

Postupak mjerenja boje zuba uporabom spektrofotometra Easyshade Lite - prikaz slučaja

Janković, Jana

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:405136>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-26**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu
Stomatološki fakultet

Jana Janković

**POSTUPAK MJERENJA BOJE ZUBA
UPORABOM SPEKTROFOTOMETRA
EASYSHADE LITE – PRIKAZ SLUČAJA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2024.

Rad je ostvaren u Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u Zavodu za mobilnu protetiku.

Mentor rada: prof. dr. sc. Dubravka Knezović-Zlatarić, Stomatološki fakultet u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Monika Golubar Erdec, mag. educ. philol. croat.

Lektor engleskog jezika: Eva Abičić, mag. philol. angl.

Rad sadrži: 31 stranicu

3 tablice

23 slike

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

ZAHVALA

Za ovaj diplomski rad i završetak školovanja želim zahvaliti najprije svojoj užoj, a zatim široj obitelji i prijateljima. Svi su bili uz mene, od najtežih početaka do najslađih završetaka. Najviše želim zahvaliti mami Vandi na neiscrpoj motivaciji i pozitivnoj energiji koju mi je prenijela i usadila te zbog koje sam ovaj fakultet polazila i završila u veselju i sreći. U istom tom tonu želim zahvaliti svojim kolegama s fakulteta, posebice iz grupe, koji su svaki dan uljepšali smijehom, svaki ispit neupitnom podrškom i bez kojih ovo razdoblje ne bi bilo to što je. Želim zahvaliti svom dečku, koji je unatoč čestim kilometrima udaljenosti, bio blizu i velika podrška. Želim zahvaliti svojoj mentorici i svim profesorima s kojima sam se susrela na ovom putu na prenesenom znanju, susretljivosti i ljudskosti.



POSTUPAK MJERENJA BOJE ZUBA UPORABOM SPEKTROFOTOMETRA

Sažetak

Za doživljaj boje nužna je interakcija između triju elemenata: svjetlosti, objekta i promatrača. Boja se opaža zbog apsorpcije i refleksije različitih valnih duljina vidljive svjetlosti (od 380 do 780 nm). Boja zuba jedan je od najvažnijih elemenata uspješne estetske restauracije koju pacijent i njegova okolina prvo primijete. Kako bi se postigli što bolji rezultati, uspješniji radovi i zadovoljniji pacijenti, koriste se različite metode određivanja boje zuba.

Konvencionalne metode mjerenja široko su rasprostranjene i najčešće korištene u svakodnevnoj stomatološkoj praksi. Temeljene su na vizualnoj tehnici te su stoga i subjektivne. Iako imaju brojne nedostatke i podložne su utjecaju različitih čimbenika, riječ je o brzim, jeftinim, efikasnim i uspješnim metodama određivanja boje zuba.

Napredovanjem tehnologije, došlo je i do novih načina i postupaka mjerenja boje zuba. Javljaju se digitalne metode koje uključuju digitalnu fotografiju, kolorimetar, intraoralni skener te spektrofotometar. Najveća prednost digitalnih metoda jest njihova objektivnost. U skupini digitalnih metoda ističe se spektrofotometar kao najpreciznija i najtočnija metoda određivanja boje zuba.

Spektrofotometar je jednostavan, lak, siguran i praktičan za uporabu. Sadrži brojne opcije i mogućnosti, a različiti uvjeti osvjetljenja u prostoriji ne utječu na njegove rezultate mjerenja. Olakšava prijenos informacija i komunikaciju s dentalnim laboratorijem.

Digitalizacija je nezaobilazan dio suvremene stomatologije i alat koji uvelike može pomoći ispuniti očekivanja pacijenta.

Ključne riječi: boja; boja zuba; metode mjerenja; digitalne metode; spektrofotometar

TOOTH COLOR MEASUREMENT PROCEDURE USING A SPECTROPHOTOMETER EASYSHADE LITE – CASE REPORT

Summary

The interaction between three elements, the light, the object and the observer is necessary for the experience of colour. Colour is perceived due to the absorption and reflection of different wavelengths of visible light (from 380 to 780 nm). Tooth colour is one of the most important elements of a successful aesthetic restoration, and the first thing the patient and people in his surroundings notice. To achieve the best possible result, and a more satisfied patient, different methods of determining the color of teeth are used.

Conventional methods are widespread and most commonly used in everyday dental practice. They are based on visual technique and are therefore subjective. Although it has many disadvantages and various factors affect its results, it is a very fast, cheap, efficient and successful method of determining tooth color.

With the advancement of technology, new ways and procedures for measuring tooth color have emerged. Digital methods such as digital photography, colorimeter, intraoral scanner and spectrophotometer have been developed. The biggest advantage of digital methods is their objectivity. In the group of digital methods, the spectrophotometer stands out as the most precise and accurate method of determining tooth color.

