

Dizajn sustava boja za mobilne i WEB aplikacije

Rožanković, Mateja

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:824648>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-19**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAFIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

Mateja Rožanković



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

Smjer: Tehničko – tehnološki

ZAVRŠNI RAD

DIZAJN SUSTAVA BOJA ZA MOBILNE I WEB APLIKACIJE

Mentorica:

Prof. dr. sc. Jesenka Pribernik

Student:

Mateja Rožanković

U Zagrebu, 2022.

SAŽETAK

Cilj mobilnih i web aplikacija je da funkcioniraju i služe svim ljudima te ukloni barijere komunikacije i interakcije iz stvarnog života, bez obzira na hardver, softver, jezik ili lokaciju korisnika.

U ovom radu autor prikazuje važnost definiranja dizajn sustava boja u dizajnu mobilnih ili web aplikacija te kako one utječu na osobe koje se koriste web ili mobilne aplikacije i alate, proučavajući razne izvore i recentnu literaturu.

Nadalje, koristeći se raznom literaturom i svojim iskustvom autorica će prezentirati neke od smjernica koje mogu pomoći pri izradi palete boja za web ili mobilnu aplikaciju kako bi bio njihovo korištenje bilo prilagođenije za korisnike. Na kraju, A/B testom će se testirati definirana paleta boja postojeće aplikacije i paleta boja koju je autorica definirala kako bi se dokazalo da je upravo ta paleta boja bolja od postojeće.

Ključne riječi:

teorija boja, korisničko sučelje, definiranje palete boja, konvencija imenovanja, korisnici, test uporabljivosti, A/B testiranje, Likertova skala

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET
Getaldićeva 2
Zagreb, 7. 7. 2022.

Temeljem podnjetog zahtjeva za prijavu teme završnog rada izdaje se

RJEŠENJE

kojim se studentu/ici Mateji Rožanković, JMBAG 1003129721, sukladno čl. 5. st. 5. Pravilnika o izradi i obrani završnog rada od 13.02.2012. godine, odobrava izrada završnog rada, pod naslovom: Dizajn sustava boja za mobilne i web aplikacije, pod mentorstvom prof. dr. sc. Jesenke Pibernik.

Sukladno čl. 9. st. 1. Pravilnika o izradi i obrani završnog rada od 13.02.2012. godine, Povjerenstvo za nastavu, završne i diplomske ispite predložilo je ispitno Povjerenstvo kako slijedi:

1. doc. dr. sc. Kovačević Dorotea, predsjednik/ica
2. prof. dr. sc. Pibernik Jesenka, mentor/ica
3. doc. dr. sc. Dolić Jurica, član/ica


Dekan
Prof. dr. sc. Nikola Mrvac

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OSNOVNE BOJE	3
2.1. Monokromatske palete boja	3
2.2. Analogne palete boja	4
2.3. Komplementarne palete boja	5
2.4. Trijadne palete boja	6
3. ULOGA BOJE U DIZAJNU KORISNIČKOG SUČELJA	7
3.1. Primarne boje	8
3.2. Sekundarne boje	9
3.3. Neutralne boje	9
3.4. Semantičke boje	9
3.5. Pristupačnost boje	10
3.6. Imenovanje boja	11
4. PRAKTIČNI DIO RADA	13
4.1. Hipoteza	13
4.2. Aplikacija Stringboard	13
4.3. Postupak praktičnog dijela rada	14
4.4. Test kontrasta i pristupačnosti	24
4.5. Test uporabljivosti	27
5. REZULTATI I DISKUSIJA	32
5.1. Rezultati ulazne ankete	32
5.2. Rezultati ispitivanja prototipa A	35
5.3. Rezultati ispitivanja prototipa A	36
5.4. Interpretacija rezultata	37
5.5. Rezultati standardiziranog upitnika Likertove ljestvice	40
5.6. Statistička analiza subjektivne procjene (T - test)	41
6. ZAKLJUČAK	43
7. LITERATURA	44

1. UVOD

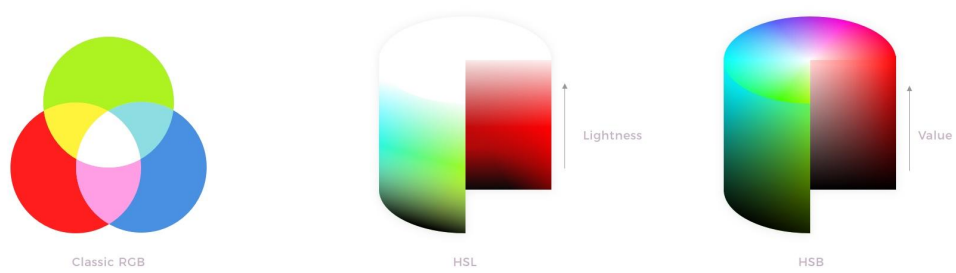
Boje se ne koriste samo kako bi korisničko sučelje bile privlačnije, one imaju razne prednosti za korisnike i poslovanje.

- Boje poboljšavaju korisničko iskustvo – zahvaljujući pravoj paleti boja sadržaj može biti ugodniji za čitanje. Određena područja i objekti dobivaju više značenja i na njih se lakše usredotočiti.
- Boje jačaju karakter brenda – korištenjem boja može se izgraditi bolja povezanost s brandom proizvoda. Zahvaljujući tome dizajn korisničkog sučelja stječe povjerenje, a korisnici osjećaju da su na pravom mjestu.
- Boje pomažu u postizanju ciljeva – mogu pomoći dizajnerima i korisnicima da komuniciraju na pravi način.

Da bismo malo bolje razumjeli palete boja korisničkog sučelja i uparivanje boja moramo imati dobro znanje osnova.

Ovo su najpopularniji modeli boja za digitalni dizajn (Slika 1.):

- RGB (*Red, Green, Blue*) je aditivni model boja. To znači da se crvena, zelena i plava svjetlost zbrajaju na različite načine kako bi se reproducirao široki skup boja.
- HSL (*Hue, Saturation, Lightness*) alternativni prikaz RGB modela. U HSL-u boje svake nijanse smještene su u radijalnu smjeru, oko središnje osi neutralnih boja koja se kreće od crne na dnu do bijele na vrhu.
- HSV/HSB (*Hue, Saturation, Value or Brightness*) – ova shema boja se često zamjenjuje s HSL-om, ali to je drugačiji i alternativni prikaz RGB modela. Kao u HSL-u, HSV boje svake nijanse smještene su u radijalnu smjeru, oko središnje osi neutralnih boja koja se kreće od 0% vrijednosti na dnu do 100% na vrhu. [1]



Slika 1. Prikaz RGB, HSL i HSB/HSV sustava boja
(<https://medium.com/sketch-app-sources/sketch-colors-7682c1eedc78>)

Teorija boja vrti se oko kotača boja (Slika 2.), ova teorija je skup formula za koje je dokazano da vizualno djeluju skladno zajedno. Postoji nekoliko isprobanih i testiranih formula na koje se možemo osloniti kako bismo osigurali da stvaramo dobar sklad boja unutar naših paleta boja i shema boja.

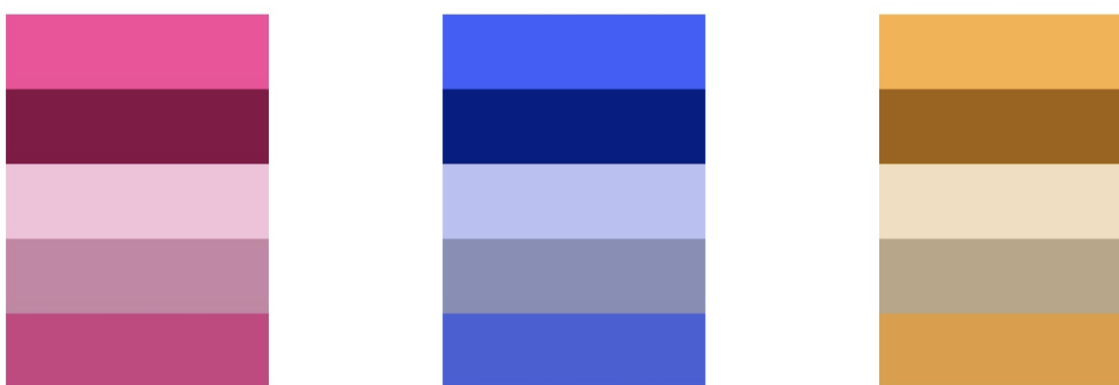


Slika 2. Kotač boje

2. OSNOVNE BOJE

2.1. Monokromatske palete boja

Monokromatske palete (Slika 3.) boja koriste jednu nijansu različite zasićenosti i svjetline, pa da bismo stvorili monokromatsku paletu boja, odaberemo jednu boju ili nijansu iz kotača boja (Slika 4.) i promijenimo njezinu zasićenost ili svjetlinu za svaki od ostalih uzoraka boja.



Slika 3. Prikaz monokromatskih paleta boja



Slika 4. Prikaz monokromatske boje na kotaču boje

2.2. Analogne palete boja

Analogne palete (Slika 5.) boja koriste boje koje su jedna pored druge na kotaču boja (Slika 6.), to mogu biti tople boje poput narančaste i žute ili hladnije boje poput plave i ljubičasta.



Slika 5. Prikaz analogne palete boja



Slika 6. Prikaz analognih boja na kotaču boja

2.3. Komplementarne palete boja

Komplementarne palete (Slika 7.) boja koriste boje koje se nalaze na suprotnim stranama kotača boja (Slika 8.), na primjer - ljubičastu i žutu.



