravnanje zuba jednim posjetom ortodontu, konstantno održavanje oralnog zdravlja pomoću nanotehnologije koja uništava bakterije koje uzrokuju karijes pa čak i pomaže u remineralizaciji početne karijesne lezije (20).

### **1.10.3. KOMPOZITNI CEMENTI**

Gotovo su identični kao i restorativni kompoziti od kojih se razlikuju po manjoj količini punila i posljedično nižoj viskoznosti. Kompozitne smole su netopljive. Njihova visoka vlačna čvrstoća omogućava čvrstu mikromehaničku svezu s jetkanom površinom cakline, dok s dentinom ostvaruju nešto slabiju vezu u usporedbi s caklinom. Kompozitne smole uz mikromehaničku ostvaruju i adhezivnu svezu između adheziva i adherenta. Nekoliko je mehanizama kojima se ostvaruju takve sveze:

- penetracija adheziva u dentinske tubuluse
- lijepljenje s precipitatima kemijski pripremljenog dentina
- molekularna sveza na anorganskoj razini
- molekularna sveza na organskoj razini
- stvaranje smolom impregniranog sloja dentina.

Vrijedna karakteristika kompozitnih smola je mogućnost odabira boje. Tako je moguće izabrati između prozirnog, bijelog ili nekog od ljepila iz spektra osnovnih ili



opaknih boja koje nude proizvođači, u skladu s podlogom i nadomjestkom. Problemi vezani uz uporabu kompozitnih smola za lijepljenje fiksnoprotetskih konstrukcija uključuju: veliku debljinu cementnog sloja, rubno propuštanje uslijed kontrakcije prilikom polimerizacije i oštećenja pulpe koja nisu nužno uzrokovana kemijskom toksičnošću ljepila, već prije bakterijskom infiltracijom kao posljedicom rubnog propuštanja. Mehanizmi polimerizacije kompozitnih smola:

- Autopolimerizacija-miješanje baze i katalizatora neovisno o postojanju izvora polimerizacijskog svjetla
- Fotopolimerizacija (svjetlosna polimerizacija) - polimerizira se pod utjecajem izvora polimerizacijskog svjetla
- Dvostruka polimerizacija (eng. „dual cure“) – inicijalna polimerizacija pod utjecajem svjetlosti nastavlja se djelovanjem katalizatora (21).

#### **1.10.4. Keramički materijali**

Zubni keramički materijali u današnjem sastavu i svojstvima razvili su se iz porculana, ali se od njega razlikuju omjerom svojih osnovnih sastojaka te stoga i svojstvima. Zubna keramika sastoji se od glinice, kvarca i kaolina.

Glinica je najvažniji sastavni dio zubne keramike i čini 75-85 % cjelokupnog sastava, a pri tome je uglavnom riječ o  $\alpha$  Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i malo  $\beta$  Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Kvarc čini 12-22%

ukupnog sastava. Kvarc je kao i glinica onečišćen željezom koje se mora odstraniti pomoću magneta. U sastav keramičkih materijala ulazi samo čisti silicijev dioksid.

Kaolin je najčišći oblik gline. U prirodi nastaje atmosferskim utjecajem na glinicu. U dentalnoj ga keramici ima 3-4%. Kako bi se postigla željena boja, keramičkom se prahu dodaju razni oksidi, npr. titanov oksid koji daje žutosmeđu boju, kobaltni oksid

daje plavu boju, željezni i niklov oksid daju smeđu boju, manganov oksid ljubičastu, bakreni i kromov oksid također zelenu, a kositreni i cirkonijevi oksidi utječu na opacitet. Fluorescenciji keramike, koja je bitno optičko svojstvo prirodnog zuba i materijala za izradbu estetskih krunica, pridonose uranov oksid (UO<sub>2</sub>), cerij (Ce) i samarij (Sm). S obzirom na temperaturu pečenja, keramika se dijeli na slijedeći način:

- keramika s niskom temperaturom pečenja od 850 do 1100°C
- keramika sa srednje visokom temperaturom pečenja od 1100 do 1300°C
- keramika s visokom temperaturom pečenja od 1300 do 1400°C.