The spectrophotometer is simple, easy, safe and practical to use. It contains numerous options and possibilities, and different lighting conditions in the room do not affect its measurement results. It simplifies the transfer of information and communication with a dental laboratory.

Digitization is an indispensable part of modern dentistry and a tool that can greatly help meet the patient's expectations.

Key words: color; tooth color; measurement methods; digital methods; spectrophotometer

Popis skraćenica

CIE - *Commission Internationale de l'Eclairage*

K - Kelvinov stupanj

LED - prema *light-emitting diode*; svjetleća dioda

UV - ultraljubičasta



SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Parametri boje i optička svojstva zuba	2
1.2. Određivanje boje zuba	4
1.2.1. Konvencionalno određivanje boje zuba	4
1.2.2. Digitalne metode mjerenja	6
1.2.2.1. Digitalni fotoaparati i mjerenje boje	7
1.2.2.2. Kolorimetar	7
1.2.2.3. Intraoralni skener	8
1.2.2.4. Spektrofotometar	8
2. PRIKAZ SLUČAJA	9
2.1. Mjerenje boje zuba 11	14
2.2. Mjerenje boje zuba 21	18
2.3. Mjerenje boje zuba 12	19
2.4. Mjerenje boje zuba 22	21
3. RASPRAVA	24
4. ZAKLJUČAK	26
5. LITERATURA	28
6. ŽIVOTOPIS	30



Određivanje boje zuba ključan je čimbenik estetskog uspjeha protetskoga rada. Za pacijente je boja restauracije jedan od najvažnijih kriterija koji se odmah može procijeniti (1).

Suvremeni trend u dentalnoj medicini jest imitacija prirode u svim njezinim aspektima. Ne dopuštaju se manjkavosti ni u jednoj od estetskih odrednica: veličini, obliku, teksturi površine te boji restauracije, stoga se određivanje boje, klasična faza u izradi nadomjeska, ni u kojem slučaju više ne banalizira jednostavnim određivanjem nijanse zuba letimičnim pogledom na ključ boja. Određivanje boje u dentalnoj ordinaciji danas je složen i zahtjevan postupak u kojem sudjeluju terapeut, dentalni tehničar i sam pacijent (2).

Vizualno određivanje boje zuba ovisi o nizu faktora kao što su percepcija boje promatrača, ambijentalno osvjetljenje i ambijentalne boje. Boja zuba koja se čini dobro usklađenom u stomatološkoj ordinaciji, možda više ne zadovoljava kriterije (zahtjeve) na prirodnom dnevnom svjetlu.

Zahvaljujući uređajima za digitalno mjerenje boje zuba, mogu se nadoknaditi nedostaci vizualnog, odnosno konvencionalnog određivanja boje zuba. To čini određivanje boje zuba bržim, pouzdanijim, ponovljivim i objektivnijim (1).

U ovom radu pobliže ćemo objasniti metode mjerenja boje zuba, konvencionalne i digitalne. Svrha rada je prikazati način rada spektrofotometra i postupak određivanja boje zuba putem istog.

1.1. Parametri boje i optička svojstva zuba

Važno je razumjeti što se podrazumijeva pod pojmom boja. Kada bi se dva fizički ista zuba stavila na različite pozadine, većina promatrača vidjela bi ih kao zube različite boje. Zbog toga je korisno razlikovati fizičku i perceptivnu boju (3). Perceptivna boja je gotovo uvijek ta koja je od interesa za pacijente (3). Kada govorimo o boji zuba, zapravo govorimo o njegovom tonu (engl. *hue*), zasićenosti (engl. *chroma*) i svjetlini (engl. *value*). Ton je atribut pri kojem zubi izgledaju npr. crvenije, žuće ili plavljije, zasićenost je atribut pri kojem zubi izgledaju šarenije, a svjetlina atribut pri kojem se čini da reflektiraju više ili manje svjetla (3). Te parametre uvodi Munsell 1904. godine i mijenja ideje o boji uvođenjem specifikacije i notacije boje. Dodijelio je numeričke vrijednosti parametrima boje uključujući fizičke uzorke za određivanje boje objekta. Osim Munsellovog sustava boja, drugi sustav koji je u najčešćoj uporabi je *Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) (the International Commission on Illumination)* sustav boja. U navedenom sustavu koriste se tri koordinate (L, a, b) za detekciju

boje u prostoru boja sistematiziranom određivanjem izvora svjetlosti, objekta i promatrača. L^* koordinata predstavlja svjetlinu objekta, vrijednost a^* predstavlja crveno-zelenu zasićenost boje, a vrijednost b^* žuto-plavu zasićenost boje. Sustav boja temeljen je na teoriji komplementarnih boja koja govori da dvije boje ne mogu istovremeno biti crvena i zelena odnosno žuta i plava. Prema CIELab sustavu sve boje u prirodi dobivaju se mješavinom triju osnovnih boja: crvene, plave i zelene, a sve su ostale boje njihova mješavina (4).