Slika 7. Prikaz komplementarne palete boja



Slika 8. Prikaz komplementarnih boja na kotaču boja

2.4. Trijadne palete boja

Trijadne palete boja (Slika 9.) koriste tri boje koje su ravnomjerno raspoređene i formiraju trokut na kotaču boja (Slika 10.).



Slika 9. Prikaz trijadne palete boja



Slika 10. Prikaz trijadnih boja na kotaču boja

3. ULOGA BOJE U DIZAJNU KORISNIČKOG SUČELJA

Boja je jedan od najvažnijih i najutjecajnijih alata koje dizajner ima. Boja u dizajnu se koristi za privlačenje pozornosti, grupiranje elemenata, prenošenje značenja i estetskog dojma. Kako bi koristiku pružili što bolje korisničko iskustvo, boje je potrebno pametno kombinirati kako bi dobro funkcionirale, ne zagušavale sučelje i prenosile istu vrstu informacija po cijelom sučelju. Boja može dizajn učiniti vizualno interesantnijim i privlačnijim, te može poboljšati hijerarhiju informacija i značenje elemenata u dizajnu. Ako se neispravno primjene, boje mogu narušiti koncepciju i funkciju dizajna. Dobar dizajn korisničkog sučelja koristi boju ili kontrast za stvaranje vizualne hijerarhije na stranici te na taj način plijeni pažnju korisnika i daje važnost koju pridajemo različitim elementima dizajna. Hijerarhiju ne stvaraju boje već kontrast vrijednosti zasićenja između elemenata i konteksta u kojem se pojavljuje. Odgovarajući omjer kontrasta pomaže korisnicima da lakše čitaju i koriste opcije i ikone.

Boje ostaju u našem vizualnom pamćenju i lakše se pamte od tekstova. Dizajn korisničkog sučelja može uvelike ovisiti o paleti boja koju odaberemo za svoj sustav dizajna. Kada biramo boje, moramo osigurati da će odabrane boje stvoriti pristupačan kontrast. Boje mogu pokazati koji su elementi interaktivniji. Sve te boje mogu biti strukturirane u 4 grupe - primarne boje, sekundarne boje, neutralne i semantičke boje. [2]

3.1. Primarne boje

Primarne boje se najčešće koriste u korisničkom sučelju i daju poseban identitet proizvodu (Slika 11.). To su obično boje koje brend postavlja kao svoj identitet. Ove se boje koriste se na više mjesta u korisničkom sučelju i obično imaju važnu ulogu jer određuju ukupni izgled korisničkog sučelja. Primarne boje bolje je odabrati rano; jer na temelju njih možemo odabrati druge opcije. Koristimo tamne i svijetle varijante primarnih boja za stvaranje kontrasta između elemenata korisničkog sučelja, kao što su alatne trake, ikone ili gumbi i veze. Postoje primarne verzije za svaku boju; primarna plava, primarna crvena, primarna narančasta, itd. Dakle, možemo odabrati primarne boje za svoje osnovne dizajne i kombinirati se s različitim nijansama i nijansama za druge elemente.



Slika 11. Prikaz primarne boje na primjeru *Stringboard* aplikacije

3.2. Sekundarne boje

Ove boje ističu ili nadopunjuju primarnu boju. Treba ih koristiti pažljivo kako bi se elementi korisničkog sučelja istaknuli. Možemo imati 1-5 sekundarnih boja. No, ograničavanje na tri boje donijelo bi veću prepoznatljivost i dosljednost.

3.3. Neutralne boje

Jedna od najvažnijih stvari u sustavu dizajna je omjer kontrasta boja. Neutralne boje se koriste u najvećem dijelu vašeg korisničkog sučelja (baza dizajna). To uključuje nijanse sive, sve od bijele do crne (Slika 12.). One se koriste za pozadinu, boje teksta itd. i čine većinu korisničkog sučelja.



Slika 12. Primjer neutralne palete boja

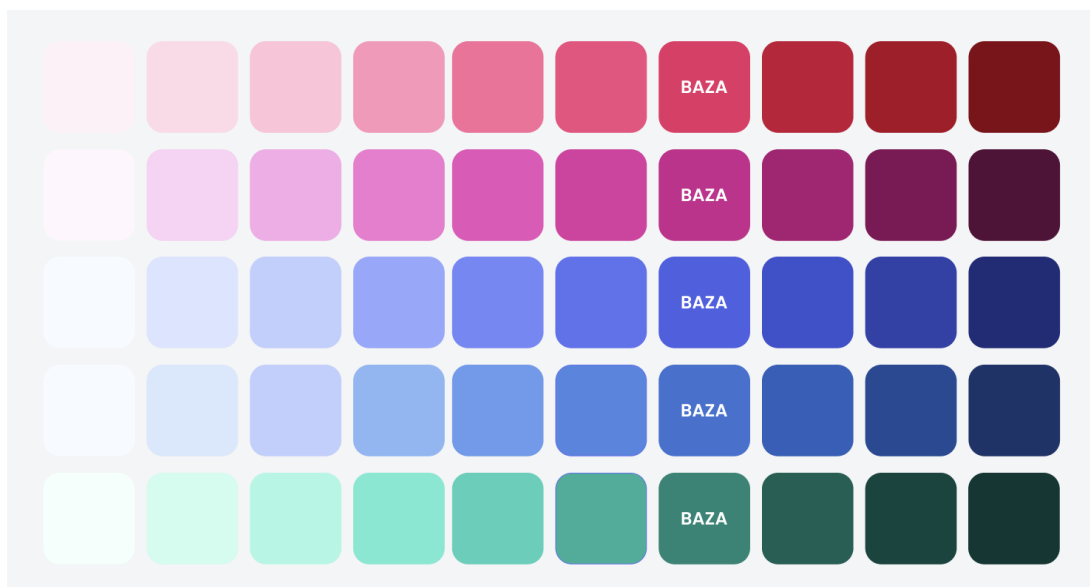
3.4. Semantičke boje

Ove boje su učinkovita tehnika naglašavanja korisničkog sučelja. Semantičke boje prenose poruku i komuniciraju različite stvari sa vašim korisnicima (Slika 13.). Na primjer, crvena za pogrešku, zelena za potvrdu ili uspjeh, plava za klikove i veze. Boje imaju raznolik raspon nijansi i nijansi, te stoga moramo biti vrlo oprezni što odaberemo kako bismo dobili najbolji mogući rezultat. Koristimo boje kako biste predstavljali svoj brend.



Slika 13. Primjer semantičkih boja

Osnovna boja jednostavno nije dovoljna. Potrebne su nam dodatne nijanse osnovne boje kako bismo zadovoljili različite slučajeve upotrebe. Nakon što se definiraju primarne, sekundarne, neutralne i semantičke boje, sljedeći korak je definiranje sustava (Slika 14.) koji će nam omogućiti generiranje dodatnih nijansi iz njih. [3]



Slika 14. Prikaz proširene palette boja

3.5. Pristupačnost boje

Oko 285 milijuna ljudi u svijetu koji imaju neki oblik vizualne teškoće kada svoju web ili mobilnu aplikaciju ne učinimo pristupačnom. Boja sama po sebi nije pouzdan način prenošenja informacija jer je ljudi s poteškoćama viđenja boja doživljavaju mnogo različitih načina. Sučelje dostupno za takve korisnike boje počinje u fazi dizajna. Također važno je i testirati korisničko sučelje u ranoj fazi dizajna kako biste što prije otkrili potencijalne probleme.

Da bi vidjeli ako smo odabrali adekvatne nijanse u paleti, pametno je provjeriti ih kroz jedan od web alata koji su specijalizirani za to (*WebAIM*, *Accessible Colors* i dr.), ili korištenjem takvih alata u programima za izradu dizajna.

3.6. Imenovanje boja

Odabir prave konvencije imenovanja prva je stvar koju bismo trebali učiniti. To treba učiniti prije definiranja boja i broja tonova. Nazivi boja u sustavu dizajna trebaju odražavati njihovu svrhu. Zato se boje moraju imenovati kao: primarna, sekundarna ili tercijarna umjesto crvena, ljubičasta, plava (Slika 15). To će nam dati veću fleksibilnost, pa čak i ako projekt prođe kroz rebranding, nazivi boja ostat će isti u biblioteci komponenata. [4]

Primjer imenovanja:

Primarna — obično glavna boja branda

Sekundarna — može biti opcionalna

Tercijarna — može biti opcionalna

Uspjeh — za ostvarene ciljeve i druge uspješne operacije

Upozorenje — koristimo ga kada moramo upozoriti korisnika

Pogreška — kao što ime govori, elementi koji prikazuju pogrešku trebali bi koristiti ovu boju

Neutralna — za sve vrste sivkastih elemenata

Bijela i crna — bijela i crna su uvijek te čiste boje koje se nikada ne mijenjaju

Kako bismo osigurali dobru fleksibilnost i pristupačnost, naše boje moraju uključivati više od jednog tona. Moramo stvoriti nijanse i nijanse. Za ove varijacije koristimo sljedeću konvenciju imenovanja: za zadanu boju koristimo naziv "500", za svjetlije tonove koristimo "400", "300", "200" i "100". Za tamnije nijanse koristimo veće brojeve poput "600", "700" i tako dalje. Imenovanje tonova brojevima je jednostavno, lako razumljivo i možemo ga lako proširiti u budućnosti.

