

# CAD/CAM i potpuna keramika

Estetski nadomjesci u stomatološkoj praksi



# CAD/CAM POTPUNA KERAMIKA



## Estetski nadomjesci u stomatološkoj praksi

Dr. Andres Baltzer, ZTLM Vanik Kaufmann-Jinoian,  
Dr. Andreas Kurbad, ZTM Kurt Reichel



**Quintessenz Verlags-GmbH**  
Berlin, Chicago, Tokio, Barcelona, Istanbul, London, Milano, Moskva,  
Mumbai, Pariz, Peking, Prag, São Paulo, Seoul i Varšava



## CAD/CAM I POTPUNA KERAMIKA Estetski nadomjesci u stomatološkoj praksi

Dr. Andres Baltzer, Vanik Kaufmann-Jinoian, zubni tehničar  
Dr. Andreas Kurbad, Kurt Reichel, zubni tehničar

Urednik hrvatskog izdanja: dr. sc. Davor Seifert, dr. stom.

Nakladnik: **Media ogled d.o.o.**  
Za nakladnika: **mr.sc. Nives Škara  
Sandra Dumančić**  
Prijevod: **Slađana Milardović, dr. stom.**  
Lektura: **Robert Udovičić, prof.**  
Grafički urednik: **Krunoslav Vilček**  
  
Tisak: **Printera d.o.o.**  
Naklada: **800**

Zagreb, 2009.

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Nacionalne  
i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 717725  
ISBN 978-953-95922-4-8



Izvorno izdanje objavljeno na njemačkom jeziku pod nazivom:  
CAD/CAM und Vollkeramik – Ästhetische Restaurationen  
in der zahnärztlichen Praxis  
© 2007 by Quintessenz Verlags-GmbH Berlin

Sva prava zadržana. Ova knjiga ili bilo koji njen dio ne može se reproducirati, pohraniti ili prenijeti u bilo kojoj  
formi ili na bilo koji način, elektronski, strojno, kopiranjem ili slično, bez pismenog pristanka nakladnika.

ISBN-10: 3-87652-689-2  
ISBN-13: 978-3-87652-689-8

<b>Uvod</b> .....	<b>1</b>
Vrijeme za promjene..... <i>Andres Baltzer</i>	<b>1</b>
Od ručnog lijevanja do CAD/CAM-a..... <i>Vanik Kaufmann-Jinoian</i>	<b>3</b>
San o laboratoriju bez metala .....	<b>5</b>
<i>Kurt Reichel</i>	
Stomatologija, računalo i ja .....	<b>7</b>
<i>Andreas Kurbad</i>	

## Dio I – Iz ordinacije i laboratorija

<b>Poglavlje 1</b>	<b>Direktni inlejš</b> .....	<b>11</b>
	<i>Andreas Kurbad</i>	
<b>Poglavlje 2</b>	<b>Složeno direktno zbrinjavanje u području lateralnih zubi</b> .....	<b>25</b>
	<i>Andres Baltzer</i>	
<b>Poglavlje 3</b>	<b>Inlejš izrađen laboratorijski CAD/CAM tehnikom</b> .....	<b>31</b>
	<i>Andreas Kurbad</i>	



- Poglavlje 4** Nadomještanje defekata na tvrdim zubnim tkivima potpuno keramičkim djelomičnim krunicama ..... 47  
*Andreas Kurbad, Kurt Reichel*
- Poglavlje 5** Potpuno keramičke krunice za lateralne zube izrađene CAD/CAM tehnikom..... 61  
*Andreas Kurbad, Kurt Reichel*
- Poglavlje 6** Kontrolirano nanošenje slojeva i određivanje boje..... 83  
*Andres Baltzer, Vanik Kaufmann-Jinoian*
- Poglavlje 7** Potpuno keramičke krunice na prednjim zubima ..... 95  
*Andreas Kurbad, Kurt Reichel*
- Poglavlje 8** Direktna izrada keramičke labijalne ljuskice ..... 121  
*Andres Baltzer*
- Poglavlje 9** Direktno-indirektna izrada keramičkih ljuskica izrađenih postupkom dodatnih slojeva ..... 125  
*Andreas Kurbad, Kurt Reichel*
- Poglavlje 10** Adhezijsko cementiranje labijalne ljuskice..147  
*Andres Baltzer, Vanik Kaufmann-Jinoian*



- Poglavlje 11** Radovi od cirkonijeva oksida izrađeni CAD/CAM tehnikom..... 155  
*Andreas Kurbad, Kurt Reichel*
- Poglavlje 12** Protetsko zbrinjavanje cijele čeljusti pomoću uređaja inEOS ..... 185  
*Andreas Kurbad, Kurt Reichel*
- Poglavlje 13** Implantatne suprastrukture na konfekcijskim masivnim sekundarnim dijelovima..... 191  
*Andres Baltzer, Vanik Kaufmann-Jinoian*
- Poglavlje 14** Individualizirana implantoprotetika uz primjenu Straumann CARES-a ..... 201  
*Andres Baltzer, Vanik Kaufmann-Jinoian*
- Poglavlje 15** Prirodna estetika implantata primjenom potpuno keramičkih nadogradnji za implantat ..... 213  
*Andreas Kurbad, Kurt Reichel*
- Poglavlje 16** Potpuno keramičke primarne krunice..... 231  
*Andreas Kurbad, Kurt Reichel*
- Poglavlje 17** Prečke i *attachmenti* u tehnici navoštavanja..... 255  
*Kurt Reichel*



## Dio II – Znanstveni temelji

Poglavlje <b>18</b>	<b>Procjena žvačnih sila</b> ..... 263 <i>Andres Baltzer, Vanik Kaufmann-Jinoian</i>
Poglavlje <b>19</b>	<b>Opteretivost potpuno keramičkih nadomjestaka</b> ..... 273 <i>Andres Baltzer, Vanik Kaufmann-Jinoian</i>
Poglavlje <b>20</b>	<b>Dimenzioniranje potpuno keramičkih osnova za mostove</b> ..... 297 <i>Andres Baltzer, Vanik Kaufmann-Jinoian</i>
Poglavlje <b>21</b>	<b>Digitalno određivanje boje zubi</b> ..... 305 <i>Andres Baltzer, Vanik Kaufmann-Jinoian</i>
Poglavlje <b>22</b>	<b>Pravokutna ili zaobljena stepenica?</b> ..... 327 <i>Andres Baltzer, Vanik Kaufmann-Jinoian</i>
<b>Prilog</b>	<b>Indeks</b> ..... 337

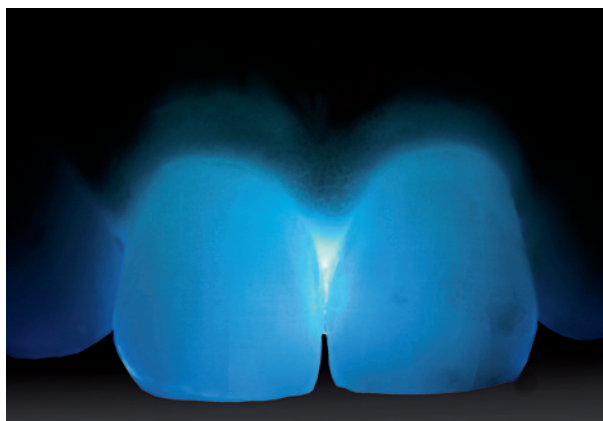
# RADOVI OD CIRKONIJEVA OKSIDA IZRAĐENI CAD/CAM TEHNIKOM

Andreas Kurbad, Kurt Reichel

Uspjeli estetski nadomjesci u jednakoj mjeri oduševljavaju stomatologa, zubnog tehničara i pacijenta. Želja za nadomjescima što sličnijima prirodnim zubima razumljiva je. Potpuno keramički radovi uz dobru biokompatibilnost imaju i boju vrlo sličnu zubima kao i optička svojstva koja ih čine nadmoćnima za visoko estetske nadomjeske u području prednjih i stražnjih zubi.