Na boju zuba, odnosno gore navedene osobine boje, utječu i optička svojstva zuba. To su fluorescencija, opalescencija i translucencija. Fluorescencija nastaje kada caklina i dentin apsorbiraju energiju UV svjetlosti koja se nalazi izvan vidljivog spektra ljudskog oka, a emitiraju svjetlosnu energiju u vidljivom dijelu spektra. Efekt opalescencije najviše je vidljiv u incizalnoj trećini zuba jer tamo dentin u podlozi ne utječe na boju zuba. Kod istog materijala vidljiva je razlika u boji kada se svjetlost od njega odbija i kada svjetlost kroz njega prolazi (5). Svjetlost koja se reflektira daje plavičast sjaj zubu, dok svjetlost koja se propušta daje narančastu boju (6). Translucencija je vrlo izraženo svojstvo cakline (5). Zbog dvofazne strukture cakline (caklinske prizme i matrica) svjetlosne se zrake različito prelamaju i reflektiraju (2). Svjetlosne zrake padaju na površinu materijala koji jedan dio zraka propušta, a drugi dio svjetlosti istovremeno reflektira s površine, dok se manji dio zraka rasprši unutar materijala (5). Zbog toga nastaje translucetni učinak i postiže se dubina boje (2). Transparencija predstavlja najviši stupanj translucencije, dok opacitet onaj najmanji (5).

Na boju zuba utječu sastav, struktura, vitalnost i gustoća zubnog tkiva, a svaka mehanička, kemijska ili biološka promjena tvrdoga zubnog tkiva mijenja boju zuba (5). Naime, boja svakoga pojedinog zuba varira od cervikalnog do incizalnog dijela ovisno o njegovoj strukturi, pa tako i svaka skupina zuba u svakoj čeljusti zbog raznolikosti u građi i oblika ima drugačiju boju. Primjerice, gingivni dijelovi zuba s tanjom caklinom kroz koju se prozire dentin doimaju se zasićenijima, središnji dijelovi zbog debljeg sloja cakline izgledaju svjetlije, a incizalna trećina građena od transparentne cakline zbog utjecaja okoline može izgledati tamnije.

Spol i dob također utječu na boju zuba, zajedno s raznim vanjskim i unutarnjim čimbenicima kao što su sistemske bolesti, trauma, karijes, pušenje, loša oralna higijena, primjena određenih skupina lijekova te konzumacija određene hrane i pića (7).

Boja zuba složen je fenomen na koji utječu mnogobrojni čimbenici, a ljudsko oko i mozak su oni koji utječu na cjelokupnu percepciju boje zuba (8). Raznolikost, polikromatska priroda i individualnost boje svakoga pojedinog zuba izazov je stomatologu pri provođenju različitih

zahvata u usnoj šupljini (7). Sva navedena svojstva boje zuba imaju veliki utjecaj te ih treba pažljivo razmotriti kada su potrebne visokoestetske restauracije (6).

1.2. Određivanje boje zuba

Postupak određivanja boje zuba implementiran je u svakodnevni rad stomatologa. Koristi se pri izradi restaurativnih i protetskih radova kao što su kompozitni ispuni, onlaji, inlaji, overlaji, ljske, krunice, mostovi i proteze. Također, pri postavljanju indikacija i praćenju uspjeha izbjeljivanja zuba (7). Koristi se i za procjenu kliničkih ishoda niza stomatoloških zahvata uključujući avulziju i replantaciju (3).

Dok se nekada boja restauracija najčešće određivala pomoću konvencionalne monokromatske karte boja, danas je opće prihvaćeno da je stvarna boja daleko složenija od toga (6).

1.2.1. Konvencionalno određivanje boje zuba

Vizualne metode određivanja boje zuba koriste fizičke reference, odnosno ključeve boja za procjenu nijanse zuba, odnosno restauracije. Ključ boja drži se paralelno sa zubima te se odabire boja koja najbolje odgovara boji zuba (Slika 3.). Boja bi se trebala odrediti unutar 5 – 7 sekundi zbog problema zamora oka. (9) Teškoće nastaju i zbog metamerizma, pojave različite percepcije iste boje zbog različite osvjetljenosti (2). Stoga treba voditi računa o osvjetljenju ordinacije. Idealno bi bilo dnevno svjetlo ili, alternativno, fluorescentne cijevi kalibrirati na 6500 K što je najbliže temperaturi dnevne svjetlosti. Također, boju treba odrediti na početku posjeta, prije bilo kakvih intervencija koje bi mogle isušiti zub i tako utjecati na boju. Pacijenticama se treba ukloniti ruž sa usana zbog uklanjanja ometajućih čimbenika. Šifra odabrane boje se zatim bilježi i šalje dentalnom tehničaru (9). Ključevi boja trebaju posjedovati specifične karakteristike kao što su pravilna raspodjela u prostoru boja, racionalno slaganje boja, jednostavna manipulacija te prihvatljiva točnost i preciznost (4).