Primjer imenovanja:

Primarna/500

Uspjeh/100

Upozorenje/100

Sekundarna/800

Neutralno/300



Slika 15. Prikaz sheme imenovanja boje

4. PRAKTIČNI DIO RADA

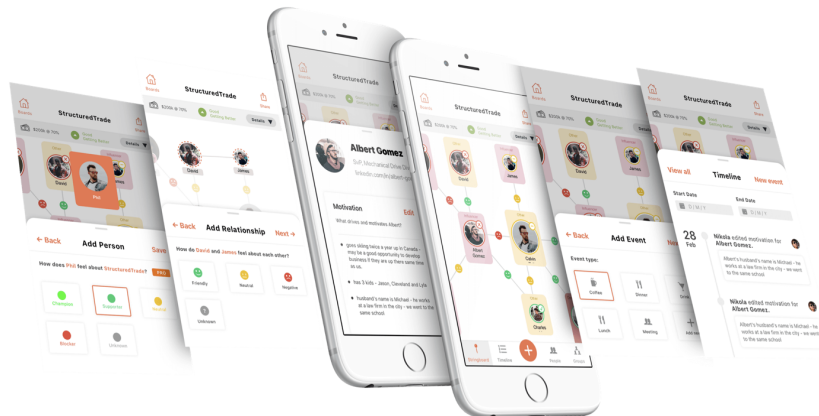
4.1. Hipoteza

Unaprijeđena paleta boja A definirana po principima teorije boje daje bolje rezultate u usporedbi sa paletom B (postojeća paleta) te će imati pozitivan utjecaj na korisničko iskustvo.

A/B testom ćemo usporediti sustav boja postojeće aplikacije *Stringboard* sa novo-kreiranim sustavom boja. Na osnovu dobivenih rezultata A/B testa, testa percepcije boje, testa kontrasta i testa uporabljivosti dokazati ćemo važnost definiranja ispravnog sustava boje u dizajnu web/mobilnih aplikacija te ćemo predložiti unaprijeđeni sustav boja za tu aplikaciju.

4.2. Aplikacija *Stringboard*

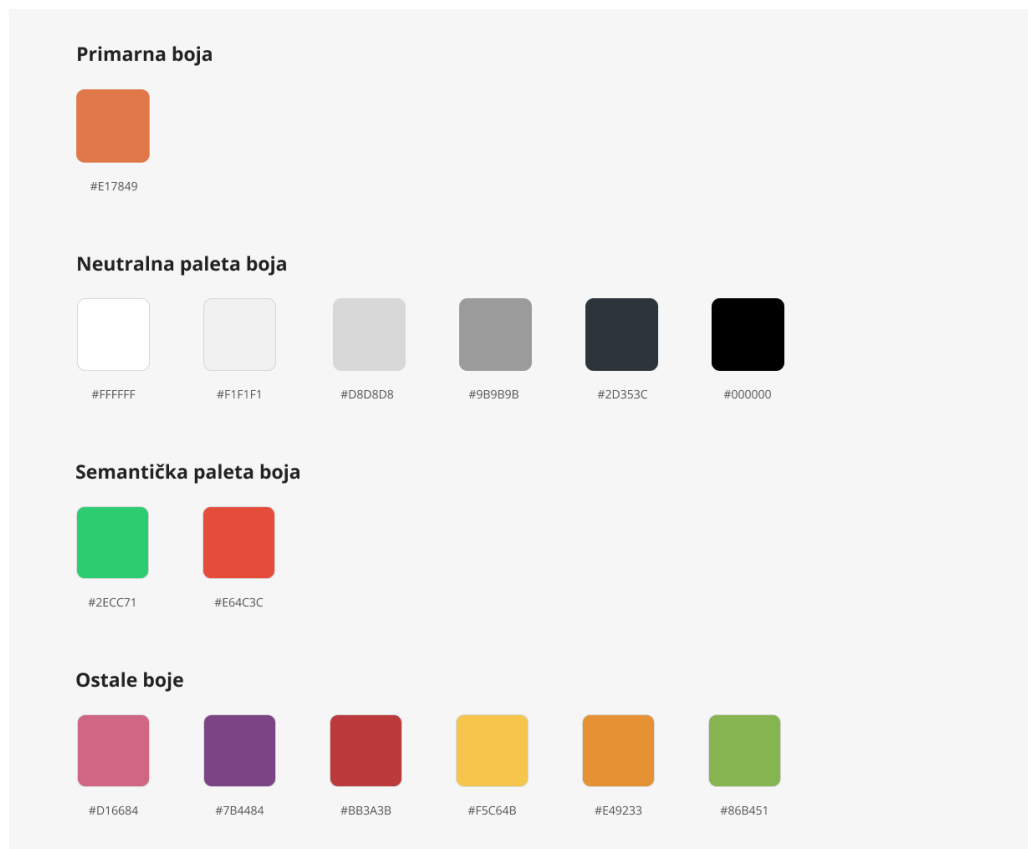
Stringboard (Slika 16.) je aplikacija koja omogućuje vizualizaciju i dijeljenje mapa odnosa, od potencijalnih kupaca i klijenata do mreža i kontakata. *Stringboard* je stvoren da pomogne prodajnim timovima u navigaciji složenim procesom umrežavanja i prodaje. *Stringboard* pomaže prodajnim timovima da razumiju tko je u timu kupaca, njihove uloge, liniju izvješćivanja, unutarnju politiku i što je svakom od njih važno. Informacije ovdje omogućuju korisnicima da se uspješno snalaze i grade odnose u profesionalnim i osobnim granama. Dvije najvažnije stvari za korisnike o osobi su njihov stav i utjecaj. Drugi važan čimbenik je utjecaj koji osoba ima kako bi korisnik mogao vidjeti koliko je ta osoba utjecajna u procesu donošenja odluka. Korisnici mogu birati vrstu odnosa prilikom povezivanja ljudi na temelju prikupljenih podataka. Tipovi odnosa uključuju prijateljske, neprijateljske, neutralne i nepoznate. Na taj način korisnici mogu donositi informiranije odluke i izbjegavati sukobe prilikom organiziranja sastanaka i događanja. Žice označene bojama povezuju ljude na temelju vrste veze.



Slika 16. Prikaz aplikacije *Stringboard*
(<https://stringboard.it>)

4.3. Postupak praktičnog dijela rada

Nakon što smo preuzeli mobilnu aplikaciju *Stringboard* analizirali smo njihovu paletu boja snimkom zaslona svakog pojedinog korisničkog sučelja te alatom birač boja utvrdili HEX kod svih boja. Analizom su utvrđene sljedeće boje (Slika 17) :



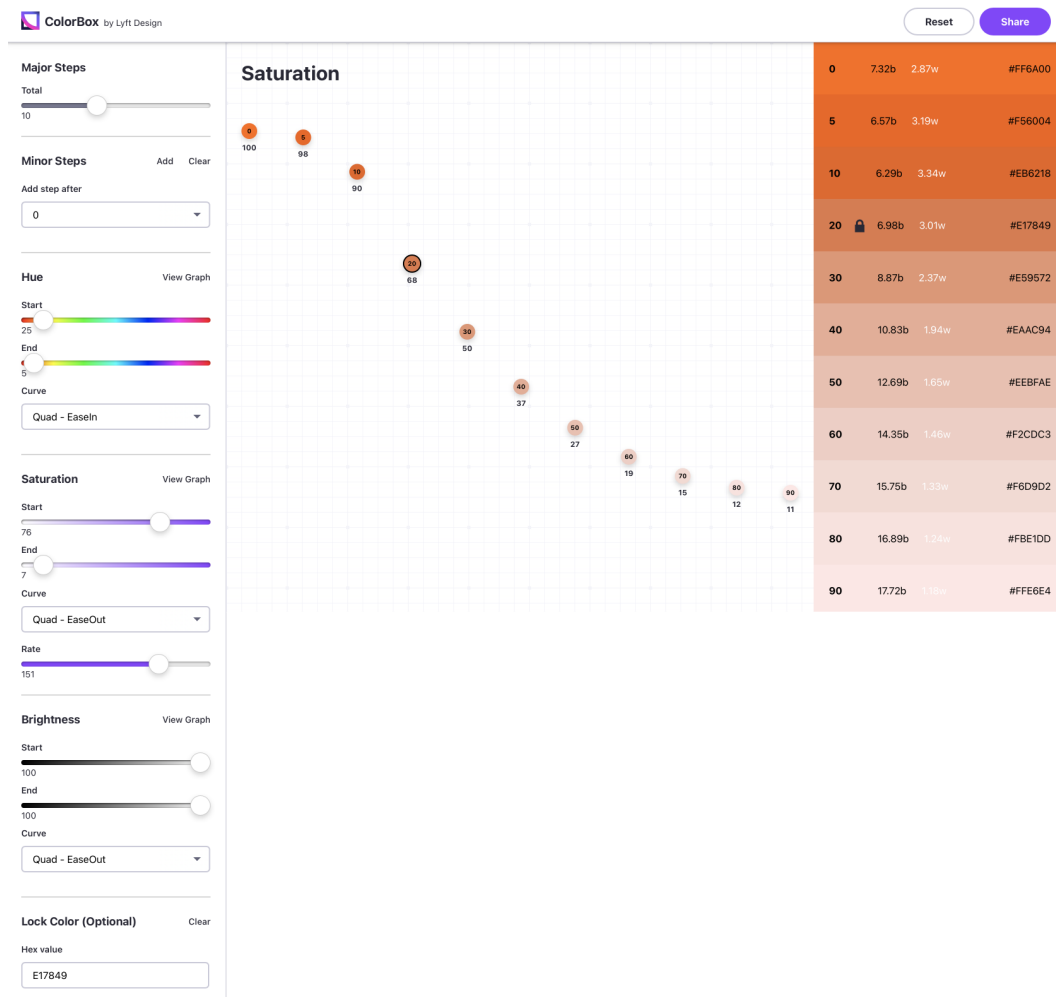
Slika 17. Prikaz dizajn sustava boja aplikacije *Stringboard*

Narančasta boja je boja branda. Druge boje korištene su za tipografiju, ikone, naglaske i pozadinu. Paleta boja je prilično ograničena, neskladna i nepotpuna za tako složenu aplikaciju. U nastavku ćemo opisati postupak izrade unaprijedene palete boja.