Keramika s niskom temperaturom pečenja upotrebljava se za krunice, mostove i fasete. Keramika sa srednje visokom temperaturom pečenja upotrebljava se za specijalne oblike međučlanova i inleje, a s visokom temperaturom pečenja za kovinsko-keramičke nadomjestke umjetne zube za mobilne proteze.

Svojstva potrebna za kliničku primjenu su:

- biokompatibilnost
- postojanost u ustima
- konstantnost volumena i boje
- dovoljna vlačna i tlačna čvrstoća
- estetika

Prema sastavu suvremeni se keramički materijali mogu podijeliti na ove sustave:

- keramika za pečenje na slitinu :
  - metal-keramika
- potpuna keramika:
  - aluminijoksidna keramika,

- staklokeramika
- cirkonijeva keramika.

Prema načinu izrade keramički se materijali dijele na:

- one s laboratorijskim tijekom izrade
- keramičke blokiće za tehniku freziranja (18).

#### **1.10.4.1. CAD/CAM KERAMIKA**

Tehnika izrade keramičkih nadomjestaka iz keramičkih blokića kao poluproizvoda predstavlja CAD-CAM sustav, koji se zasad upotrebljava za izradu faseta, krunica te inleja.

CAD-CAM sustavi obično se odvijaju u tri radne faze:

- sakupljanja obavijesti (kamerom ili ticalom)
- konstruiranja rada (restauracije) (CAD)
- izradbe protetskog rada (CAM).

Pri tome nije potrebno provesti, u cijelosti ili djelomično laboratorijski tijek u izradi nadomjestka.

Keramički nadomjestak (ljskica, inlej, krunica, ali i substruktura manjih mostova) izrađuje se frezanjem (glodanjem) u aparatu prema zadanom programu iz tvornički pripremljenoga bloka keramike. Zahvaljujući svojim fizičko-kemijskim svojstvima, ova vrsta keramike ne izaziva trošenje cakline suprotnih zuba, tvrda je, vrlo stabilna i ne mijenja boju. No, nedostatak joj je nemogućnost naknadnog oblikovanja rubova faseta, a i boja nadomjeska često ne zadovoljava.

Sustav Cerec jedini je CAD/CAM sustav na tržištu za primjenu u ordinaciji (uzimanje optičkog otiska-skeniranje kaviteta) koji s dodatkom Cerec Inlab (jedinica za rezanje keramike) kao mobilne jedinice smještene u ordinaciji ili laboratoriju čini cjelinu. Ovaj sustav omogućuje izradu ne samo inleja, onleja, faseta i pojedinačnih krunica nego i male mostove od tri člana (18).

## **2. SVRHA RADA**

Napretkom znanosti i razvojem tehnologije dolazi do razvoja i novih otkrića na području stomatologije. Zahvaljujući tome danas postoje brojne tehnike i različiti materijali koji nam omogućuju izradu minimalno invazivnih nadomjestaka koji zadovoljavaju estetski i funkcijski rezultirajući maksimalnim zadovoljstvom pacijenata.

Svrha ovog rada je prikazati suvremene postupke i materijale koji omogućuju estetsku rekonstrukciju krune zuba tj. načine na koje se mogu korigirati anatomske, funkcijske i estetske nedostaci.

### 3. ESTETSKA REKONSTRUKCIJA KRUNE ZUBA

Pacijenti su zbog različitih kongenitalnih i stečenih nedostataka zuba podvrgnuti estetskoj rekonstrukciji. Prilikom rekonstrukcije mora se voditi računa o boji, obliku, veličini i položaju zuba u zubnom luku. Rekonstrukcijom nastojimo postići što veću sličnost i stapanje nadogradnje s okolnim strukturama. U tu svrhu danas se koriste kompozitni i keramički materijali.