Neki od najčešće korištenih ključeva boja su *Vita Classical* (*Vita Zahnfabrik*) i *Chromascop* (*Ivoclar Vivadent*). Unatoč tome, samo 6 % populacije posjeduje jednu od 16 boja u *Vita Classical* ključu boja (Slika 1., Slika 2.), što znači da se u ostalim slučajevima radi o najsličnijoj boji. To uvelike otežava rad stomatologa i dentalnog tehničara (7).



Slika 1. Distribucija boja u *Vita Classical* A1-D4 ključu prema nijansi (A1 – A4 (crvenkasto-smečkasta), B1 – B4 (crvenkasto-žučkasta), C1 – C4 (sivkaste nijanse), D2 – D4 (crvenkasto-siva). Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović-Zlatarić.



Slika 2. Distribucija boja u *Vita Classical* ključu prema nijansi. Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović-Zlatarić.



Slika 3. Određivanje boje zuba pomoću *Vita Classical* ključa boja, boja A1 odgovara boji promatranog zuba. Preuzeto s dopuštenjem autora: prof. dr. sc. Dubravka Knezović-Zlatarić.

Noviji i unaprijeđeni sustav vizualnog određivanja boje zuba je *VITA 3D Master* linearni ključ boja. Postupak izgleda tako da se najprije odredi stupanj svjetlosti od 0 do 5 koji najbolje odgovara promatranom zubu koristeći tamnosivu pločicu ključa boja. Na temelju odabira svjetline uzima se odgovarajuća *VITA Chroma/Hueguide* (0/1, 2, 3, 4 ili 5) siva pločica za određivanje odgovarajućeg tona i zasićenosti. Sastoji se od 26 prirodnih i sustavno raspoređenih boja zuba i tri dodatne boje za izbjeljivanje zubi (10).

Točnost i preciznost vizualne metode ovisi o brojnim čimbenicima koji mogu utjecati na rezultate mjerenja. Najvažnija su svojstva/ograničenja ključa boja, sposobnost/iskustvo promatrača pri usklađivanju boja i izvor svjetla (4). Tu je još i način i kut promatranja zuba, boja odjeće i šminke koju nosi pacijent, prethodno izlaganje oka određenoj boji te sama percepcija boje koja predstavlja zbroj fiziološkog i psihološkog odgovora na podražaj. Nepredvidljivost, nepouzdanost i subjektivnost problemi su vizualnog određivanja boje zuba, no ipak se najčešće koristi u svakodnevnoj praksi (7, 9).

1.2.2. Digitalne metode mjerenja

Od 1990. razvijeni su brojni digitalni instrumenti za odabir boje zuba uključujući digitalnu kameru, kolorimetar, spektrofotometar i intraoralni skener. Uređaj za mjerenje boje zuba trebao bi zadovoljavati određene zahtjeve kao što su jednostavno upravljanje, brzo mjerenje, prihvatljiv radni vijek, odgovarajući izvor svjetlosti, razumna cijena i prije svega točnost i preciznost. Općenito, digitalne metode minimiziraju subjektivnost mjerenja (4).

1.2.2.1. Digitalni fotoaparati i mjerenje boje

Digitalna fotografija definitivno je promijenila stomatološku praksu. Fotografije prikazuju portret pacijenta i usne šupljine, informiraju i educiraju pacijenta te pomažu pacijentovom prihvaćanju tretmana, služe za komunikaciju, kao dokumenti, pomažu pri odabiru boje i uspoređuju intraoralna stanja prije i poslije tretmana.

Uporaba digitalnih fotoaparata savjetuje se za odabir boje zuba. Fotografije se mogu koristiti za prijenos informacija kao što su distribucija boje, morfologija i površinska tekstura zuba. Također, prednost može biti spoj fotoaparata i ključa boja snimljenog neposredno pored zuba od interesa.

Intraoralne kamere mogu se koristiti za smanjenje faktora koji utječu na rezultat fotografije snimljene ekstraoralnom kamerom. Intraoralne kamere mogu eliminirati ambijentalno osvjetljenje, nefiksiranu udaljenost između kamere i objekta, postavke uređaja, svjetlosne senzore i procesiranje fotografije. Korištenje intraoralne digitalne kamere uz softver može poboljšati točnost fotografskih mjerenja boja.

Još jedno sredstvo za digitalnu fotografiju je pametni telefon. Njegove prednosti su u bežičnoj komunikaciji i povezivanju, fotografiji visoke rezolucije, obogaćenoj funkcionalnosti i mogućnosti više softverskih aplikacija. Fotografije fotografirane pametnim telefonom mogu se koristiti kao reference za usklađivanje nijanse, međutim, određeni faktori mogu utjecati na boju fotografija kao i kod ekstraoralne digitalne kamere.