Da bi se stvorio dosljedan skladan sustav boja, palete boja moraju se kreirati pomoću definiranog algoritma koji uzima u obzir sve dimenzije - nijansu, zasićenost, svjetlinu.

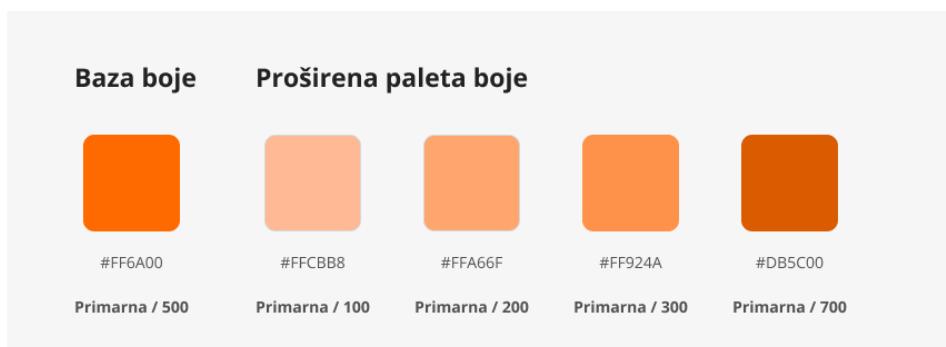
Koristiti ćemo alat *ColorBox by Lift Design* koji koristi algoritam za stvaranje sustava boja. Najprije ćemo unijeti HEX vrijednost narančaste boje branda te ćemo prilagoditi parametre da bi dobili novu paletu boja branda iz koje ćemo izabrati novu primarnu boju.

Osnovnu boja branda smo zaključali, zatim smo odabrali broj uzoraka u paleti (10 uzoraka). Zatim smo definirali varijaciju nijanse. Taj parametar nam diktira kako će se nijansa razlikovati po uzorcima u paleti. Definirali smo vrijednosti nijanse za uzorke na krajnjim krajevima i odabratli krivulju. Krivulja diktira kako će vrijednosti nijanse varirati između ekstremnih uzoraka. Ponovili smo postupak za parametar zasićenja i svjetline te naposljetku dobili paletu boja od 10 uzoraka. Iz dobivene palette odabrali smo novu primarnu boju koja ima vrijednost #FF6A00. Kako bi proširili novo izabranu primarnu boju ponovili smo cijeli postupak no ovaj puta sa zaključanom vrijednosti nove primarne boje te dobili sljedeće vrijednosti (Slika 18.):



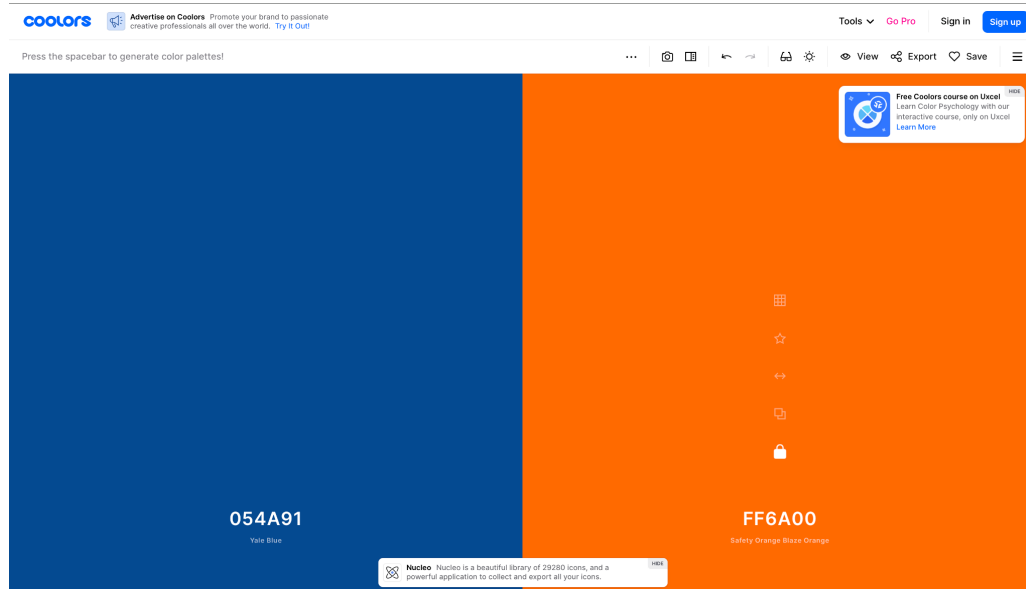
Slika 18. Prikaz dobivene palete narančastih boja od 10 uzoraka

Zatim smo skratili smo našu paletu na 5 nijansi (Slika 19.). Prve dvije nijanse proširene palete boja koristi ćemo uglavnom za pozadinu. Dok ćemo ostale nijanse osim osnovne boje koristiti za stanja gumba.



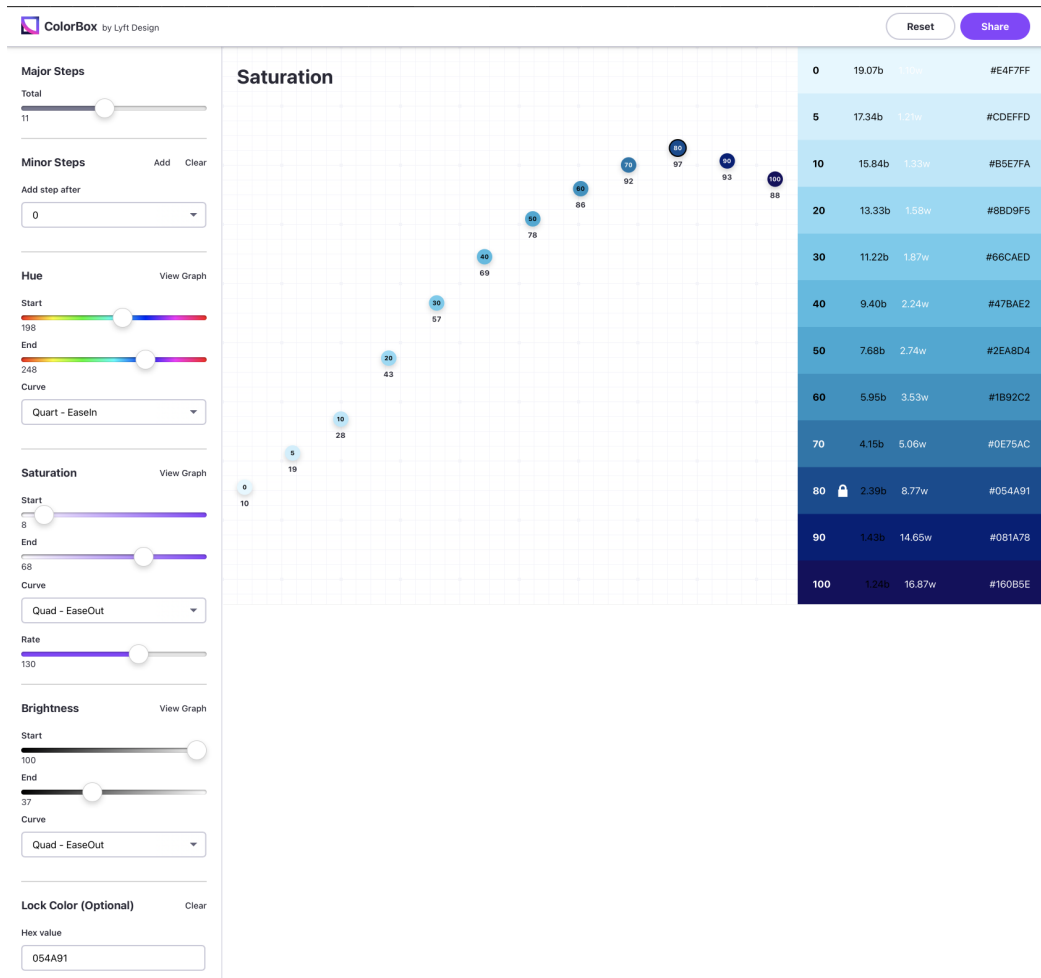
Slika 19. Prikaz kreirane i imenovane primarne palete boja

Premda aplikacija *Stringboard* nema jasno definiranu sekundarnu boju sljedeći pravila teorije boje izabrali smo komplementarnu boju (Slika 20.) primarnoj uz pomoć alata *Coolors.co* te dobili HEX vrijednost #054A91.