Na prirodnom zubu upadna svjetlost se raspršuje te dopijeva i u područje korijenskog dentina koji graniči s krunom. Tim učinkom gingivno tkivo se takoreći prosvjetljuje iz unutrašnjosti. Tu pojavu promatrač ne registriira svjesno, ali samo u tom slučaju desni se čine zdravima (Slika 11.1.). Ta činjenica je poznata i u radu s metalokeramikom. Stepence koje omogućavaju da labijalno u cervikalnom dijelu rad završava isključivo keramikom služe rješavanju tog problema – vrlo kompliciran postupak s obzirom na činjenicu da kod potpuno keramičkih radova taj problem ni ne nastaje.

Neka mehanička svojstva keramike kao što su niska lomna čvrstoća, uključujući zakazivanje pri vlačnim silama te visoka poroznost ograničavala su njihovu širu primjenu u restaurativnoj stomatologiji. Razvoj u nekoliko



**Slika 11.1.** Svjetlost koja pada na zub provodi se prema korijenskom dentinu te prosvjetljava dijelove gingive koji se nalaze u blizini krune.

zadnjih godina rezultirao je materijalima koji imaju znatno poboljšane vrijednosti savojne čvrstoće i žilavosti te su mnogo prikladniji za tu namjenu<sup>2,3</sup>. Međutim, od tih novih materijala se uglavnom izrađuju osnovne mosnih konstrukcija kao kod metalokeramičkih radova koji se nakon toga obrađuju keramikom za fasetiranje. Za takvu keramiku s tvrdom jezgrom posebnu ulogu igra primjena CAD/CAM postupka<sup>10</sup>. S jedne strane, standardizirani tijek rada omogućuje



bolju kvalitetu izbjegavanjem ljudskih pogrešaka, a s druge strane, neki od novijih materijala prikladni su isključivo za strojnu obradu. Potpuno keramički nadomjesci u smislu krunica i malih mostova već su godinama u kliničkoj primjeni, primjerice kao Jacket krunice, iako u manjem opsegu. No, kod tih radova je zbog osiguravanja dovoljne mehaničke potpore bilo potrebno izbrusiti dosta zubnog tkiva. Tako su dugi niz godina terapijsku metodu izbora predstavljali metalokeramički radovi. Velika stabilnost novih keramičkih materijala danas omogućuje pošteniju preparaciju u obliku zaobljene stepenice. Moderna adhezivna tehnika predstavlja jedan od najvećih napredaka u stomatologiji uopće. Ona je i temelj za većinu opskrba potpuno keramičkim nadomjescima pojedinih zubi. Zbog potrebe za apsolutno suhim radnim poljem problemi se javljaju kod klasične cirkularne preparacije za krunice, a osobito kod većih mostova. Keramike s tvrdom jezgrom dopuštaju adhezivno cementiranje, no, ono nije propisano. Tako je dobivena veća sloboda, adhezivna tehnika se može koristiti - ali za slučaj da ne uspije, sustav ima dovoljno rezervi<sup>12</sup>.

## Potpuno keramički materijali za krunice i mostove

Manji nadomjesci za protetsko zbrinjavanje pojedinačnih zubi i uz striktno adhezivno cementiranje mogu se izraditi od nekoliko keramičkih materijala. Mogu se koristiti i slojevana i tlačena keramika<sup>8</sup>. Porijeklo im čine glinična keramika i staklokeramika. Uz savojnu čvrstoću od 100 do 200 MPa ti materijali se moraju cementirati adhezivno. Iz istog razloga preparacija mora osigurati adekvatnu potporu te je povezana s velikim žrtvovanjem zubnog tkiva. Za mostove i

ostale sustave koji su pod velikim mehaničkim opterećenjem, kao implantatne su-prastrukture, mogu se koristiti uvjetno.

Infiltrirani aluminiyev oksid pokazuje veću čvrstoću, no, ubraja se u keramike za izradu osnova mosnih konstrukcija. S obzirom da kvaliteta površine i svjetlosno-optička svojstva ne zadovoljavaju kriterije za direktne nadomjeske, potrebno je naknadno nanošenje slojeva keramike. Materijal tog razreda koji se dugoročno etablirao s obzirom na klinička ispitivanja je VITA In-Ceram (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen). Svoju mehaničku stabilnost dobiva infiltracijom stakla u poroznu osnovu mosne konstrukcije.

Taj proces se odvija pri visokim temperaturama. Osnova mosne konstrukcije dobiva se ručnim miješanjem. Činjenica da je materijal prije infiltracije još relativno mekan brzo je iskorištena za izradu takvih objekata pomoću CAD/CAM-a. Od 1997. u tom području su primjenom In-Ceram materijala kod CEREC sustava dostignute brojke vrijedne spomena<sup>1</sup>. Klasični infiltrirani aluminiyev oksid In-Ceram ALUMINA je sa svojim vrijednostima čvrstoće prikladan je samo za manje mostove u području prednjih zubi. Tek uvođenjem keramike In-Ceram ZIRCONIA (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen) dobiven je materijal za izradu lateralnih mostova. Unatoč imenu, materijal je aluminiyev oksid obogaćen cirkonijevim oksidom. Uz porast čvrstoće došlo je do gubitka translucencije i pomaka boje prema sivkastome. In-Ceram materijali zahtijevaju oblike preparacije koji su slični onima za metalokeramičke radove. Mogu se cementirati i konvencionalno, pri čemu je moguće i bolje pričvrstiti ih adhezivno.

U potrazi za sve boljim materijalima, trenutno cirkonijev oksid (skraćeno: cirkon) zauzima vodeću poziciju<sup>4</sup>. Stotine godina je poznat kao ukrasni kamen cirkonij, a kemijski tvori oksid metala cirkonija (Slika 11.2.). Taj materijal čini bazu ovdje predstavljenih dental-

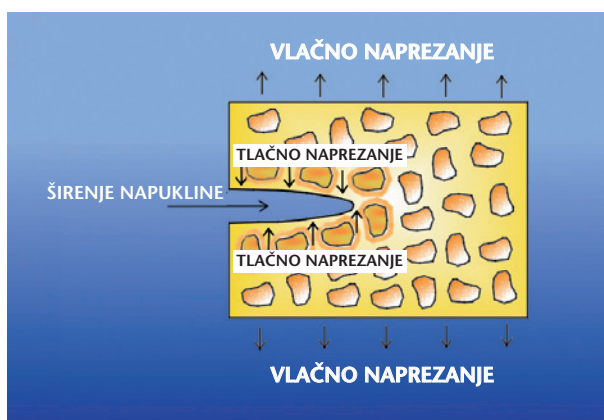
nih keramika. Također treba spomenuti i cirkonijev silikat ( $ZrSiO_4$ ).