Također, dostupni su različiti softverski programi za mjerenje i analizu boje digitalnih fotografija kao što su *ClearMatch* (*Clarity Dental*, Salt Lake City, UT) i *Adobe Photoshop* (*Adobe Inc.*, San Jose, CA). Softver, koji je kompatibilan s digitalnom kamerom, mora biti instaliran na računalo i na taj se način koristiti za usklađivanje zubnih boja (4).

1.2.2.2. Kolorimetar

Kolorimetar je optički uređaj koji može očitati vidljivi spektar koristeći filtrirane fotodetektore. Uvedeni su kako bi pomogli pri određivanju boje zuba. Ovi uređaji su jednostavni za uporabu i cjenovno prihvatljivi, analiziraju reflektirajuće svjetlo, prikupljaju podatke, pretvaraju podatke u parametre boja i specificiraju boju zuba. Kako vizualne metode ne mogu kvantificirati boju, kolorimetri podižu točnost smanjenjem pogreške (4).

1.2.2.3. Intraoralni skener

Intraoralni skener prvotno je namijenjen uzimanju digitalnog otiska, no nekima je dodana mogućnost mjerenja boje zuba. Alat koristi kameru visoke rezolucije uključenu u ručni digitalni skener. Nakon skeniranja zuba LED svjetlom, boja zuba se procjenjuje softverski i prikazuje prema VITA ključu boja, a ne prema parametrima boje. Odabrana boja i digitalni otisak koriste se za izradu restauracije (4).

1.2.2.4. Spektrofotometar

Spektrofotometri se smatraju najtočnijim, najfleksibilnijim i najkorisnijim uređajima za određivanje boje u stomatologiji. Njima se može izmjeriti količina svjetlosne energije koja se odbija od objekta u razmacima od 1 do 25 nm duž vidljivog spektra. Istraživanja govore da je, u usporedbi s konvencionalnim određivanjem boje zuba, 33 % točniji i čak 93,3 % objektivniji u određivanju boje zuba (11). Ovi digitalni instrumenti procjenjuju boju prirodnog zuba bez utjecaja vanjskog osvjetljenja te ih novije generacije mogu koristiti i za određivanje translucencije keramičkih materijala (7). Spektrofotometri mogu biti klasificirani na temelju svoje mjerne geometrije u dvije skupine: mjerenje cijele površine zuba i točkasto mjerenje. Mjerenja boja pretvaraju se u odgovarajuću nijansu u ključu boja. U usporedbi s drugim uređajima za mjerenje boje, spektrofotometar pokazuje veću točnost s duljim radnim vijekom bez osjetljivosti na metamerizam objekta predstavljajući najprikladnija mjerenja boje zuba u današnje vrijeme. Međutim, treba paziti na čimbenike koji utječu na spektrofotometrijska mjerenja uključujući ispravno centriranje, položaj i usmjerenje mjerne sonde, performanse softvera i veličinu površine koja se mjeri (4) .



2. PRIKAZ SLUČAJA

Prikazat će se postupak mjerenja boje prednjih zuba VITA *Easysshade* LITE spektrofotometrom (Slika 1. – Slika 8.). Spektrofotometar omogućuje brzo i precizno određivanje boje prirodnih zuba pomoću jednog klika. Kompaktan i jednostavan dizajn čine ga praktičnim alatom za određivanje boje zuba koristeći referentne vrijednosti VITA *Classical* A1 – D4 ključa boja i VITA *3D-Master* sustava (12). Mjerenja će se usporediti i s mjerenjima VITA *Easysshade* V spektrofotometrom (Slika 9., Slika 10.).



Slika 4. VITA *Easysshade* LITE na pločici za kalibriranje



Slika 5. VITA *Easyshade* LITE na pločici za kalibriranje



Slika 6. VITA *Easyshade* LITE



Slika 7. VITA *Easyshade* LITE, mjerna sonda



Slika 8. VITA *Easyshade* LITE, ekran za prikaz



Slika 9. VITA *Easyshade V* na pločici za kalibraciju. Preuzeto s dopuštenjem autora prof. dr. sc. Dubravka Knezović-Zlatarić.



Slika 10. Mjerne sonde VITA *Easyshade V* (lijevo) i VITA *Easyshade LITE* (desno)

2.1. Mjerenje boje zuba 11

Kako bi se uređaj upalio, treba nekoliko sekundi pritisnuti gumb za mjerenje da bi se pojavio početni zaslon s informacijama o sustavima boja. Uređaj je prije upotrebe potrebno kalibrirati i zaštititi mjernu sondu jednokratnim plastičnim nastavcima koji sprječavaju prijenos infekcije. Kada je uređaj uključen i na pločici za kalibriranje, prepoznaje kalibracijski blok i automatski izvodi kalibraciju (*white balance*).