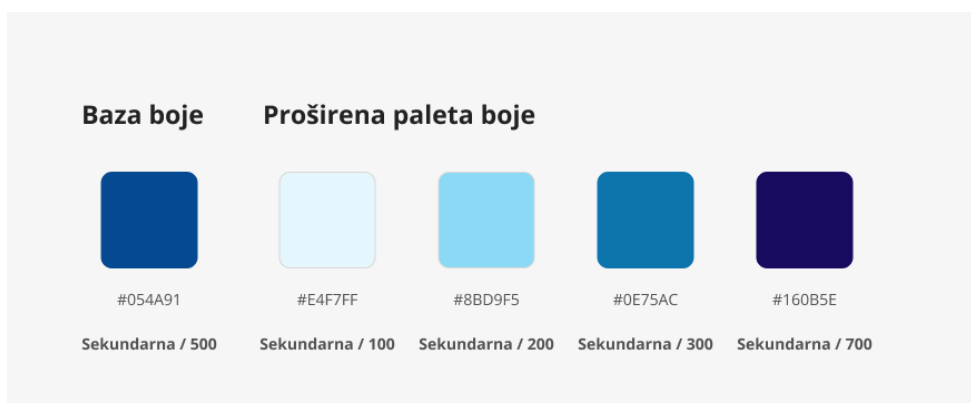


Slika 20. Prikaz dobivene komplementarne boje primarnoj

Zatim smo ponovili cijeli postupak u alatu *ColorBox by Lift Design* (Slika 21.) te skratili dobivenu paletu i imenovali je (Slika 22.).

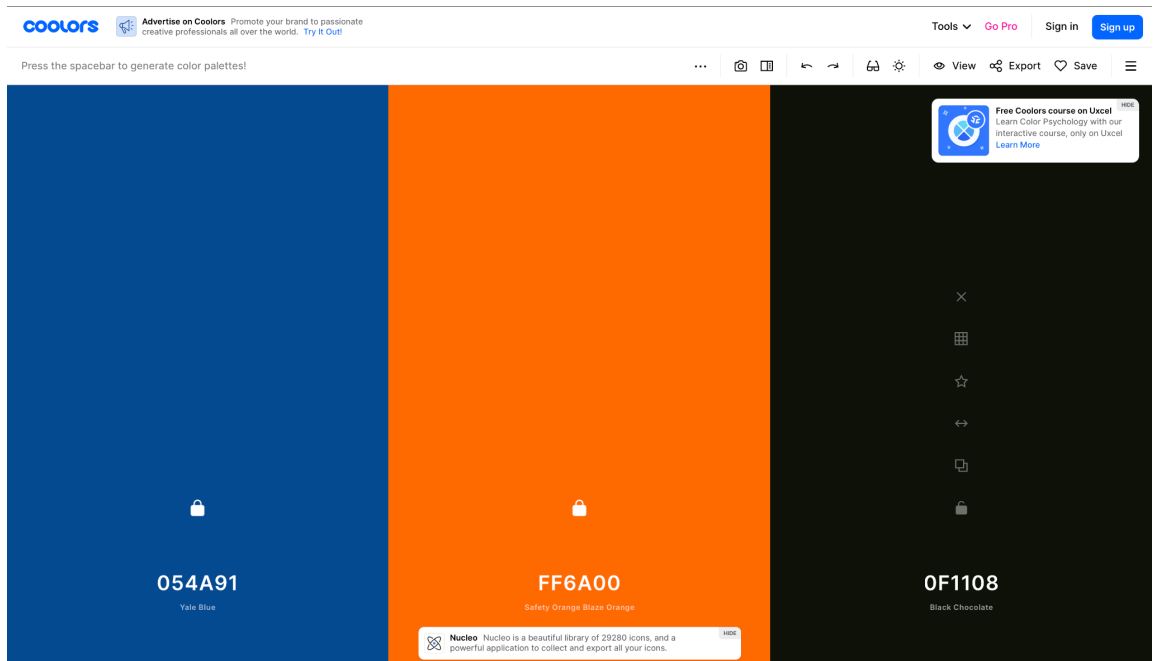


Slika 21. Prikaz dobivene palete plave boje od 10 uzoraka



Slika 22. Prikaz kreirane i imenovane sekundarne palete boja

Nakon što smo definirali primarne i sekundarne boje, definirali smo neutralne boje tako što smo komplementarnom paru primarne i sekundarne boje pronašli savršeno generiranu crnu boju pomoć alata *Colors.co* (Slika 23).



Slika 23. Prikaz dobivene palete boja

Ponovili smo cijeli postupak u alatu *ColorBox by Lift Design* (Slika 24.) te skratili dobivenu paletu i imenovali je (Slika 25.).

ColorBox by Lyft Design Reset Share

Major Steps
Total: 11

Minor Steps Add Clear
Add step after: 10

Hue View Graph
Start: 180
End: 0
Curve: Quint - EaseIn

Saturation View Graph
Start: 0
End: 57
Curve: Quint - EaseIn

Rate
76

Brightness View Graph
Start: 100
End: 95
Curve: Quad - EaseOut

Lock Color (Optional) Clear
Hex value: #0F1108

Hue

0	21.00b		#FFFFFF
10	17.39b	1.21w	#E8EAEA
15	14.17b	1.48w	#D1D5D6
20	11.35b	1.85w	#BBBFC1
30	8.86b	2.37w	#A4A9AC
40	6.75b	3.11w	#8E9397
50	5.00b	4.20w	#777C81
60	3.62b	5.81w	#61666B
70	2.57b	8.17w	#4A5055
80	1.85b	11.33w	#333C3F
90	1.38b	15.27w	#1C2823
100	1.00b	19.02w	#0F1108

Slika 24. Prikaz dobivene neutralne palete boje od 10 uzoraka

Neutralna paleta boje

#FFFFFF #E8EAEA #BBBFC1 #777C81 #0F1108

Neutralna / 100 Neutralna / 200 Neutralna / 500 Neutralna / 700 Neutralna / 900

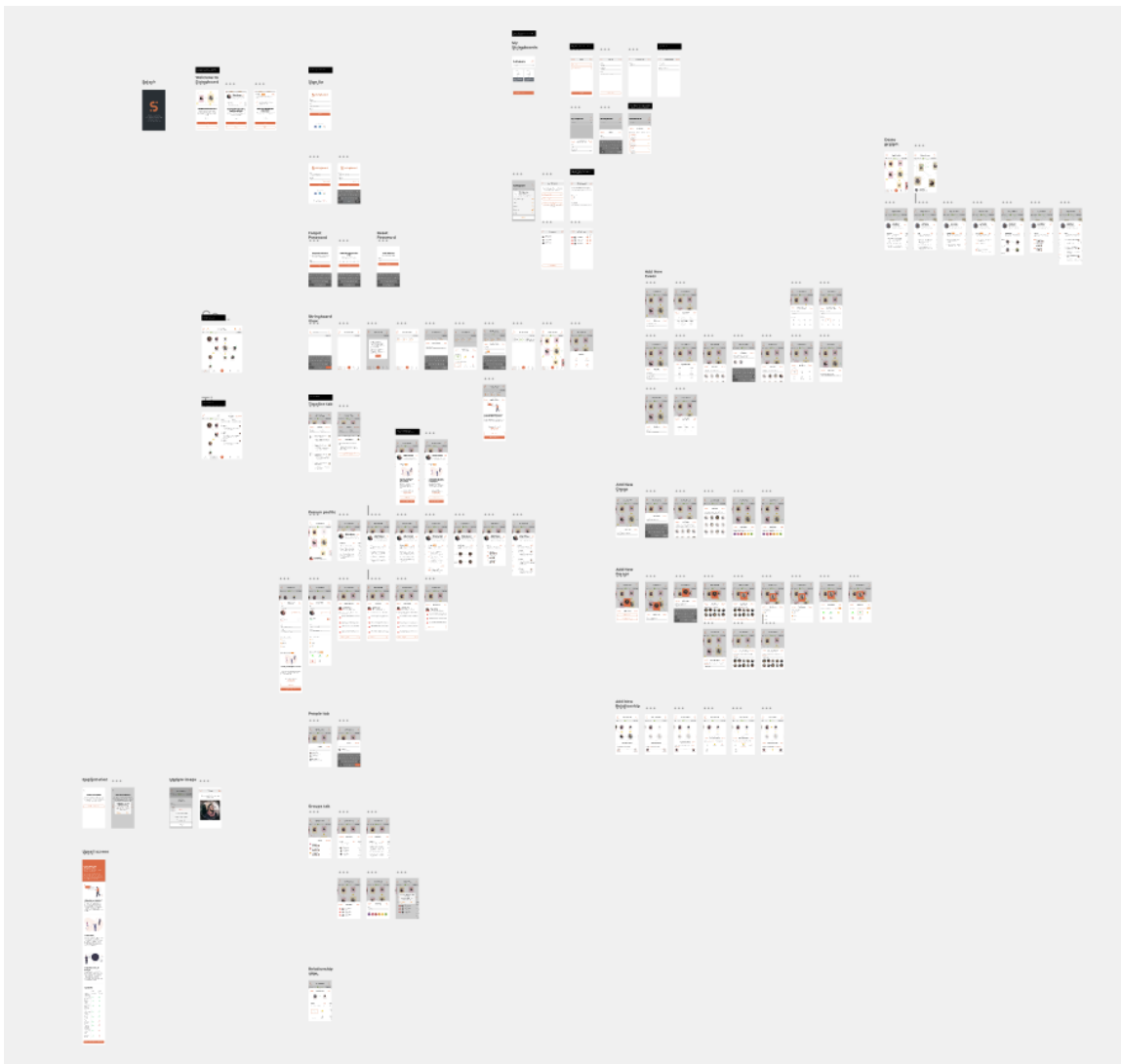
Slika 25. Prikaz kreirane i imenovane neutralne palete boja

Nakon što smo definirali primarne, sekundarne i neutralne boje, također smo definirali semantičke boje i dobili cijeli unaprijedni sustav boja (Slika 26.) koji ćemo predložiti i pokušati potvrditi hipotezu da taj sustav boja daje bolje rezultate u usporedbi sa postojećom paletom.