Cirkonijev oksid se složenim postupkom dobiva iz prirodnih tvari. Veličina zrna i čistoća u velikoj mjeri određuju kvalitetu, dok složenost proizvodnje oblikuje relativno visoku cijenu materijala. Cirkonijev oksid se pri sobnoj temperaturi nalazi u monoklinom obliku. Takav je zbog nespecifičnih svojstava neprikladan kao dentalna keramika. Pri temperaturama iznad 1100 stupnjeva cirkonijev oksid se modificira u tetragonalni oblik. Ima manji volumen od monoklinog oblika te je kemijski gotovo potpuno inertan na koncentrirane kiseline i lužine. Dodavanjem određenih tvari cirkonijev oksid se može održavati u stabilnom tetragonalnom obliku i pri sobnoj temperaturi. Za dentalnu keramiku u ovom kontekstu je važan itrijev oksid. Nalazi se u većini korištenih materijala. Velika čvrstoća temelji se na fenomenu da se kod stvaranja pukotina tetragonalni oblik gotovo brzinom svjetlosti pretvara u monoklini oblik (Slika 11.3.). Pri tome volumen raste za oko 5%. Posljedica je 'uklještenje' pukotine koja se ne može više širiti<sup>12</sup>. Keramika se tako reći sama popravlja. Cirkonijev oksid najveće vrijednosti čvrstoće pokazuje u području dentalne keramike. S obzirom na savojnu čvrstoću od oko 900 MPa, nadmoćan je u odnosu na druge keramike. I s vrijednostima lomne žilavosti od 6 do 10  $MPa\ m^{1/2}$  u samom je vrhu (Slika 11.4.).

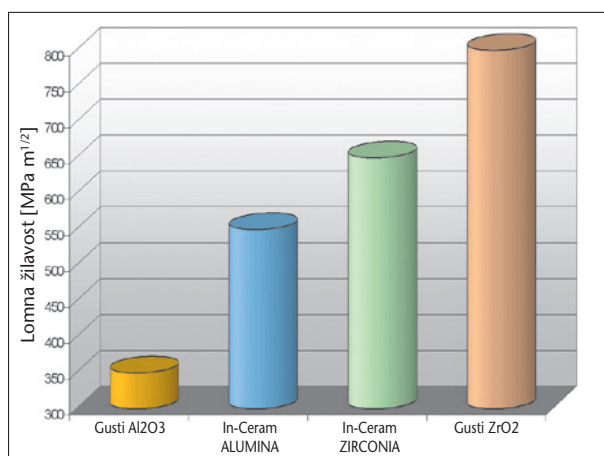
Prvi sustav koji je omogućio kliničku primjenu cirkonijeva oksida je DCS-Precident (DCS Dental AG, Allschwill, Švicarska)<sup>5</sup>. Taj CAD/CAM sustav je zahvaljujući vrlo naprednoj tehnici glodanja cirkonijev oksid mogao glodati u krajnjem stupnju tvrdoće. Isodišni materijal predstavlja DC-cirkon koji prolazi kroz industrijski, vrući izostatički tlačni proces. Prednost te metode je u dobivanju industrijske sirovine vrlo pogodne za tijek procesa. S druge strane, glodanje je vrlo složeno što dovodi do površinskih pukotina



Slika 11.2. Cirkonij je već dugo poznat kao ukrasni kamen.



Slika 11.3. Porastom volumena pukotine se prilikom nastanka uklješte te se ne mogu širiti.



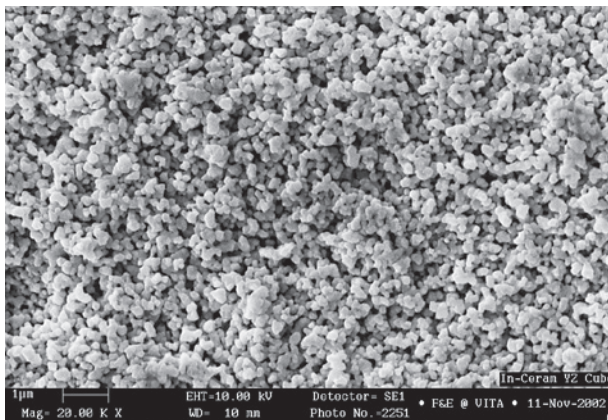
Slika 11.4. S obzirom na savojnu čvrstoću i lomnu žilavost, cirkonijev oksid je vodeći materijal među dentalnim keramikama.



prilikom izrade te time smanjenja čvrstoće i javljanje potrebe za naknadnom obradom<sup>11</sup>. Logično je bilo pokušati dobiti materijal koji bi se mogao lakše obrađivati i na kraju doseći maksimalnu čvrstoću. Rješenje je bila primjena predsinteriranih blokova koji su tek nakon glodanja prošli pravi proces sinteriranja. Kontrakcija od 25 do 30 % koja se događa za vrijeme sinteriranja kompenzira se matematičkim izračunima za vrijeme glodanja (Slike 11.5. do 11.7.). Nedostatak je da se provjera prilagođenosti osnove mozne konstrukcije može obaviti tek nakon sinteriranja (oko šest sati pri 1550 do 1570 °C). Prednost je činjenica da se zbog povećanja uz isti promjer brusnih tijela može dobiti više površinskih detalja te bolja prilagođenost. Za Sirona inLab sustav (Sirona, Bensheim) (Slika 11.8.) na raspolaganju su blokovi od cirkonijeva oksida. Pri tome se radi o spomenutim predsinteriranim blokovima s obzirom da jedinica za glodanje ne može obrađivati cirkon u krajnjem stupnju tvrdoće. VITA YZ-Cubes (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen) postoje za različite indikacije u različitim veličinama (Slika 11.9.). S obzirom na kontrakciju prilikom sinteriranja, blokovi su označeni barkodovima koji sadrže informacije o tome (Slika 11.10.). Taj kod se očitava laserskim skenerom koji se nalazi u inLab jedinici za glodanje. Za izradu višečlanih mostova nudi se poseban blok YZ-55 koji omogućava maksimalnu iskorištenost radne dužine glodalice, jer se obrađuje s obje strane (Slika 11.11.). Za to je prilikom radnog postupka potrebno jedno okretanje.

Alternativu materijala za inLab uređaj na bazi cirkonijeva oksida predstavljaju IPS e.max blokovi (Ivoclar Vivadent) (Slika 11.12.).