Prije početka mjerenja pacijent treba biti u stabilnom i uspravnom položaju s glavom naslonjenom na naslon za glavu radi stabilizacije kako bi se postigla točnost mjerenja. Za mjerenje osnovne boje zuba uređaj se pozicionira u središnjoj regiji zuba (Slika 11.). Mjerna sonda se postavi na područje cakline s podležecim dentinom, centralno od cervikalnog područja. Također, treba paziti da mjerna sonda leži što ravnije moguće na površini zuba i da ga jednakomjerno dodiruje (Slika 12.). Za analizu mjerenja važno je naglasiti da mjerač mjeri boju na dubini od 1.4 mm (u dentinu) (7).



Slika 11. Prikaz mjerenja boje zuba 11



Slika 12. Mjerenje boje zuba 11

Na Slici 13. prikazani su rezultati mjerenja boje zuba 11 VITA *Easyshade* LITE spektrofotometrom. Gornji red prikazuje rezultate mjerenja u VITA 3D *Master* sustavu, a donji red u VITA *Classical* sustavu.

Koristeći princip semafora, VITA *Easyshade* LITE prikazuje koliko precizno izmjerena boja zuba odgovara VITA 3D *Master* odnosno VITA *Classical* sustavu. Stupanj podudaranja simbolizira zelena, žuta ili crvena pozadina. U slučaju zuba 11, izmjerena boja zuba ne odstupa od prikazane boje u VITA 3D *Master* sustavu. Izmjerena boja ima jasno prepoznatljivu razliku u odnosu na prikazanu vrijednost u VITA *Classical* sustavu, na što nam ukazuje crvena pozadina. Iz boje trokuta može se reći je li mjereni zub svjetliji ili tamniji odnosno više crvenkast ili žućkast od izmjerene nijanse. Lijevi trokut prikazuje odstupanje svjetline. Ako je trokut bijeli, kao u ovom slučaju, izmjereni zub je svjetliji od prikazane vrijednosti boje. Ako je trokut crni, izmjereni zub je tamniji od izmjerene boje. Desni trokut prikazuje odstupanje nijanse. Ako je trokut žut, kao u ovom slučaju, izmjereni zub ima više žućkastu nijansu od prikazane izmjerene vrijednosti. Ako je trokut crven, izmjereni zub je više crvenkast od prikazane vrijednosti. Izmjerena vrijednost može biti prikazana i na žutoj pozadini što znači da postoji uočljiva, ali prihvatljiva razlika boje zuba od navedene izmjerene vrijednosti. U tom slučaju, pored boje koja najviše odgovara boji zuba, bit će prikazana i druga najbolje podudarna boja. U 3D *Master* sustavu miješanjem tih dviju nijansi u omjeru 1:1 može se postići savršeno

podudaranje i estetski prihvatljiv rezultat (Tablica 1.,2.,3.), što u VITA *Classical* sustavu nije slučaj.



Slika 13. Prikaz rezultata mjerenja boje zuba 11 VITA *Easyshade* LITE spektrofotometrom

U dolje prikazanim tablicama navedeno je 29 boja VITA 3D *Master* sustava te 52 boje koje se mogu dobiti jednakom mješavinom odgovarajućih boja 3D *Master* sustava (10).

Tablica 1. M NIJANSE

0M1	0.5M1	1M1	1.5M1	2M1	2.5M1	3M1	3.5M1	4M1	4.5M1	5M1
0M1.5	0.5M1.5	1M1.5	1.5M1.5	2M1.5	2.5M1.5	3M1.5	3.5M1.5	4M1.5	4.5M1.5	5M1.5
0M2	0.5M2	1M2	1.5M2	2M2	2.5M2	3M2	3.5M2	4M2	4.5M2	5M2
0M2.5	0.5M2.5		1.5M2.5	2M2.5	2.5M2.5	3M2.5	3.5M2.5	4M2.5	4.5M2.5	5M2.5
0M3				2M3	2.5M3	3M3	3.5M3	4M3	4.5M3	5M3