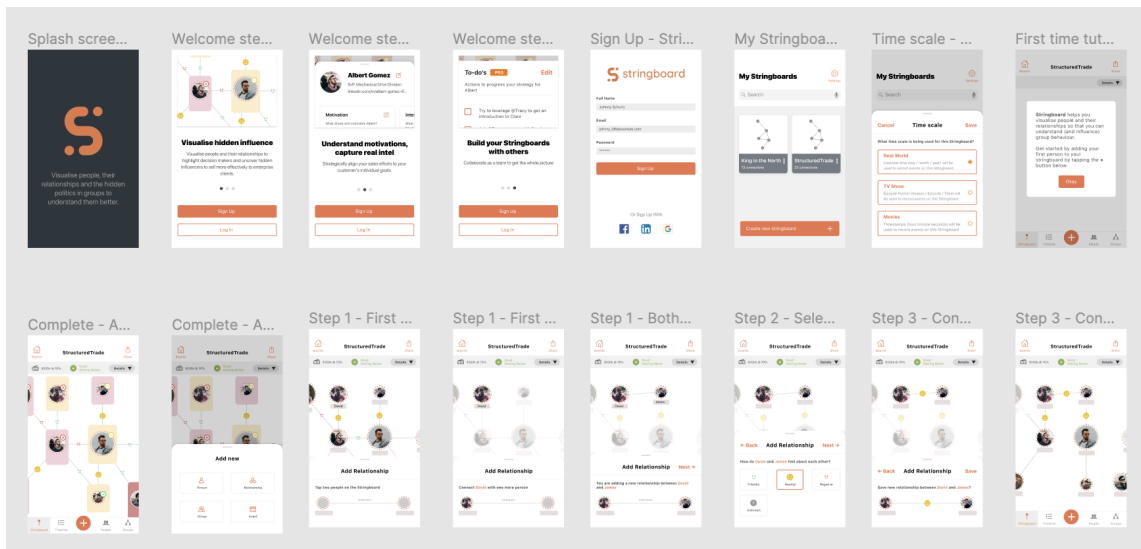
Slika 26. Prikaz unaprijedene palete boja

Nakon što smo definirali novu paleta boja, u *Figma* smo replicirali sva korisnička sučelja aplikacije *Stringboard* (Slika 27).



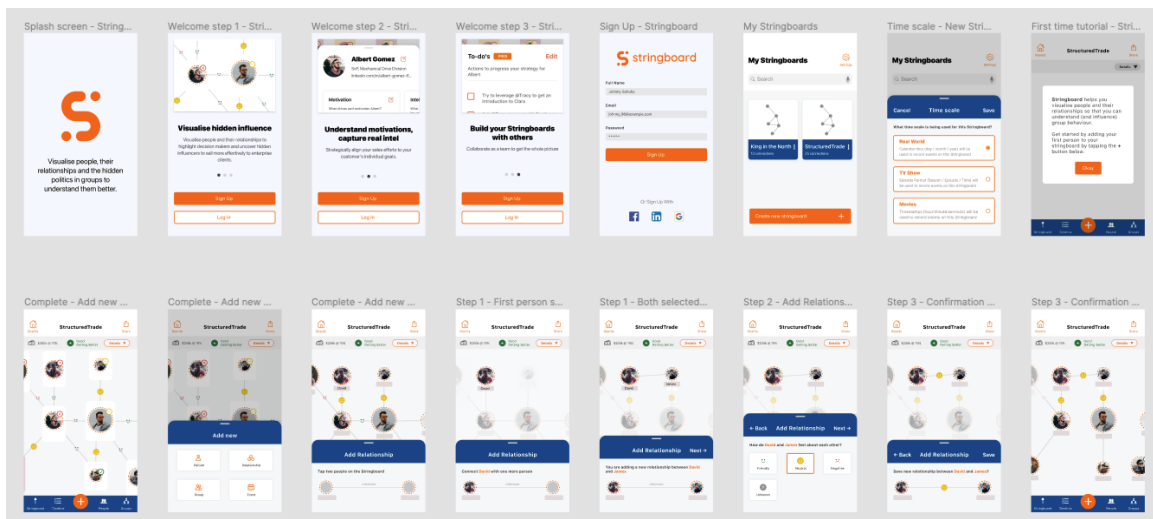
Slika 27. Prikaz svih korisničkih sučelja aplikacije *Stringboard*

Izabrali smo jedan korisnički tok koji ćemo kasnije testirati sa korisnicima te smo sve ekrane spojili u funkcionalni prototip. Izabrali smo tok koji podrazumijeva duže izvršavanje ciljane radnje, te smo ga nazvali user korisnički tok “B” (Slika 28).



Slika 28. Prikaz korisničkog toka “B”

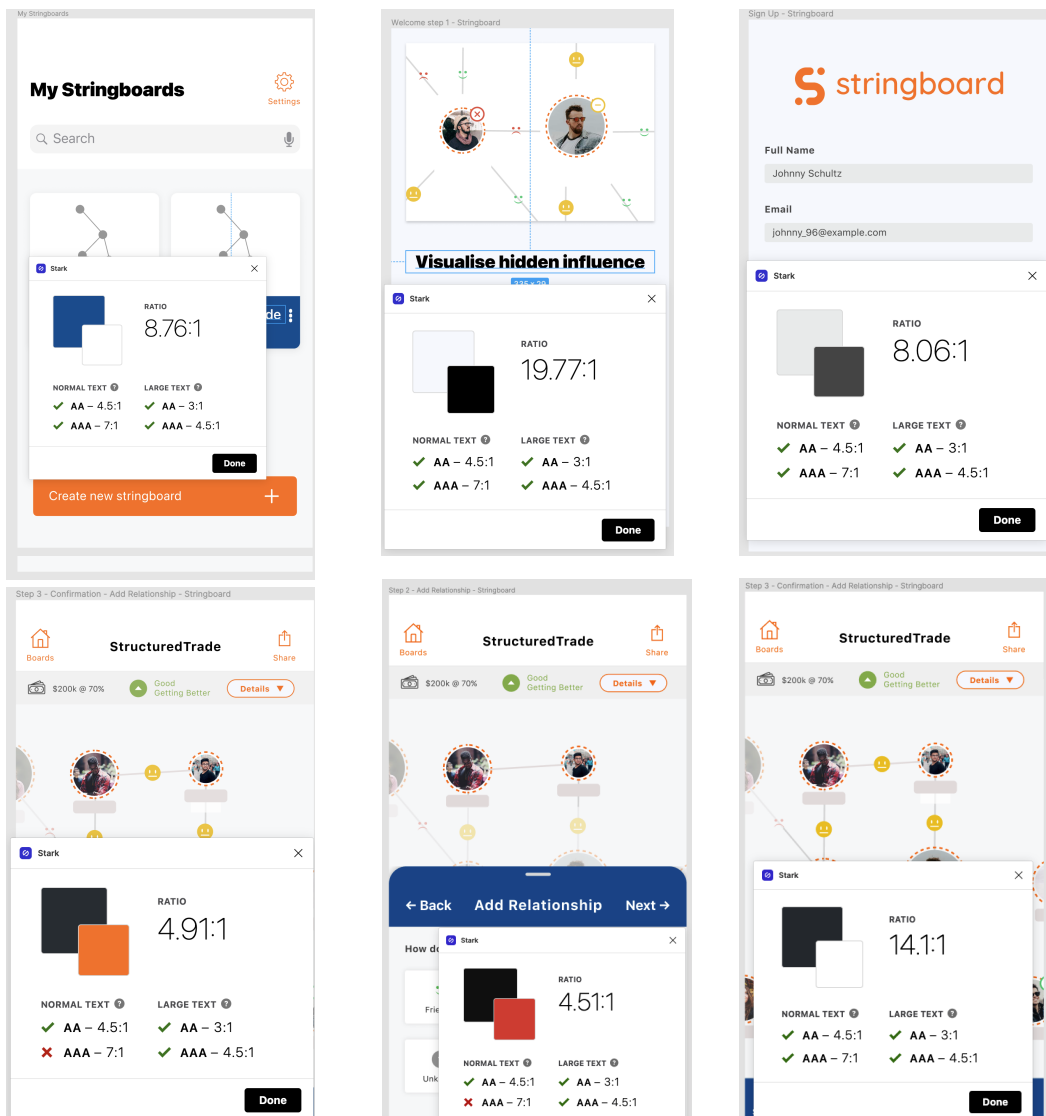
Zatim smo duplicirali replicirana korisnička sučelja postojeće aplikacije i zamijenili sve boje u aplikaciji sa novim sustavom boja kojeg smo nazvali korisnički tok “A” (Slika 30.).