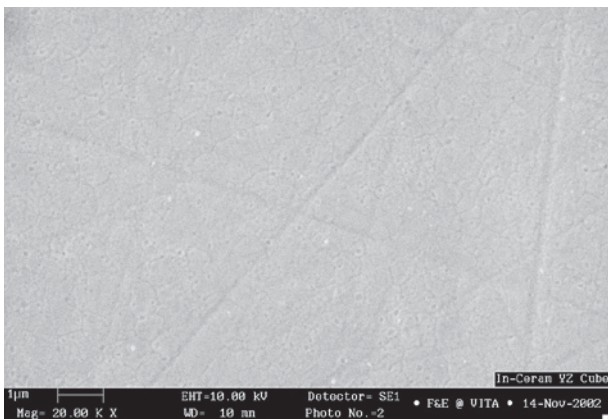
**Slika 11.5.** Zbog kompenzacije kontrakcije prilikom sinteriranja predsinterirana osnova mosne konstrukcije se glode uvećano.



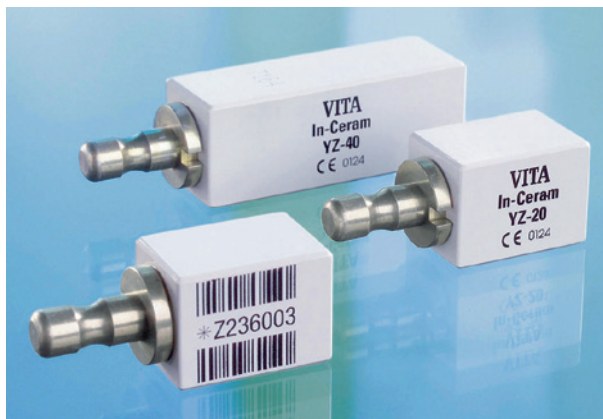
Slika 11.6. REM prikazuje poroznu strukturu YZ-Cube bloka (slika: VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen).



Slika 11.8. Uređaj CEREC inLab tvrtke Sirona prikladan je za izradu osnova mosnih konstrukcija od cirkonijeva oksida (slika: Sirona, Bensheim).



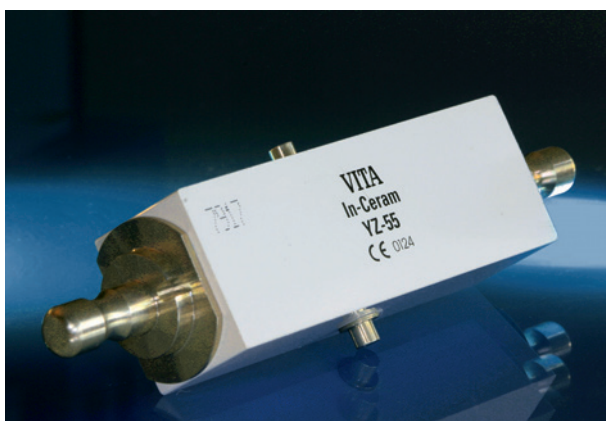
Slika 11.7. Sinteriranjem se dobije gusta struktura (slika: VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen).



Slika 11.9. VITA YZ-Cubes (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen) postoje u različitim veličinama kako bi zadovoljile različite indikacije.



**Slika 11.10.** ZY-Cubes su označeni barkodom. Broj 24 nakon Z označava kontrakciju u postocima. Laserski skener inLab uređaja prije glodanja očitava ovaj kod.

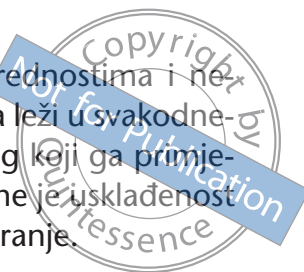


**Slika 11.11.** ZY55 za višečlane mostove maksimalno iskorištava moguću dužinu glodanja jednog bloka u inLab jedinici za izradu. Za to je potrebno jedno okretanje za vrijeme procesa glodanja.



**Slika 11.12.** IPS e.max ZirCAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) predstavlja još jedan materijal za inLab na bazi cirkonijeva oksida.

Definitivna odluka o prednostima i nedostacima nekog postupka leži u svakodnevnoj praksi i time kod onog koji ga primjenjuje. Važan aspekt pri tome je usklađenost jezgre i materijala za fasetiranje.



## Klinički i laboratorijski aspekti

### Indikacije za krunice

Indikacije za izradu protetskih nadomjestaka od cirkon-oksidge keramike su pojedinačne krunice u području prednjih ili stražnjih zubi. Zbog dobrih estetskih svojstava, potpuno keramički nadomjestci su prije svega indicirani u vidljivom području. Budući da je keramika translucetna, trebalo bi izbjegavati tamnije ili obojene podloge te materijale koji ne provode svjetlost kao što su metalne nadogradnje. Cirkon-oksidge keramika dovoljno je stabilna i za primjenu u lateralnom području koje je izloženo većim žvačnim silama<sup>14</sup>. Cirkonijev oksid je vrlo stabilan te se bez problema može primijeniti i u slučajevima kad nije moguća adhezivna tehnika cementiranja.

Sljedeće situacije predstavljaju indicaciju za protetsko zbrinjavanje krunicama od cirkona izrađenim CAD/CAM tehnikom:

- opsežni karijesni defekti, odnosno kao posljedica toga preveliki nestabilni ispuni
- poremećaji tvorbe cakline ili dentina kao i drugi morfološki defekti zubi
- promjene boje
- defekti uvjetovani abrazijom ili erozijom
- anomalije oblika ili položaja zubi
- korekcije položaja zagriža
- traumatska oštećenja
- nadomještanje defektnih kao i funkcijski ili estetski neadekvatnih krunica
- kao nosači mosta.



**Slika 11.13.** Dobra biokompatibilnost keramičkog materijala dopušta izradu međučlanova mosta s bazalnim nalijeganjem na sluznicu.



**Slika 11.14.** Međučlan ukomponiran u most ostavlja optički dojam kao da izlazi izravno iz gingive. Ne djeluje kao da je položen na greben.

Primjena cirkonijeva oksida za djelomične krunice još nije opisana, a temeljem teoretskih razmišljanja moguća je samo uvjetno. S jedne strane, vidljivi prijelaz dovodi do estetskih problema, jer je rubno vidljiva jezgra od tvrde keramike, a s druge strane, mora se zahtijevati čisto adhezivno cementiranje što je u tim slučajevima teško ostvariti.

## Indikacije za mostove

Kod nadomještanja nedostajućih zubi postoji indikacija za višečlane mostove, pri čemu njihov opseg ovisi o mogućnostima korištenog CAD/CAM sustava. Zbog već opisanih dobrih estetskih svojstava ova keramika se rado koristi za prednje mostove, no, lateralni su također mogući. Kad mostovi završavaju slobodno, tj. privjeskom, njega je moguće izraditi od ovog materijala, pri čemu i dalje treba uzeti u obzir da je to statički nepovoljno. Moguće je i povezivanje nekoliko zubi nosača u blok. Može se oblikovati kao tangencijalni most ili, s obzirom na visoku biokompatibilnost materijala, izraditi most sa širom bazom (Slika 11.13., Slika 11.14.). Potonje je estetski i fonetski povoljnije, što prije svega vrijedi za frontalno područje.