3.1. Rekonstrukcija kompozitom može se postići na nekoliko načina:

1. DIREKTNA KOMPOZITNA NADOGRAĐNJA
2. KOMPOZITNA NADOGRAĐNJA POMOĆU CELULOIDNE KRUNICE
3. LIJEPLJENJEM FRAKTURIRANOG FRAGMENTA
4. REKONSTRUKCIJA POMOĆU SILIKONSKOG KLJUČA
5. KOMPOZITNE FASETE (LJUSKICE)

#### 3.1.1. DIREKTNA KOMPOZITNA NADOGRAĐNJA

Ova se tehnika najčešće primjenjuje kod rekonstrukcije frakturiranog zuba. Ima nekoliko faza:

- a) ZAKOŠAVANJE CAKLINE- radi povećanja retencijske površine za nadogradnju caklina se dijamantnim svrdlom zakosi u širinu 1-1.5mm
- b) ZAŠTITA PULPE- cementom na bazi kalcijeva hidroksida potrebno je zaštititi vitalnu pulpu, pri tome nam rubovi cakline moraju ostati čisti
- c) JETKANJE CAKLINE- 37% ortofosfornom kiselinom jetkamo caklinu kako bi omogućili postizanje mehaničke retencije

- d) ADHEZIVNO SREDSTVO- nakon jetkanja na caklinu se nanosi adhezivni sustav koji je potrebno lagano ispuhati i polimerizirati 20s. On nam omogućuje vezu između kompozita i cakline
- e) NANOŠENJE KOMPOZITA I MODELIRANJE KRUNE ZUBA- prvo na palatinalnu stranu zuba nanosimo caklinsku boju cementa, polimeriziramo te nakon toga nanosimo dentinski kompozit koji modeliramo i polimeriziramo. Na kraju na vestibularnu plohu i incizalni brid nanosi se caklinski kompozit koji se polimerizira.
- f) ZAVRŠNA OBRADA-uklanja se višak materijala i artikulacijskim papirom provjeravaju se kontakti s antagonistima nakon čega slijedi poliranje.

### 3.1.2. KOMPOZITNA NADOGRAĐNJA POMOĆU CELULOIDNE KRUNICE

Celuloidne krunice koriste se radi lakšeg oblikovanja nadogradnje i manje naknadne obrade. Izrada:

- a) ZAKOŠAVANJE CAKLINE
- b) ODABIR ODGOVARAJUĆE CELULOIDNE KRUNICE
- c) ZAŠTITA PULPE
- d) APLIKACIJA ADHEZIVNOG SREDSTVA
- e) MODELIRANJE KRUNE
- f) OBRADA I POLIRANJE (Slike 1-4)



Slika 1. Mikrodoncija zuba



Slika 2. Odabir boje



Slika 3. Proba celuloidne krunice



Slika 4. Nadogradnja zuba

### 3.1.3. REKONSTRUKCIJA LIJEPLJENJEM FRAKTURIRANOG FRAGMENTA

Primjenjuje se u slučaju frakture zuba, ako je frakturirani fragment sačuvan i pohranjen u adekvatnom mediju (fiziološka otopina) jer inače dolazi do dehidracije i promjene boje. Rekonstrukcija se radi na način:

- a) JETKANJE I ZUBA I FRAGMENTA
- b) ADHEZIVNI SUSTAV- nanosi se i na zub i na fragment
- c) NANOŠENJE KOMPOZITA- kompozit se nanosi između zuba i frakturnog fragmenta
- d) POLIRANJE KOMPOZITA (Slike 5-9)



Slika 5. Frakturirani zub 11



Slika 6. Frakturirani fragment



Slika 7. Nanošenje kompozita



Slika 8. Lijepljenje fragmenta





Slika 9. Završni izgled zalijepljenog fragmenta

#### 3.1.4. SILIKONSKI KLJUČ

Može se izrađivati direktno u ustima ili na radnom modelu. Planiranje je puno lakše na radnom modelu jer moramo paziti na izostanak antagonističkih kontakata što je pri direktnoj izradi moguće tek po završetku restaurativnog zahvata.

Nakon uzimanja otiska u alginatu i izlivanja radnog modela u sadri oblikuje se voštani predložak (wax-up) koji estetski i funkcijski zadovoljava. Pri tome se mora paziti na oblikovanje kontaktnih točaka sa susjednim zubom i zaštita interdentalne papile. Preko oblikovanog voštanog predloška silikonskim materijalom tvrde konzistencije uzima se otisak te se reže vestibularni dio kako bi se dobio silikonski ključ. Silikonski ključ postavlja se u usta pacijenta na način da obuhvaća palatinalnu plohu zuba i incizalni brid te se pomoću kompozita izrađuje nadomjestak. Prije toga potrebno je zakositi caklinu, osigurati suho radno polje i napraviti predtretman adhezivnim sustavom. Kompozit se nanosi u slojevima:

- sloj caklinskog kompozita s palatinalne strane
- dentinska jezgra zbog boljeg optičkog učinka
- sloj caklinskog kompozita s labijalne strane
- sloj translucetnog materijala na incizalnom bridu

Nakon toga slijedi uklanjanje kontakata pomoći artikulacijskog papira i poliranje nadomjestaka (23).