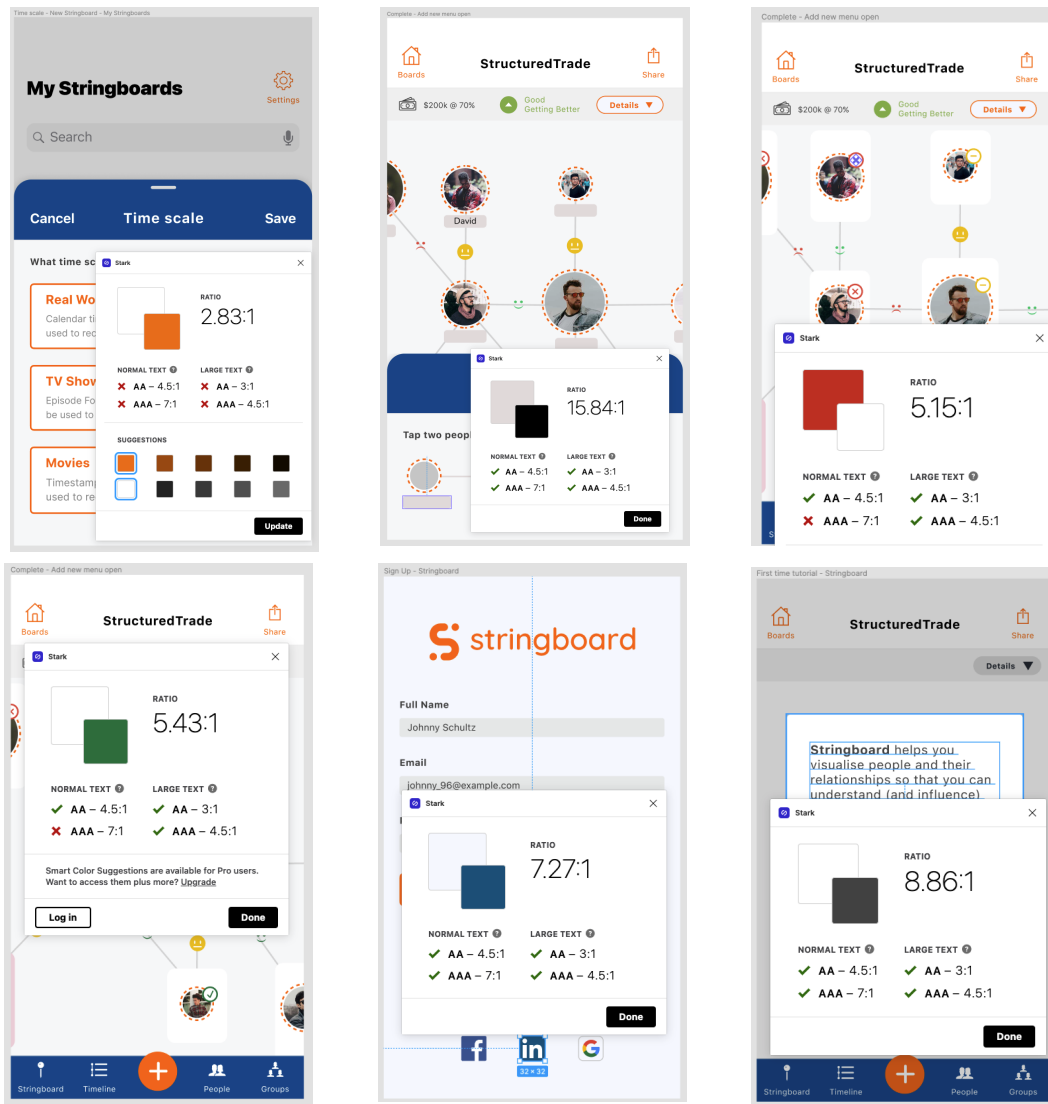
Slika 29. Prikaz korisničkog toka “A”

4.4. Test kontrasta i pristupačnosti

Mnoge organizacije prate *WCAG* smjernice ne samo kao na dobru praksu dizajna, već kao na katalizatore za donošenje boljih dizajnerskih odluka i dizajna koji su upotrebljiviji i robusniji. Postoji niz plaćenih i besplatnih alata koji mogu pomoći dizajnerima da analiziraju palete boja koje trenutno koriste kako bi utvrdili zadovoljavaju li smjernice za kontrast boja koje je postavio *WCAG*. U ovom radu korišten je alat *Figma - Stark* | *The suite of integrated accessibility tools* sa kojim smo provjerili razine kontrasta u svojim novo dizajniranim ekranima pomoću *Contrast Checker*-a i otkrili AA i AAA prolazne alternative boja (Slika 30, 31.).



Slika 30. Prikaz dobivenih rezultata testa kontrasta AA i AAA prolaznih alternativa boja korisničkog toka

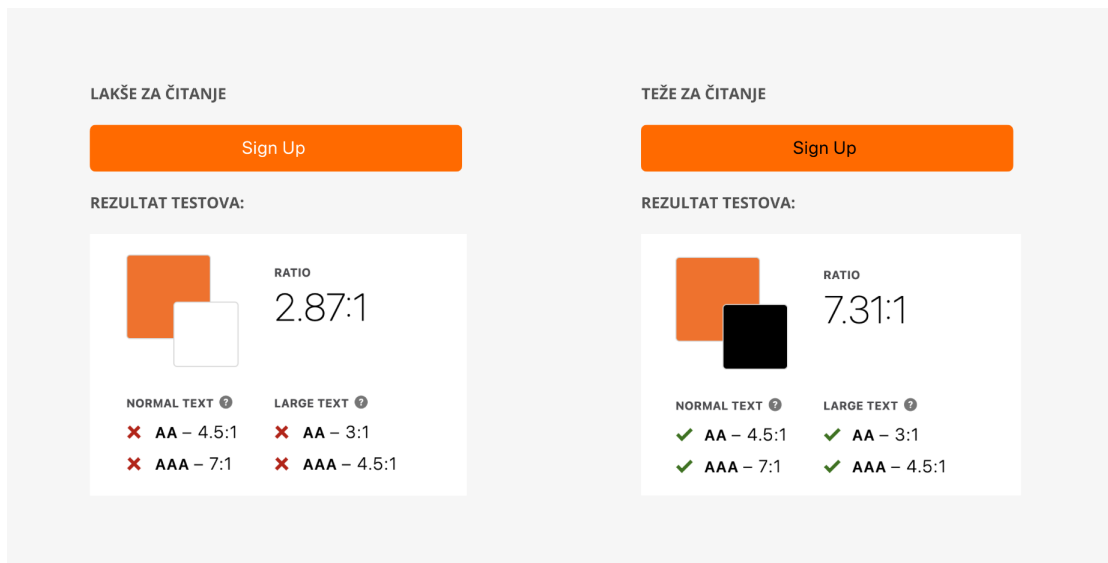


Slika 31. Prikaz dobivenih rezultata test kontrasta i AA i AAA prolaznih alternativa boja korisničkog toka A

Više od pola milijarde ljudi napusti aplikaciju kada svoju web ili mobilnu aplikaciju ne učinimo pristupačnom. Boja sama po sebi nije pouzdan način prenošenja informacija jer je ljudi s poteškoćama viđenja boja doživljavaju na mnogo različitih načina. Sučelje dostupno za sve korisnike boje počinje u fazi dizajna. Također važno je i testirati korisničko sučelje u ranoj fazi dizajna kako bismo što prije otkrili potencijalne probleme.

Korištenje vizualnih atributa kao što su oblici, ikonografija, tekst, kontrast i razmaci čini informacije dostupnim svim korisnicima, no u ovom radu fokusirati ćemo se samo na element izmjene palete boja i pokazati koliki učinak može imati poboljšanje dizajn sustava boja definirana po principima teorije boje.

Iz dobivenih rezultata testa kontrasta i AA i AAA prolaznih alternativa boja možemo zaključiti kako je unaprijeđeni sustav boja dobro definiran jer sve boje prolaze oba testa, osim kombinacije narančaste i bijele boje. Takve rezultate smo mogli očekivati jer uvijek postoje situacije u kojima se ne primjenjuje standard kontrasta boja. Jedan slučaj u kojem WCAG standardi nisu primjenjivi je kontrast svjetline bijelog teksta. Takav slučaj ćemo prikazati na primjeru narančaste i bijele boje koje nisu prošle oba testa. Oba gumba ispod (Slika 32.) imaju narančastu pozadinu, ali jedan ima bijeli tekst, a drugi crni. Postoje niz studija koji uspoređuju bijeli i crni tekst gumba te potvrđuje ovaj slučaj. No, omjeri kontrasta boja pristupačnosti govore drugu priču. [5]



Slika 32. Prikaz dobivenih rezultata testova naše narančaste boje s crno-bijelim tekstom

Omjer kontrasta za crni tekst je 7,31 što prolazi test. Međutim, omjer kontrasta za bijeli tekst je 2,87, što ne prolazi. Prema zahtjevima kontrasta, gumb s bijelim tekstom trebao bi biti manje čitljiv, ali je zapravo čitljiviji. Omjeri kontrasta WCAG ne uzimaju uvijek u obzir visok kontrast svjetline bijelog teksta. Bijela je čista svjetlina bez nijanse ili zasićenja, što je najjači oblik kontrasta. Zbog toga je logično zašto se gumb s bijelim tekstom lakše čita. Razlog zbog kojeg omjeri kontrasta nisu prošli test s bijelim tekstom je taj što ima veliku svjetlinu i nalazi se na pozadini s visokom svjetlinom. Svijetli tekst na svijetloj pozadini računski se prikazuje niskog kontrasta. Postoji niz izvora koji uspoređuju bijeli i crni tekst gumba koji potvrđuje ovaj slučaj. Ne samo da su korisnici normalnog vida smatrali da je bijeli tekst lakši za čitanje, već su to učinili i oni koji ne vide [6].

4.5. Test uporabljivosti

Svaki test uporabljivosti je drugačiji, ovisno o našim specifičnim ciljevima i ograničenjima. U ovom radu biti će proveden A/B test uporabljivosti (testiranje varijante A sa 10 korisnika i testiranje varijante B sa drugih 10 korisnika). U nastavku ćemo opisati korake koje treba uzeti u obzir pri planiranju ovog testa uporabljivosti. [7]

1. Definiranje područja aplikacije kojeg ćemo testirati

Testovi uporabljivosti vrlo su prikladni za prikupljanje kvalitativnih ili kvantitativnih podataka o ponašanju i za odgovore na pitanja vezana za dizajn. Ciljevi ovog testa je saznati da li se unaprijeđena paleta boja vizualno sviđa korisnicima te ćemo tu tvrdnju pokušati dokazati.