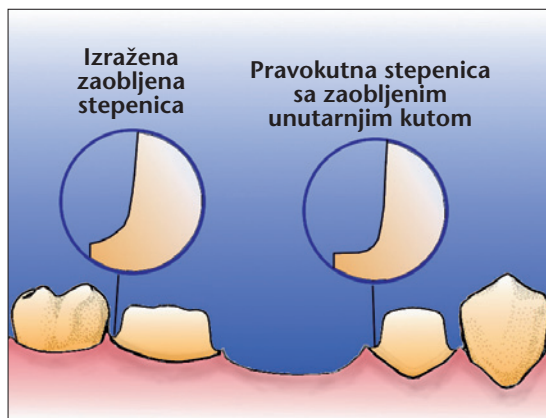
Jako važno kod planiranja potpuno keramičkih CAD/CAM nadomjestaka je dobivanje jedinstvenog smjera uvođenja. Lasersko precizno mjerenje bataljaka po tom pitanju ne dopušta nikakve kompromise. U literaturi su opisani funkcijski podijeljeni mostovi od potpune keramike<sup>7</sup> koji su se u međuvremenu i klinički dokazali.

Maryland mostovi problematični su iz istih razloga kao i djelomične krunice s obzirom da nije jasno koliko se jezgra može proširiti, a da kasnije ne bude vidljiva. Ovdje treba dati prednost drugim potpuno keramičkim sustavima. Kontraindikacije za potpuno keramičke nadomjeske prije svega su loša oralna higijena, osobito u kombinaciji s većim paradontnim defektima, kao i teži okluzalni poremećaji ili nejasni okluzalni odnosi.

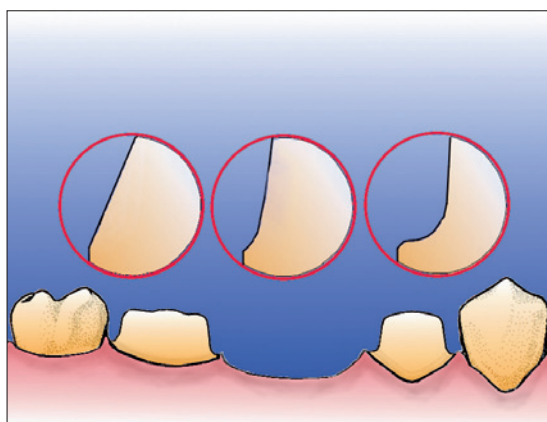
## Preparacija

Velika stabilnost cirkon-oksidne keramike dopušta da se klinička procedura ne razlikuje posebno u odnosu na metalokeramičke radove. Prilikom preparacije dopušteni su konvencionalni oblici i minimalno invazivne metode (Slika 11.15.). Naravno da se treba pridržavati pravila koja vrijede za potpuno keramičke nadomjeske. Zbog statičkih raz-

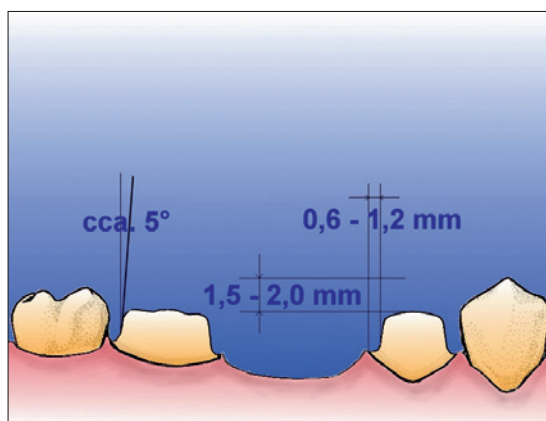




**Slika 11.15.** Preparacija pravokutnih i izraženih zaobljenih stepenica dopuštena je kod protetskog zbrinjavanja potpuno keramičkim krunicama i mostovima od cirkonijeva dioksida.



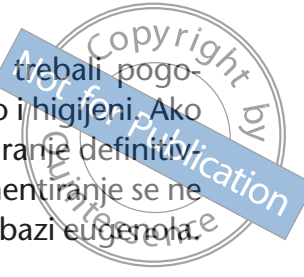
**Slika 11.16.** Tangencijalnu preparaciju stepenica preko 100 stupnjeva i zakošavanje ruba preparacije trebalo bi izbjegavati.



**Slika 11.17.** Oblikuju se lagano konični bataljci. Treba paziti da se zub okluzalno reducira u dovoljnoj mjeri.

loga potrebno je izraditi pravokutnu ili zaobljenu stepenicu što je u skladu s poštovanjem tvrdog zubnog tkiva. Kod pravokutne stepenice preporučuje se zaobljen unutarnji kut kako bi se očuvalo što više tkiva. Oblikuje se cilindričnim dijamantnim svrdlom zaobljena vrha. Opasnost od iritacije pulpe, osobito u ugroženom distalnom području premolara i molara time se smanjuje. Širina stepenice za cirkon također ne treba biti velika, oko 1 mm je sasvim dovoljno. Međutim, preparacija uskih pravokutnih stepenica nije jednostavna. Sklizanje rotirajućeg instrumenta može dovesti do teških oštećenja tkiva. U neravnim područjima instrument može zapeti ili se napravi utor. Preporučljivo je tijekom stepenice prvo označiti manjim okruglim ili obrnuto koničnim svrdlom. Temelj ergonomskog rada su setovi svrdala koji sadrže konična ili cilindrična dijamantna svrdla koja omogućuju oblikovanje zaobljene stepenice kao i cilindrična brusna tijela zaobljena vrha<sup>6</sup>.

Ako se oblikuje zaobljena stepenica, ona mora biti jasno izražena. Time se osigurava potrebna potpora. No, često je teško oblikovati izraženu zaobljenu stepenicu. Koriste se konična ili cilindrična svrdla odgovarajuće oblikovanog vrška. Svakako treba izbjegavati preparaciju kod kojih rub završava ponovnim uzdizanjem ("J shape"). Često se ti dijelovi gube već prilikom oslobađanja bataljaka. A ako se očuvaju, predstavljaju nepremostivu poteškoću za vrijeme glodanja. Tangencijalna preparacija stepenice preko 100 stupnjeva kao i zakošavanje ruba preparacije su kontraindicirani (Slika 11.16.). Granica preparacije trebala bi se nalaziti u razini ili lagano ispod razine gingive, dok bi cirkularni tijek preparacije po mogućnosti trebao biti jednakomjeran. Izbjegavati treba tvorbe poput izbočina kao i ostale nepravilnosti. Oblik bataljaka bi trebao biti lagano koničan za oko 5 stupnjeva. Previše paralelne preparacije sklone su zapinjanju i mogu do-



vesti do problema kod prepoznavanja ruba preparacije prilikom konstruiranja. Vrlo nakošene stijenke također treba izbjegavati, pri čemu se svakako u obzir uzima klinička situacija. Okluzalna/incizalna redukcija mora omogućiti dovoljnu debljinu keramike te bi trebala biti nešto veća nego za metalokeramičke radove. Ovisno o situaciji trebala bi iznositi 1,5 do 2 mm. Cirkularno se zubno tkivo uklanja između 0,6 i 1,2 mm (Slika 11.17.). Korisno je izbrusiti orijentacijske žljebove koji će pomoći pri jednakomjernom i dovoljnom uklanjanju tkiva. Oštre grizne bridove treba zaobliti. Time se sprječava nepovoljno djelovanje sila na keramiku, a i olakšava glodanje osnove mosne konstrukcije. U slučaju potrebe nadograđivanja bataljaka ili zubi nosača dosad su se koristili staklenionomerni cementi. U međuvremenu su se etablirali i adhezivno pričvršćeni ispuni. Njihova estetska svojstva poput boje i translucencije bolje su prilagođena keramici, a njihovom primjenom raste i opteretivost bataljaka<sup>13</sup>.