Pri izradi kompozitne nadogradnje moramo jako paziti na izbor i boju kompozitnog materijala kako bi nadomjestak što više odgovarao prirodnom zubu. U tome nam

pomažu tehnike nijansiranja: tehnika kombiniranog nijansiranja i tehnika slojevitog nijansiranja.

#### 1. Tehnika kombiniranog nijansiranja

U ovoj tehnici koriste se dva ili više rekonstrukcijskih materijala da bi se postigla stvarna nijansa u raznim područjima. Rekonstrukcijski materijali s različitim kromatskim bojama koriste se i kombiniraju s preklapanjem površina da bi se postigao željeni učinak.

#### 2. Tehnika slojevitog nijansiranja

Ta tehnika podrazumjeva točan odabir dentinske i caklinske grupe materijala te njihov raspored po slojevima. Kod estetskih rekonstrukcija koriste se razni koncepti tehnika slojevitog nijansiranja. Tehnike slojevitog nijansiranja se dijele na ove :

- Tehnika nijansiranja jednim slojem- najjednostavnija tehnika. Koristi samo jednu grupu materijala, bilo da je ona nijanse cakline ili dentina, za rekonstrukciju oštećenog zuba
- Tehnika nijansiranja s dva sloja- nešto je zahtjevnija tehnika. Koristi i dentinsku i caklinsku grupu materijala tijekom nijansiranja.
- Tehnika s tri sloja- napredna tehnika koja koristi caklinski dentinski i neprozirni materijal u kombinaciji. Mora se paziti na debljinu i nijansu caklinskog i dentinskog sloja
- Tehnika nijansiranja složenim slojevima- između dentinskog i caklinskog sloja koristi se materijal za naglašavanje posebnih efekata(Slike 10-18) (22).



Slika 10. Truma zuba



Slika 11. Modeliranje u vosku



Slika 12. Silikonski otisak



Slika 13. Silikonski ključ



Slika 14. Caklinski sloj palatinalno



Slika 15. Dentinska jezgra



Slika 16. Caklinski sloj labijalno



Slika 17. Translucentni materijal



Slika 18. Konačan rezultat

### 3.1.5. KOMPOZITNA FASETA

Kompozitne fasete možemo podijeliti na djelomične ili potpune. Djelomične ne sežu do gingivnog sulkusa dok potpune prekrivaju cijelu labijalnu plohu i koriste se za zatvaranje dijastema između kruna i ispravljanje blagih diskoloracija. Prema načinu izrade možemo ih podijeliti na izravne i neizravne. Izravne se izrađuju direktno u ustima pacijenta gdje se i polimeriziraju. Imaju 5 faza izrade:

- 1) **Uočiti obilježja i osobitosti građe zuba koji restauriramo-** moramo odrediti oblik krune, dužinu i širinu krune, znak kuta i luka te položaj kontaktne točke. Moramo paziti na prijelaze vestibularne plohe aproksimalno; na taj način možemo zub optički suziti, proširiti, povećati ili smanjiti a da stvarna veličina ostane ista. Vodoravne linije rasta karakteristične su za djecu i mlade pacijente. Isto tako mameloni ili dentinske jezgre, koje se nalaze na vestibularnoj strani zuba, kod mlađih pacijenata uzrokuju halo-efekt.
- 2) **Izbor boje-** dentin je opakniji od cakline koja je transparentnija od dentina. Dentinska boja određuje se prema boji cervikalne trećine očajnika, a caklinska boja prema incizijskoj trećini krune zuba koji restauriramo.
- 3) **Preparacija-** kod djelomične fasete samo zakošavamo rub cakline 1 do 3mm u valovitoj liniji. Kod potpune fasete dubina preparacije treba biti jednaka na svim djelovima labijalne plohe. Incizalni brid skrati se 1 do 2 mm. Aproksimalno granica preparacije mora sezati dovoljno duboko da ne bude vidljiva.
- 4) **Nanošenje kompozitnog materijala-** nanosi se u slojevima. Prvo se nanosi oralni caklinski sloj 1mm kraće od idealne dužine, nakon njega dentinski sloj u kojem se modeliraju mameloni te završni vestibularni sloj.
- 5) **Poliranje i završna obrada**