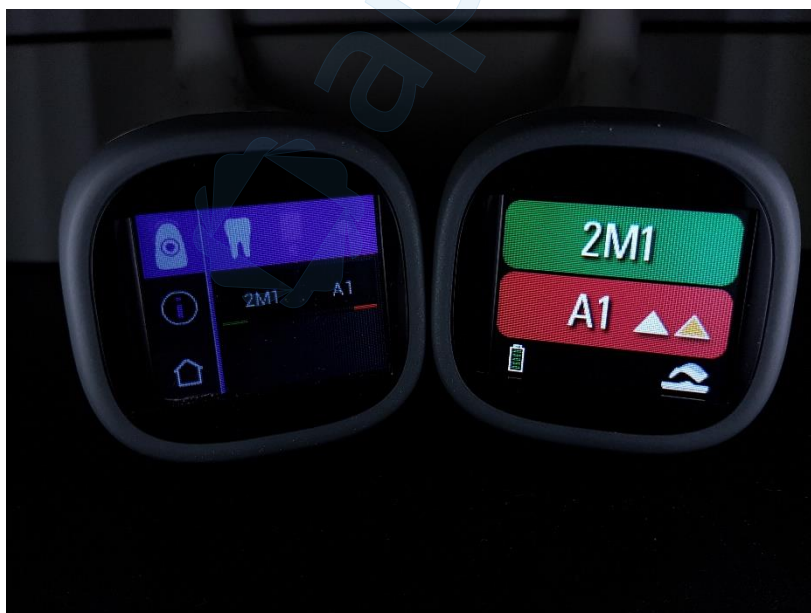
Tablica 2. L NIJANSE

2L1.5	2.5L1.5	3L1.5	3.5L1.5	4L1.5
2L2	2.5L2	3L2	3.5L2	4L2
2L2.5	2.5L2.5	3L2.5	3.5L2.5	4L2.5

Tablica 3. R NIJANSE

2R1.5	2.5R1.5	3R1.5	3.5R1.5	4R1.5
2R2	2.5R2	3R2	3.5R2	4R2
2R2.5	2.5R2.5	3R2.5	3.5R2.5	4R2.5

Slika 14. prikazuje rezultate mjerenja boje zuba 11 VITA *Easysshade* LITE i VITA *Easysshade* V spektrofotometrom. Kod VITA *Easysshade* V spektrofotometra lijevo je prikazan rezultat mjerenja u VITA 3D *Master* sustavu, a desno u VITA *Classical* sustavu. Također, ispod izmjerene boje po principu semafora prikazano je koliko precizno izmjerena boja odgovara određenom VITA sustavu. Ukoliko izmjerena nijansa nije označena zelenom bojom, pritiskom na izmjerenu boju prikazu se precizne upute kako postići estetski prihvatljivo rješenje odnosno koordinate boje (VITA 3D *Master* sustav) ili grafički prikaz odstupanja nijanse (VITA *Classical* sustav).



Slika 14. Usporedba rezultata mjerenja boje zuba 11 VITA *Easysshade* V (lijevo) i VITA *Easysshade* LITE (desno) spektrofotometrom

2.2. Mjerenje boje zuba 21

Slika 15. prikazuje pozicioniranje mjerne sonde pri mjerenju boje zuba 21.



Slika 15. Mjerenje boje zuba 21

Na Slici 16. prikazani su rezultati mjerenja boje zuba 21 VITA *Easyshade* LITE spektrofotometrom. Gornji red prikazuje odgovarajuću boju u VITA 3D *Master* sustavu, donji red prikazuje boju u VITA *Classical* sustavu, no stvarna boja zuba je tamnije i crvenkastije nijanse od prikazane izmjerene vrijednosti.



Slika 16. Rezultati mjerenja boje zuba 21 VITA *Easyshade* LITE spektrofotometrom

Na Slici 17. vidimo usporedbu rezultata mjerenja boje zuba 21 VITA *Easyshade V* (lijevo) i VITA *Easyshade LITE* (desno) spektrofotometrom.

Izmjerena je različita nijansa u VITA 3D *Master* sustavu, no obje su označene zelenom bojom, što znači da obje izmjerene boje odgovaraju boji zuba. To se može objasniti polikromatskom prirodom zuba te nemogućnošću da se oba spektrofotometra primjene na identičnom položaju na zubu.



Slika 17. Usporedba rezultata mjerenja boje zuba 21 VITA *Easyshade V* (lijevo) i VITA *Easyshade LITE* (desno) spektrofotometrom

2.3. Mjerenje boje zuba 12

Mjerenje boje zuba i rezultati mjerenja prikazani su na slikama 18. i 19. Boja zuba odgovara izmjerenoj vrijednosti u VITA 3D *Master* sustavu dok je u VITA *Classical* sustavu boja zuba tamnija i crvenkastije nijanse od izmjerene vrijednosti. Usporedbom rezultata dvaju spektrofotometra (Slika 20.) dobivene su različite vrijednosti u VITA *Classical* sustavu, no obje

su označene crvenom bojom što znači da boja zuba ima jasno prepoznatljivo odstupanje od izmjerene vrijednosti te boju treba dodatno prilagoditi i podesiti.



Slika 18. Mjerenje boje zuba 12



Slika 19. Rezultati mjerenja boje zuba 12 VITA *Easyshade* LITE spektrofotometrom



Slika 20. Usporedba rezultata mjerenja boje zuba 12 VITA *Easysshade* V (lijevo) i VITA *Easysshade* LITE (desno) spektrofotometrom

2.4. Mjerenje boje zuba 22

Na slici 21. prikazano je mjerenje boje zuba 22 VITA *Easysshade* LITE spektrofotometrom. Mjerenje je pokazalo da boja zuba odgovara izmjerenoj boji zuba u VITA 3D *Master* sustavu, a od izmjerene boje u VITA *Classical* sustavu boja zuba je tamnija i crvenkastije nijanse (Slika 22.). Kada se usporede rezultati mjerenja s rezultatima VITA *Easysshade* V spektrofotometra dobivene su različite vrijednosti u VITA *Classical* sustavu, no obje su označene crvenom bojom što znači da boja zuba ima jasno prepoznatljivo odstupanje od izmjerene vrijednosti te boju treba dodatno prilagoditi i podesiti (Slika 23.)