## Uzimanje otiska i privremeni nadomjesci

Otisak se uzima konvencionalno s materijalima koji omogućuju precizan prikaz detalja. Prikladni su silikoni, polieteri i hidrokoloide. Jasan prikaz granice preparacije i sulkusa omogućuje lakše kasnije nalaženje granice kao i neproblematično konstruiranje u CAD programu te točne rezultate. Preporučuje se retrakcija gingive odgovarajućim koncima. Treba paziti na interakcije medikamentoznih dodataka i korištenih materijala za otiske. Načelno se pravila ne razlikuju u odnosu na konvencionalnu metalokeramiku.

Kod estetski zahtjevnijih nadomjestaka je prilikom uzimanja otiska uz precizno prikazivanje bataljaka vrlo važno pravilno prikazati i gingivu. Često se preporučuje izrada drugog modela na kojem su prikazana meka tkiva.

Privremeni nadomjesci bi trebali pogodovati zdravlju parodonta kao i higijeni. Ako se planira adhezivno cementiranje definitivnog rada, za privremeno cementiranje se ne bi trebali koristiti cementi na bazi eugenola.

## Izrada osnove mosne konstrukcije u laboratoriju

Ovaj radni korak razlikuje se ovisno o primijenjenom CAD/CAM sustavu. Ovdje će se predstaviti tehnika uz korištenje Sirona inLab uređaja za zubotehničke laboratorije (Sirona, Bensheim).

Nakon izrade modela s pokretnim bataljcima oslobađaju se granice preparacije (Slika 11.18.). Pojedinačni bataljci se s modela mogu izravno umetati u držač za skeniranje (Slika 11.19., Slika 11.20.). Za digitalizaciju površinskih podataka koristi se laserski skener koji je integriran u CEREC inLab uređaj (Slika 11.21.). Za korištenje ekstraoralnog skenera inEOS (Sirona, Bensheim) također postoje posebni držači (Slika 11.22.). Zbog različitog načina prikupljanja podataka vrijeme skeniranja je znatno kraće u odnosu na laserski skener.

Za skeniranje jednog zubnog niza, kao što se radi prilikom izrade mosta, rezovi između bataljaka na modelu se provizorno zatvaraju voskom. Preko tako pripremljenih bataljaka odgovarajućim materijalom prikladnim za dubliranje uzima se segmentalni otisak (Slika 11.23., Slika 11.24.). Taj otisak se nakon stvrdnjavanja izlijeva u specijalnoj sadri CAM Base (Dentona, Dortmund). CAM Base sadra je posebno razvijena za primjenu u CAD/CAM tehnologiji te zbog njenih optičkih svojstva nije potrebno dodatno površinsko nanošenje optički aktivnih tvari. Primjenom inEOS skenera može se direktno skenirati površina modela. Dubliranje nije potrebno. Osim toga, mogu se obuhvatiti veća područja, čak i cijele čeljusti (Slika 11.25.).



# Prilog

## INDEKS



### A

aceton 150  
adaptacija rubnog dijela 191f., 330f.  
adhezijsko cementiranje 235  
akumulacija plaka 191f., 233  
algoritmi glodanja 258  
analiza boje 318  
antagonisti 26  
apsorpcija 324  
aproksimalni prostor 236  
aproksimalna zona 26f.  
artikulacija 29  
attachmenti 256, 258

### B

bezubost 272  
Bézierova krivulja 206  
biokompatibilnost 273, 328  
boja 305  
boja, efekti 85, 307  
boja sluznice 201  
brusna tijela, dijamantna 236  
brusna tijela 244  
bušenje rupica 239  
bušotina 240

### C

caklinski defekti 147  
caklinski sloj 87, 92  
caklinsko-dentinska veza 151  
celuloidna matrica 148  
centar za glodanje radova 201  
cijeljenje rane 191  
cilindar za glodanje, virtualni 242  
cementiranje 148, 197, 212, 330  
cirkonijev dioksid 201  
cirkonijev oksid, tetragonalno stabilizirani 280  
cirkon-oksidna keramika, zagrijavanje 278  
Custom Abutment (individualna nadogradnja za implantat) 208

### Č

čvrstoća 275  
tetragonalno stabilizirana keramika In-Ceram YZ 288  
čvrstoća veze 232

**D**

daltonizam 316  
 debljina cementnog sloja 192  
 debljina fasetnog sloja 209, 307  
 debljina kapice 242, 293  
 debljina sloja 122  
 debljina stijenke 236, 258  
 densitometar 267  
 dentinski sloj 87  
     debljina 89  
     nanošenje 321  
 dijamantni finirer 238  
 držač jezgre za krunicu 240  
 držač za skeniranje 256  
 dubina boje 87  
 dvostruka krunica 234  
     galvanska 244

**E**

Easyshade 319  
 efekt mliječnog stakla 305  
 ekvatorska linija 244  
 elongacija 235  
 Empress 265  
 epigingivna razina 234  
 estetika mekih tkiva 201  
 esthetic-base-gold 86  
 EVA interdentalna stripsa 153

**F**

finiranje 244  
 fino zrnati diskovi za poliranje 153  
 fluorescencija 305, 324  
 folija za mjerenje žvačnih sila 266f.  
 fosforna kiselina 150  
 fraktura osnove mosne konstrukcije 274  
 frikcijsko ponašanje 232  
 funkcija glodanja 242

**G**

galvanizacija 238, 245  
 galvanske kapice 238, 245  
 galvanske sekundarne strukture 232f.  
 gingivna maska 199, 202  
 glazurno pečenje 92, 124  
 glodanje 235f., 236, 242  
 glodanje pod nula stupnjeva 243  
 granica opteretivosti  
     materijali 274  
     metalokeramika 274  
     potpuna keramika 274  
 granica preparacije 25, 234, 236  
 granica širenja 274  
 grubo poliranje prije postavljanja rada u usta 196  
 gubitak tkiva 329  
 gubitak trenja 233  
 gubitak žvačnih sila 270

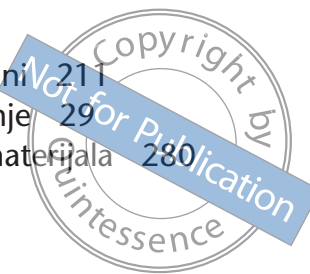
**H**

halo 85, 324  
 halo-efekt 309f.  
 Heliobond 151  
 higijenski koncept 84

**I**

implantat 208  
 implantoprotetika 201f.  
 incizalni brid 148  
 incizalno zakošenje 236  
 individualizacija 91  
 inEos skener 203  
 infiltracijska keramika 280  
 infiltracijski proces 236  
 infiltracijsko pečenje 193  
 instrument za izvrtanje ruba 193  
 instrument za izvrtanje ruba kapice 198





intenzitet boje 85  
 interdentalna stripsa 29  
 interdentalni kolčići 149  
 intraoralna kamera 205  
 ispitni uzorak 282  
 izlazni profil 202, 206f., 208, 210  
   promjena 210  
 iznos međuprostora 260