Neizravne se izrađuju na način da se nakon preparacije zuba (dubina preparacije kao za keramičke fasete) uzima otisak te izrađuje radni model na kojem će se u laboratoriju izraditi faseta. Faseta se cementira kompozitnim cementom, pri tome moramo paziti na odabir boje da cement ne bi promijenio boju fasete (1).

3.2. Iz keramičkog materijala najčešće se izrađuju :

- 1) KERAMIČKA FASETA (LJUSKA)
- 2) KERAMIČKI INLAY I ONLAY

### **3.2.1. Keramička faseta (ljuska)**

Indikacije za izradu (24) :

- Hipoplazija cakline
- Diskoloracija zuba
- Endogena pigmentacija
- Lom zuba (ako frakturna linija ne uključuje dentin)
- Zatvaranje dijastema
- Korekcija anatomske malformiranih prednjih zuba

Brušenje zuba za keramičku ljusku

Brušenje je minimalno jer preparacija mora završavati u caklini. Debljina preparacije labijalne plohe iznosi 0.5 do 1 mm. Cervikalna stepenica je zaobljena i širine 0.5 do 0.8 mm. Incizalni brid potrebno reducirati za 1 do 1.5mm. Aproksimalni djelovi prepariraju se do aproksimalnog kontakta sa susjednim zubom. Prilikom preparacije incizalnog brida rub dosjeda može završavati na samom incizalnom bridu ili može uključivati i incizalni brid te u većoj ili manjoj mjeri oralnu stranu zuba (24).

Danas se sve više izrađuju non-prep ljuskice. To su ljuskice kod kojih nema preparacije već zahvat započinje uzimanjem otiska koji se šalje u laboratorij te se izlijeva radni model. Na radnom modelu izrađuju se ljuskice od

keramike debljine do 0.3 mm. Njihova prednost je očuvanje tvrdih zubnih tkiva, brza i jednostavna izrada te jednostavno uklanjanje. Nedostatak je vrlo zahtjevna laboratorijska izrada i visoka cijena (25).



Slika19. Izbor boje Cerec keramičkog bloka



Slika20. Preparacija za fasetu



Slika21. Gotova Cerec faseta  
ustima



Slika22. Cementirana Cerec faseta u

### 3.2.2. Keramički inlay i onlay

Inlay je jednokomadni intrakoronarni nadomjestak koji se u kavitet unosi u krutom stanju. Bezobzira radi li se o estetskom ili neestetskom, što ovisi o materijalu, odnosno njegovoj boji, svojom je primarnom indikacijom restorativan rad.

Veća konstrukcija od inlaya, što osim intrakoronarnog nadograđuje i dio grizne plohe s jednom ili više kvržica, naziva se onlay.

Odabir između keramičkog i kompozitnog materijala za indirektno inlaye komplicira se otkad su kompozitima poboljšana fizičko-mehanička svojstva, otpornost i estetski

potencijal. Kod klase II bez potrebe za prekrivanjem kvržica prednost se daje kompozitnom materijalu. Veliki kaviteti II razreda zahtijevat će i uključenost kvržica u nadomjestak tako da u takvim situacijama prednost imaju keramički inlay/onlay pred kompozitnim. Zbog velike tvrdoće keramike antagonistički zub podložan je abraziji, dok je kod bruksizma keramički materijal apsolutno kontraindiciran.

### **Preparacija**

Dubina okluzalnog kaviteta treba biti na najplićem mjestu 1,5 mm kao i širina isthmusa, no kada je to god moguće preporučljivo je te dimenzije povećati za 0,5 mm.