Slika 21. Mjerenje boje zuba 22



Slika 22. Rezultati mjerenja boje zuba 22



Slika 23. Usporedba rezultata mjerenja boje zuba 22 VITA *Easyshade V* (lijevo) i VITA *Easyshade LITE* (desno) spektrofotometrom



3. RASPRAVA

Za napredak i povećanje preciznosti u određivanju boje, treba uložiti veliku količinu truda i napora kako bi se napravio pomak sa subjektivnih vizualnih metoda prema objektivnim digitalnim metodama određivanja boje. Na temelju postojeće literature, digitalne metode pokazuju veću točnost i preciznost u usporedbi s vizualnim metodama, međutim, preciznost digitalnih metoda treba unaprijediti kako bi se postigli idealni rezultati mjerenja boje. Također, dentalni spektrofotometri pokazuju najveću točnost i preciznost u usporedbi s drugim metodama mjerenja boje (4).





Unatoč razvoju metoda odabira zubne boje, izbor boje još uvijek predstavlja izazov za stomatologe koji utječe na estetske rezultate. Boja zuba i promjene u boji zuba izrazito su važne kako stomatološkim stručnjacima, tako i pacijentima. Sve su veća očekivanja i zahtjevi pacijenata koji se napretkom i digitalizacijom stomatologije mogu ispuniti na predvidiv i uspješan način. Spektrofotometar je jedan od alata koji uvelike u tome može pomoći, kako stomatologu, tako i dentalnom tehničaru i njihovoj međusobnoj komunikaciji. Svakako su potrebne daljnje studije i istraživanja za rješavanje nedostataka digitalnih uređaja i poboljšanje njihove točnosti i preciznosti kako bi se vizualne metode u budućnosti u potpunosti zamijenile digitalnim (4).





5. LITERATURA

1. Zahnfabrik V. VITA Zahnfabrik. [cited 2024 Jun 26]. VITA Easyshade LITE – Digital tooth shade determination. Available from: <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Easyshade-LITE-Digital-tooth-shade-determination-119899.html>
2. Čatović A, Komar D, Čatić A i sur. Klinička fiksna protetika krunice. Zagreb: Medicinska Naklada;2015. 104p
3. Pan Q, Westland S. Tooth color and whitening - digital technologies. J Dent. 2018 Jul;74 Suppl 1:S42–6.
4. Tabatabaian F, Beyabanaki E, Alirezaei P, Epakchi S. Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review. J Esthet Restor Dent. 2021;33(8):1084–104.
5. Klisović I, Jukić V, Miletić I, Baraba A. Određivanje boje zuba. Sonda : List studenata Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. 2015;15;29(1):62–4.
6. Drobnjak S. Izvan okvira karte boja za zube: estetska snaga prirodne opalescencije [Internet]. Dental Media News. 2023 [cited 2024 Jun 26]. Available from: <https://dentalmedia.hr/izvan-okvira-karte-boja-za-zube-estetska-snaga-prirodne-opalescencije/>
7. Knezović Zlatarić D. Postupci određivanja prirodne boje zuba: nastavni tekst za studente Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. 2020 [cited 2024 Jun 26]; Available from: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:127:399362>
8. Joiner A. Tooth color: a review of literature, J Dent. 2004;32 Suppl 1: 3–12.
9. Milardović Ortolan S, Bergman L, Viskiće J, Mehulić K, Salarić I. Određivanje boje zubi u okviru fiksnoprotetske terapije. Sonda : List studenata Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. 2012;26;23(1):84–7.
10. Zahnfabrik V. VITA Zahnfabrik. [cited 2024 Jun 26]. VITA Linearguide 3D-MASTER. Available from: <https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Linearguide-3DMASTER-26200.html>
11. Posavec I, Prpić V, Knezović Zlatarić D. Utjecaj svjetlosnih uvjeta i izvora svjetlosti na kliničko mjerenje boje prirodnih zuba pri uporabi spektrofotometra VITA Easyshade Advance 4.0®: Pilot studija. Acta stomatologica Croatica : International journal of oral sciences and dental medicine. 2016;15;50(4):337–47.
12. VITA Zahnfabrik [Internet]. [cited 2024 Jun 26]. VITA Easyshade® V. Available from: https://www.vita-zahnfabrik.com/pdb_GG2G50G200_en-US.html_us



Jana Janković rođena je 18. veljače 2000. u Zagrebu. U Samoboru završava Osnovnu školu Bogumila Tonija 2014. godine. Iste godine upisuje VII. Gimnaziju u Zagrebu. Godine 2018 završava srednju školu i upisuje studij dentalne medicine na Stomatološkom fakultetu u Zagrebu.