## J

Jacket krunica 327  
 jamstvo kakvoće materijala 265  
 jedinica za prijenos žvačnog tlaka 268  
 jednokomadni odljev 247  
 jezgrena keramika 265, 281  
   indikacija 293  
   lomna žilavost 299  
   izbor 294  
 jezgreni materijal 281

## K

kakvoća ozubljenosti 272  
 kamera 25  
 kapica 239  
   necementirana 248  
   potpuno keramička 248  
 kapica za cijeljenje 194  
 kapica za implantat, rubna prilagodba 197  
 kapica za krunicu 192, 202  
 kapica za krunicu na implantatu 192  
 karbidna brusna tijela 236  
 katalizator u obliku paste 153  
 katalog slika 25, 205  
 keramička ljuskica 124f., 148  
   s nadograđivanjem incizalnog kuta 121  
   preparacija 148  
   cementiranje 148

keramički blok, predsinterirani 211  
 keramički ispuni, cementiranje 299  
 keramički sustavi, svojstva materijala 280  
 keramika 121  
   glavne skupine 280  
   konvencionalna 280  
   veličina zrna 278  
 keramika za fasetiranje 316  
 keramike velike čvrstoće 275  
 kod boja 313  
 kolčići 28  
 kolorimetar 312  
 koncept slojevanja 89  
 konfekcijski elementi 235  
 konektor 293, 299  
   površina, računanje 298f., 302  
   oblikovanje 283, 294, 299  
   visina 299, 302  
 konstruiranje, digitalno 260  
 konstrukcijski prijedlog 207  
 kontrakcija pri sinteriranju 277  
 kontrastna slika 93  
 kontrastno sredstvo 203  
 kontrolna točka 206  
 kontrolno mjerenje 93  
 kopirna linija 122, 244  
 kopirno glodanje 299  
 korozija 247  
 krunica 258  
 krunica na implantatu 192f., 198

## L

laboratorijski proces priređivanja keramike 232  
 lantansko staklo 86, 276  
 laser 257  
 laserski skener 204  
 lasersko varenje 247  
 liner 87  
 lomna čvrstoća 265, 275, 278, 292, 331  
 lomna žilavost 274ff., 275, 299, 328  
 luminiscencija 305, 324

## M

maleinska kiselina 150  
 melon 85, 310, 325  
 mase za optimiranje ruba krunice (opimizer-mase) 193  
 masivna nadogradnja za implantat 235  
 matrice 28, 247  
 međuprostor 195  
 metalokeramička veza 274  
 metoda mjerenja žvačnih sila 263  
 MHT SpectroShade 85  
 mikropukotine 310, 324  
 minimalna debljina stijenke 294, 299  
 mišićne sile 265  
 mjerni model 235  
 mjerenje žvačnih sila 263, 274ff., 269, 272  
     ciklus opterećenja 266f.  
     opterećenje u tri točke 267  
     rezultati mjerenja 269  
     žvačni ciklus 269f.  
 model s konfekcioniranim zubima 247  
 modus glodanja 148  
 modul elastičnosti 274  
 Monobond 151  
 most  
     raspon 275  
     djelomično fasetirani 258  
     teleskopski 235  
 mrlje 310, 324

## N

nadogradnja za implantat (abutment) 199, 201f, 203, 255  
     adaptacija 201, 207  
     dizajn 203  
     oblik 201, 207  
     opteretivost 209  
 naizmjenično opterećenje 287  
     niz pokusa 281  
 nakupljanje plaka 273

nanošenje opakera 87  
 napetost 247  
 naredba za početak glodanja 27  
 neinfilirana krunica 244  
 neplemenite legure, modul elastičnosti 2784  
 nosač u obliku ploče 203

## O

oblik preparacije, istraživanje 333  
 oblik zuba 85  
 oblikovanje mekih tkiva 248  
 oblikovanje rubnog dijela 195f.  
 obojenost 87  
 očekivano žvačno opterećenje 298f.  
 očuvanje trenja 250  
 odnos debljine slojeva 321  
 određivanje boje 83, 86, 89, 306, 307, 311, 312, 314, 326  
     3D-Master-Farbsystem 308, 315, 321  
     efekti 326  
     ključ boja 307, 311  
     osnovna boja 307f., 326  
     svjetloća 311  
     ton 311  
     zasićenje 311  
     pojedinih zona 314  
     pogrešno 307  
     višestruko pečenje 307  
     vizualno 311  
 okluzija 26, 29  
     interokluzijski razmak 266  
 oksidne keramike 201  
 opacitet 305, 326  
 opalescencija 306, 325  
 opterećenje 265, 294  
     cikličko 280f.  
     vjerojatnost loma 265  
 opterećenje loma 290, 299f.  
     raspršenost rezultata 288  
 opterećenje u četiri točke 279  
 opteretivost 263f., 273, 292, 294





optičko uzimanje otiska 255  
 oralna higijena 235  
 orijentacijski kriteriji 206  
 osnova mosne konstrukcije 247, 249  
 osnovna pasta 153  
 osnovni dentinski sloj 87  
   debljina 89  
   nanošenje 321  
 oštećenje jezgre 302  
 outsourcing 84  
 ozubljenost 264

## P

paralelno bušenje 240  
 paralelometar 240, 243  
 parametar 258  
 parodontitis 191  
 pečenje 89, 285  
   rezultat 89  
   temperatura 89  
   nosač 89  
 percepcija boje 83, 305  
 periimplantitis 191  
 perikimate 325  
 piezosenzor 266  
 plastična patrica 247  
 plemenite legure, modul elastičnosti 274  
 plohe za glodanje 238  
 podaci o smjeru uvođenja 244  
 podminirana mjesta 206, 209  
 podražaj hladnoćom (test vitaliteta) 84  
 područje jezgre 210, 214  
 područje stepenice 238  
 pokus na životinjama 191  
 pokus savijanja/opterećenja u tri točke  
   279, 283, 285, 292  
 poliranje 29  
 poliranje do visokog sjaja 124  
 položaj osovine 236  
 porast čvrstoće 294  
 porast trenja 233

posebni efekti  
   analiza 85, 87, 93, 321  
   oponašanje 93  
   mase 91  
 posmične sile 248  
 povećanje volumena 277  
 povezivanje, lijepljenje 232, 249  
 površina zuba  
   analiza 92  
   obrada, niz pokusa 284  
   oštećenje 289  
   struktura 285  
   tekstura 210, 325  
 precizna prilagođenost 202  
 precizni otisci 235  
 prečke 256, 258  
 prenošenje sila 286  
   prilagođenost 192  
 preparacija na stepenicu 329ff., 333  
 prerani kontakti 26, 27  
 preuzimanje oblika 123  
 prijedlog oblika 207  
 prijenosne kapice 249  
 prilagodljivi stolić 240  
 primarna krunica 234, 242, 245ff.  
   metalna 234  
   potpuno keramička 234, 248  
 primarni dijelovi 247, 249f.  
   lijepljeni 249  
   metalni 249  
 primarni teleskopi 231, 235f., 242, 248ff.  
   naknadno glodanje 245  
   debljina stijenke 245  
 proces glodanja 26  
 proces pričvršćivanja 29, 150  
 programiranje peći 124  
 promjene žvačnih sila 272  
 prostorna os 209  
 protetski rad  
   sidren implantatima 235  
   teleskopski 250  
 proteza 250