### **Tehnike izrade**

Keramički inlay uvijek se izrađuje u laboratoriju, dakle indirektnom tehnikom. Izuzetak su direktni CAD/CAM keramički radovi izrađeni strojnim glodanjem u ordinaciji koji zahtijevaju specifične postupke i posebnu opremu. Svaka veća dentalna industrija razvija svoje keramičke sustave različitih komercijalnih imena i tehnika izrade, a možemo ih podijeliti na:

- a) tehniku napečenja slojeva (npr. In-Ceram)
- b) tehniku lijevanja (npr. Dicor, Ceraperl)
- c) tehniku tlačenja (npr. IPS-Empress 1 i 2) (26)

#### 4. RASPRAVA

U mnogim istraživanjima rađene su usporedbe različitih tehnika estetske rekonstrukcije krune zuba.

U istraživanju koje je provodio Belcheva bilo je uključeno 30 traumatiziranih trajnih prednjih zuba kod djece koji su nakon traume bili restaurirani kompozitnim fasetama. Zubi i ljske su prvo pripremljeni prikladnom metodom i pacijenti su praćeni nakon 1,3 i 6 mjeseci. Boja, rubna cjelovitost, struktura površine i anatomija bili su rangirani pomoću California Dental Assosiation. Autor je zaključio da je nadogradnja traumatiziranih trajnih zubi kod djece, pomoću vestibularnih faseta, pokazala vrlo dobre kliničke rezultate. Kompozitne fasete su alternativna metoda u restauracijama takvih zuba kod djece (27).

Machado je u svom istraživanju na 30 zuba na kojima su izrađene preparacije za direktne kompozitne i indirektne keramičke ljske pokazao da je preparacija za indirektne keramičke ljske zahtijeva uklanjanje veće količine tvrdog zubnog tkiva nego preparacija za direktne kompozitne ljske (28).

Lijepljenje frakturiranog fragmenta predstavlja terapiju izbora u slučaju da pacijent nađe frakturirani dio zuba te se javi odmah nakon ozljede u ambulantu. Bozkurt i sur. Proveli su istraživanje se promatralo ponašanja dehidriranog fragmenta, lijepljenog pomoću adhezijskog sustava i tekućeg kompozita, tijekom godinu dana kliničke primjene. Nakon provedenog istraživanja zaključili su da je lijepljenje frakturiranog fragmenta najbolja je terapija uzimajući u obzir estetske, konzervativne i ekonomske čimbenike (29).

U kliničkim slučajevima u ovom radu prikazano je nekoliko tehnika estetske nadogradnje krune zuba u djece pomoću celuloidne krunice, lijepljenjem



frakturiranog fragmenta fragmenta, izradom silikonskog ključa te izradom kompozitne fasete. Ovisno o vrsti oštećenja krune zuba i zahtjevima pacijenta izabire se jedna od metoda. Metode pomoću kompozita su jednostavne, prihvatljive pacijentu i štede tvrda zubna tkiva u odnosu na keramičke nadomjestke. Suvremeni kompozitni materijali imaju sve bolja svojstva i odlikuju se visokom estetikom. Upotrebom silikonskog ključa omogućena je direktna izrada nadomjestka, ako u slučaju traume nije došlo do ekspaniranja pulpe. Moguće je direktni kompozitni nadomjestak izraditi jednostavnijom "finger-tip" tehnikom, međutim pomoću silikonskog ključa možemo bolje planirati i vizualizirati budući nadomjestak (21). Korištenjem silikonskog ključa manja je mogućnost pogreške a korekcije nakon izrade svedene su na najmanju moguću mjeru.

Lijepljenjem frakturiranog fragmenta postižu se najbolji estetski rezultati ali pri tome je važno da fragment nije dehidriran, pa ga je potrebno čuvati u fiziološkoj otopini do samog lijepljenja.

Kada na kruni zuba imamo jednostrane ili obostrane kompozitne ispune koji prelaze na vestibularnu plohu, te ako ne postoji značajnija promjena boje izradit ćemo kompozitnu fasetu. Ako postoji izrazitija promjena boje zuba, bolje je izraditi keramičku fasetu. Cijena izrade kompozitne fasete niža je od cijene keramičke fasete, što je važan kriterij kod izbora materijala za izradu.

Ovisno o početnoj situaciji, dobi pacijenta, izgledu zuba, stanju frakturiranog fragmenta odlučujemo se za najbolju moguću metodu.