## R

rame implantata 208  
 raspodjela svjetloće 309  
 raspon 265  
 raspoznavanje boja 309, 311  
 razmak pomicanja 204  
 razlike u boji 309  
 razlike u svjetloći 309  
 razlozi, funkcionalni i higijenski 234  
 recesija, parodontna 235  
 referentni zub 89, 310, 320  
 refleks gutanja 28  
 remisija 312  
 RGB-odnos miješanja boja 312  
 RGB-vrijednosti 312  
 remisijaska krivulja 312  
 retencijski element 235  
 rizik od loma 275  
 RN synOcta laboratorijski implantat 203  
 RN synOcta scanbody 202  
 rub gingive 207, 2436  
 rub krunice 192  
 rub preparacije 122, 192, 242, 329, 330, 333  
     subtotalna 235  
 rubna linija nadogradnje za implantat 206, 208  
 rubna pukotina 192, 196, 197, 330  
 rubno brtvljenje 90  
 rubno uzdignuće stepenice 330

## S

sadra za izlivanje modela 83  
 savitljivi štapići 283  
 savojna čvrstoća 274, 278f., 281ff., 293, 299f., 328  
     računanje 284, 287, 299  
     vrijednosti 279  
 scanbody 202, 208  
 sekundarne krunice 232, 245, 248  
 sekundarni dijelovi, patrice 248f.

galvanski 248f.  
 sekundarni dio implantata 258  
 set dijamantnih brusnih tijela 236  
 shema slojevanja 86  
 sile opterećenja 263, 265  
 silikonski ključ 208  
 simuliranje konzistencije namirnice 265f.  
 sinteriranje 276  
 sken 123  
 sluznica 207  
 smjer uvođenja 209, 211, 213, 238ff., 243f., 246f., 248  
     fiksiranje 258  
 SpectroShade 85, 316  
 spektar boja 313  
 spektrofotometar 316  
 sposobnost provođenja temperature 275  
 staklokeramika 280  
 stanje prije infiltracije 232  
 stepenica 86, 147  
     zaobljena 235  
 stijenka kapice 242  
 Straumann  
     CARES 202, 208  
     centar za glodanje 210  
 stroj za ispitivanje, kidalica 283  
 subgingivno područje 235  
 subgingivno širenje 234  
 suho radno polje 28, 149  
 suprakonstrukcija 234  
 sustavi dvostrukih krunica 234f.  
 svilenkasti sjaj 89  
 svjetloća 85, 306  
 svjetlost  
     dinamika svjetlosti 305, 324  
     igra svjetlosti 87  
     prijam svjetlosti 305  
     provođenje svjetlosti 305  
     rasap svjetlosti 87, 30  
     refleksija svjetlosti 305, 310  
 synOcta prijenosna kapica 194  
 synOcta Custom Abutment 210  
 Syntac adheziv 150  
 Syntac Primer 150



## Š

širenje pukotine 276, 278, 280, 294  
 širina rubne pukotine 192

## T

tablični prikaz žvačnih sila 272  
 tehnika teleskopske krunice 235, 240  
 tehnika jetkanja kiselinom 149  
 teleskopska krunica 242, 245  
 teleskopska proteza 249  
 teleskopski držač 256  
 teleskopski modus 240  
 teleskopski radovi 235, 244f., 250, 255  
 temelj 264f.  
 tercijarna konstrukcija 247ff., 250  
 tercijarna struktura 232, 250  
 tijek opterećenja, tipični 287  
 tijek sline 28  
 tipovi ozubljenosti 270  
 titan 201  
 tlačno opterećenje 197  
 ton, pomicanje 85  
 tragovi glodanja na površini rada 244  
 transformacijsko ojačanje 277  
 translucencija 87, 305, 326, 328  
 transmisija 326  
 transparentcija 309, 326, 328  
     povećana 315  
 transparentna zona 85  
 tristimulus 312

## U

udaljenost oslonaca 283, 299f.  
 ukupna debljina sloja 209  
 unutarnje plohe 244, 257  
 unutarnja prilagodba 90, 148  
 uređaji za određivanje boje, digitalni 90,  
 121f., 310, 316f.

uređaj za mjerenje žvačnih sila 268  
 usporedba čvrstoća 280, 281, 288  
 uvrtnje ruba 197

## V

Vacumat 40 124, 285  
 vanjska krunica 238  
 Variolink kompozit 153  
 Variolink sustav 149  
 veza s keramikom 151f.  
 vijak za pozicioniranje 195  
 visina bataljka 298  
 visoki sjaj 92, 153  
 višak cementa 196  
 višak na rubu kapice 198  
 višestruko pečenje 322  
 VITA 3D-Master 85, 315, 321  
 VITA blok Mark II 124, 148  
 VITA Classic 85  
 VITA Easyshade 85, 122  
 VITA VM-koncept 88  
 vitalitet 84  
 vlačni pokus 279  
 vlačno opterećenje 201  
 VM7 keramika za fasetiranje 85f.  
 VM keramika za fasetiranje 311  
 VM mase za posebne učinke 88  
 vosak za glodanje 245  
 voštane kapice, glodane 243  
 voštani sken 259  
 vrijednosti čvrstoće 279, 292  
 vrijeme galvanizacije 238

## W

Wax-up, modelacija u vosku 203f., 209,  
 255  
 Wax-up nadomjesci 256  
 Wax-up postupak, navoštavanje 243  
 Wax-up softver 258



Weibullova analiza 291  
 Weibullova čvrstoća 292  
 Weibullovo lomno opterećenje 290, 293  
 Weibullov modul 290  
 Weibullov parametar 290  
 Weibullova statistika 290

## Y

YZ-Cubes 281

## Z

zajednički smjer uvođenja 236  
 zajedničko uvođenje 236  
 zakretni moment sile pritezanja vijka 212  
 zalogaj 264  
 zamor materijala 292  
 zaobljena stepenica 86, 147, 234, 332, 333  
   oblik 234  
   rub 202, 207, 208, 211f.  
   preparacija 335  
 zlatne matrice 247  
 zona mjerenja 320  
 zona griznog brida 148  
 zona napetosti 333  
 zračni mjehuri 153  
 zubi nosači 264  
 zubni tehničar  
   savjetodavna funkcija 265, 333

## Ž

žlijeb vodilica 122, 152, 204  
 žlijeb 148  
 žvačna muskulatura 263f.  
 žvačna sila 263f., 269, 271  
   opterećenje 294  
   klasifikacija 270  
   sposobnost prihvata sile 264, 330  
   maksimalne sile 267  
   interokluzalni razmak 268  
   razlike 271  
 žvačne kretnje 266  
 žvačne sile 265