## 5. ZAKLJUČAK

Analizom kliničkih slučajeva koji su prikazani u ovom radu može se zaključiti kako postoje različite mogućnosti za korekciju estetskih i funkcijskih nedostataka u djece. S razvojem stomatologije sve se više teži prevenciji i minimalno invazivnim zahvatima. Invazivniji postupci mogu biti od kompozitnog ili keramičkog materijala. I jedni i drugi imaju prednosti i nedostatke koje je potrebno prije razmotriti. Važno je nanošenje materijala u slojevima kako bi se omogućila dobra optička svojstva i što veća sličnost sa prirodnim zubom. Manja oštećenja u kojima nije došlo do oštećenja pulpne rješavaju se kompozitnim ispunom. Kod većih destrukcija tkiva izbor su nadogradnje i krunice, dok gubitak incizalnog brida, dijasteme i manje dikoloracije možemo uspješno riješiti ljuskicama. Kako bi zahvat u potpunosti zadovoljio pacijenta potrebno je uzeti detalju anamnezu i napraviti plan terapije. Razvojem stomatologije danas više gotovo da i ne postoji situacija u usnoj šupljini za koju nema rješenja.

## 6. SAŽETAK

Zbog brojnih kongenitalnih i stečenih nedostataka zubnog niza pacijenti se već u dječjoj dobi i u adolescenciji podvrgavaju stomatološkim zahvatima pomoću kojih se korigira anatomija, funkcija i estetika. Prije svakog zahvata važno je uzeti detaljnu anamnezu. Materijali koji se koriste pri restauraciji su kompozitni i keramički. Prilikom izbora materijala mora se paziti na odabir boje kako bi nadomjestak što vjernije oponašao prirodan zub. Kod manjih oštećenja prednost imaju kompozitni ispuni. Kompozitnu restauraciju možemo izvesti na različite načine: direktnom izradom, pomoću celuloidne nadogradnje, silikonskim ključem ili kompozitnom nadogradnjom. Zatvaranje dijastema, diskoloracije, oštećenja incizalnog brida rješavaju se izradom ljuskica.

Izbor postupka za rekonstrukciju krune ovisi o destrukciji tvrdog zubnog tkiva, vitalitetu zuba, raspoloživosti opreme i materijala, znanju zubnog tehničara, stupnju higijene te zahtjevima pacijenata i financijskim mogućnostima.

## 7. SUMMARY

### MODERN METHODS OF ESTHETICS RECONSTRUCTION OF THE TOOTH CROWN

Due to numerous congenital and acquired faults of teeth, patients undergo already during their childhood and adolescent age stomatologic interventions, due to which the anatomy, function and aesthetics is corrected. It is very important to take detailed anamnesis before each intervention. Materials used for restoration are composites and porcelain. It is also very important that the chosen material matches the natural colour of the tooth as much as possible. Composite fillings are adequate for minor tooth damages. There are several composite restoration techniques: direct restoration, with celluloid cap, silicone key or composite expansion. Diastema closure, discolorations and damages of the incisal edge are solved by using veneers. The choice of the procedure for crown reconstruction depends on the destruction of the hard tooth tissue, tooth vitality, availability of the equipment and material, technician's knowledge, hygiene level, patient's needs and financial means.

## 8. LITERATURA

1. Pandurić V. Kompozitna faseta. Sonda 2007;8 (14-15): 46-7.
2. Zlatarić Knezović D. Osnove estetike u dentalnoj medicini. Zagreb: Hrvatska komora dentalne medicine; 2013;
3. Goldstein RE. Esthetics in Dentistry. 2nd ed. Hamilton, ON: BC Decker Inc, 1998.
4. Milardović Ortolan S. Utjecaj biološke osnove optičkih svojstava i debljine gradivnih i fiksacijskih materijala na boju nadomjestaka od litij-disilikatne staklokeramike [dissertation]. Zagreb.Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2014.
5. Gürel G. Znanje i vještine u izradi estetskih keramičkih ljuski. Zagreb: Media ogled d.o.o.; 2009; 6: 159- 70.
6. Klaff D. Priroda boje: Deo 2: elementi određivanja boje. Dental Tribune, Srbija i Crna Gora. 2013; 10-11.
7. Judd DB, Wyszceki G. Color in Business, Science and Industry. 3 rd edition. New York: John Wiley and Sons; 1975. 388.
8. Chu SJ. Fundamentals of color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry. 2. nd ed. Hanover Park: Quintessence Publishing; 2010.
9. Zjakić I. Utjecaj metamerije u tisku. Zagreb: Grafički Fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2002;5: 35-8.
10. Milardović Ortolan S.,Bergman L., Viskiće J.,Mehulić K.,Salarić I. Određivanje boje zubi u okviru fiksnoprotetske terapije. Sonda ; 2012; 13(23): 84–87.

11. The Munsell Color System [ homepage on the Internet]. Available from: <http://www.adobe.com/support/techguides/color/colormodels/munsell.html>
12. Kielbassa AM, Beheim-Schwarzbach NJ, Neumann K, Zantner C. In vitro comparison of visual and computer-aided pre- and post-tooth shade determination using various home bleaching procedures. *J Prosth Dent.* 2009;101:92-100.
13. Jarad FD, Russell MD, Moss BW. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. *Br Dent J.* 2005;199:43-9.
14. Vident A VITA company [ homepage on the Internet]. USA: Vident A VITA company; c 2014 [ cited 2014 Aug 25 ]. VITA Easyshade Compact overview; [about 1 screen]. Available from: <http://vident.com/products/shade-management/vita-easyshade-compact/easyshade-compact-overview/>
15. Dietschi D. Postizanje estetike i kompozicije osmijeha kompozitnim materijalima i ostalim konzervativnim estetskim postupcima. *Quintessence International*; godina 5, broj 10, prosinac 2009.
16. Tarle Z., Knežević A. Kompozitni materijali. *Sonda* 2004; 10: 29-34
17. Šutalo J. i sur. Patologija i terapija tvrdih zubnih tkiva. Zagreb: Naklada Zadro; 1994.
18. Jerolimov V. i sur. Osnove stomatoloških materijala. Zagreb: Stomatološki fakultet, 2004. ( On-line udžbenik)
19. Negovetić Vranić D. Komparativna analiza dentalnih materijala u djece. {Magistarski rad}. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilište u zagrebu; 2003.

20. IMF Abiodun- Solanke, DM Ajayi and AO Arigbede. Nanotechnology and its Application in Dentistry : Journal ListAnn Med Health Sci Resv.4(Suppl 3); Sep-Oct 2014: 171-7.
21. Lazić B.,Komar D.,Čatić A. Cementi i cementiranje u fiksnoprotetskoj terapiji. Sonda 2004; 6(11): 62–66.
22. Sushil Koirala, Nepal. Tehnike nijansiranja u izravnim estetskim rekonstrukcijama. Dental Tribune, Hrvatska i Bosna i Hercegovina; 10-11.
23. Knezović Zlatarić D., Skenderi V., Par M. Izrada direktnog estetskog kompozitnog nadomjestka uporabom silikonskog ključa i polikromatske višeslojne tehnike-prikaz slučaja. Sonda; 2012; 13 (24): 68–70.
24. Čatić A. Vestibularne keramičke ljske. Sonda 2007;8 (14-15): 42-5.
25. Milardović S., Mehulić K. "NON-PREP" ljskice. Sonda; 2009;10(19): 78-9.
26. Grgečić J. Zlatni, kompozitni i keramički inlay. Sonda 2004; 6(11): 58- 61.
27. Belcheva AB. Esthetic restoration of traumatized permanent teeth in children using composite vestibular veneers (preliminary communication); Folia Med (Plovdiv). 2001;43(1-2):9-11.
28. Machado AN. Direct or indirect composite veneers in anterior teeth: which method causes higher tooth mass loss? An in vitro study; 2014 Nov-Dec;62(6):55-7.
29. Bozkurt FO, Demir B, Erkan E. Reattachment of dehydrated tooth fragments: two case reports; 2015 Nigerian- Journal of Clinical Practice;18(1):140-3.

## 9. ŽIVOTOPIS

**Mateja Lic**, rođena 21.5.1990. godine u Osijeku. Osnovno školovanje započela 1997. godine u Slatini i završila 2005.godine. Iste godine upisuje Gimnaziju Srednje škole Marka Marulića u Slatini koju završava 2009. godine s odličnim uspjehom. Stomatološki fakultet upisuje 2009. godine i završava 2015. godine.