2. Određivanje formata i postavke testa

Odlučiti ćemo se za moderirani način testa jer nam obično pružaju bogatije uvide u dizajn i prilike za ispitivanje i traženje pojašnjenja. Takva vrsta je također bolji izvor otvorenih komentara sudionika. Moderirano testiranje uporabljivosti je tehnika testiranja uporabljivosti koja uključuje aktivno sudjelovanje moderatora. Testiranje će biti održano online putem preko *Google Meet* aplikacije u stvarnom vremenu.

3. Određivanje broja korisnika

Kako bi se dobili što bolji smisleniji zaključci koji će nam pružiti dodatni uvid u kontekst i generalno korisničko iskustvo obuhvati ćemo ciljanu skupinu s 20 potencijalnih korisnika.

4. Određivanje ciljane skupine

Temeljno pravilo u provođenju korisničkog testiranja je dobiti reprezentativne korisnike. Najveći uvidi proizlaze iz prikupljanja povratnih informacija od stvarnih korisnika. Naša ciljana skupina će biti identificirane osobe koji rade u IT kompanijama, starosti između 20 i 40 godina. Zaključno s time pripadnici takve ciljane skupine moraju imati dobro znanje korištenja mobilnih aplikacija.

5. Definiranje zadataka koji odgovaraju ciljevima studija

Koristiti ćemo tehniku u kojoj ćemo testirati varijantu A sa 10 korisnika i sa drugih 10 korisnika varijantu B. Svi korisnici će imati interakcije sa prototipom te će dobiti zadatak s određenim uputama. Takav format nam osigurava da dobijemo neke specifične povratne informacije, a i dalje ostavljamo pitanje otvorenim kako bismo otkrili čimbenike koje možda nismo uzeli u obzir. Na svakoj sesiji sa korisnicima mjeriti ćemo ukupno vrijeme koje im je bilo potrebno za uspješno izvršavanje zadataka te ćemo dobivene rezultati usporediti i interpretirati. Testiranje započinje kada ispitanici otvore link s prototipom. Tada kreće mjerenje vremena i broja pogrešaka. Test završava nakon što korisnik kreira novi odnos između osoba u aplikaciji. Tijekom testiranja, ispitanici su slobodni naglas komentirati dojmove i istaknuti nejasnoće i poteškoće. Time se prikupljaju dodatne povratne informacije o uporabljivosti cijelog prototipa. Prije početka svake sesije korisnici će dobiti ulaznu anketu za ispunjavnje, a na kraju svake sesije pokušati ćemo izmjeriti doživljaj boje kroz standardizirani upitnik za subjektivnu procjenu korisničkog iskustva (*UEQ*) koji omogućuje mjerenje korisničkog iskustva, percepcije i uporabljivosti. [8]

6. Pilot test

Napraviti ćemo samostalni pilot test, autor ovog rada će prolaziti kroz plan testiranja, a zatim će zabilježiti sve moguće izazove s kojima se susreo ili načine na koje bi se skripta mogla poboljšati ukoliko ih bude bilo.

7. Plan testiranja

7. 1. Primjer pitanja za ulaznu anketu

1. Označite u koju dobnu skupinu pripadate.

- 15 – 24
- 25 – 34
- 35 – 54
- 54 i više

2. Radite li u IT sektoru?

- Da
- Ne

3. Označite spol.

- M
- Ž

4. Koristite li svakodnevno pametni mobilni uređaj?

- Da
- Ne
- Povremeno

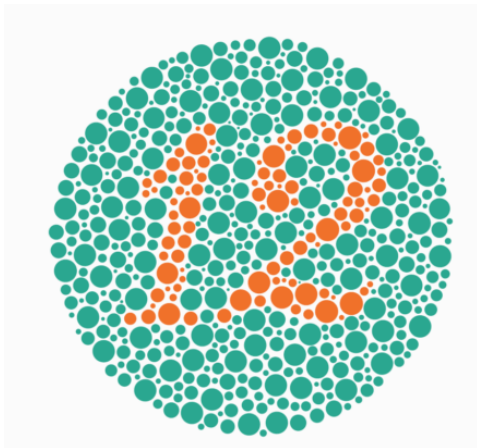
5. Da li nosite naočale?

- Da
- Ne
- Povremeno

6. Da li patite od nekog od poremećaja u raspoznavanju boja?

- Da
- Ne

7. Koja brojku vidite unutar zeleno obojanog kruga?



- Napisati odgovor na crtu.

7. 2. Primjer pitanja i zadataka

“Pozdrav [ime], još jednom hvala što ste odvojili vrijeme za sudjelovanje u ovom testu.

Moje ime je Mateja i u svrhu završnog rada pokušavam dokazati da paleta definirana po principima teorije boje vizualno privlačnija.

Prije nego što počnemo, dati ću vam kratak opis testiranja i kako će on funkcionirati. Ovaj test je prilično jednostavan:

Poslati ću vam poveznicu na prototip te nakon što je otvorite pripremila sam nekoliko jednostavnih zadataka koje trebate izvršiti.

Zaista je važno znati da mi testiramo samo prototip, a ne vas. Ovdje ne možete napraviti niti reći ništa loše.

Mi ćemo testirati prototip koji je trenutno u razvoju i trenutno ne rade svi elementi u potpunosti, pa ako nešto ne radi kako se očekuje, to niste vi, to smo vjerojatno mi.

Također, željela bih da "razmišljate naglas" što je više moguće. Time želim reći da bih voljela da govorite što češće možete.

Slobodno recite u bilo kojem trenutku ako vam se nešto sviđa, ne sviđa, ako ste zbunjeni, itd. Obećavam da nećete povrijediti moje osjećaje.

Ako u bilo kojem trenutku imate pitanja, nemojte se ustručavati pitati.

Imate li kakvih pitanja do sada?

Ok, krenimo.”

“Zamislite da vaša tvrtka koristi aplikaciju Stringboard koja omogućuje vizualizaciju i dijeljenje mapa odnosa, od potencijalnih kupaca i klijenata do mreža kako bi se uspješno snalazili i gradili odnose u profesionalnim i osobnim granama.”

7. 3. Zadaci testiranja

1. “Idite na ovu poveznicu. Kada se poveznica otvori, prijedite na sljedeći zadatak. Napominjem da je ovo prototip, te su kao takve navedene specifične informacije samo u svrhu demonstracije. Samo neke stavke se mogu kliknuti.” [Zadatak]
2. “Pokušajte se u što kraćem vremenu logirati u aplikaciju te kreirati odnos između dvoje ljudi unutar jednog “Stringboarda” u aplikaciji.” [Zadatak]
3. “Za ocjenu aplikacije ispunite sljedeći upitnik (Slika 33). Upitnik se sastoji od četiri tvrdnje koje trebate procijeniti pomoću skale od sedam točaka u rasponu “Potpuno se slažem” do “Potpuno se ne slažem”. Krugovi između atributa predstavljaju upravo te gradacije između suprotnosti. Svoje slaganje s atributima možete izraziti označavanjem kruga koji najviše odražava vaš dojam. Odlučite se spontano. Nemojte predugo razmišljati o svojoj odluci kako biste bili sigurni da ćete prenijeti svoj izvorni dojam. Ponekad možda niste potpuno sigurni da se slažete s određenim atributom ili ćete možda otkriti da se atribut ne odnosi u potpunosti na određeni proizvod. Ipak, molimo označite kružić u svakom retku. Vaše je osobno mišljenje ono što se računa. Molimo zapamtite: ne postoji pogrešan ili ispravan odgovor!”

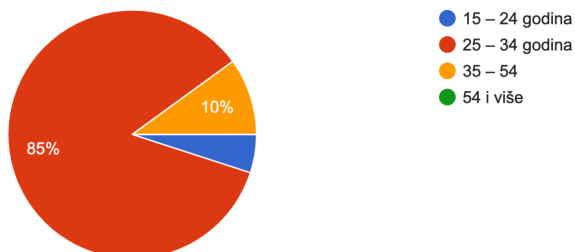
	Potpuno se ne slažem.	Umjereno se ne slažem.	Malo se ne slažem.	Niti se slažem, niti se ne slažem.	Malo se slažem.	Umjereno se slažem.	Potpuno se slažem.
	1	2	3	4	5	6	7
1. Svi elementi ovog prototipa su usklađeni.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Raspored boja je ugodno raznolik.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Kompozicija boja je atraktivna.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Prototip djeluje kao da je profesionalno dizajniran.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Slika 33. Prikaz standardiziranog upitnika Likertove ljestvice

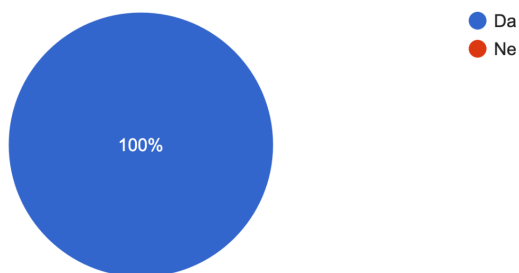
5. REZULTATI I DISKUSIJA

5.1. Rezultati ulazne ankete

Označite u koju dobnu skupinu pripadate.
20 responses

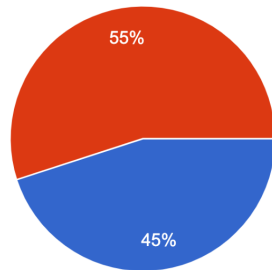


Radite li u IT sektoru?
20 responses



Označite spol.

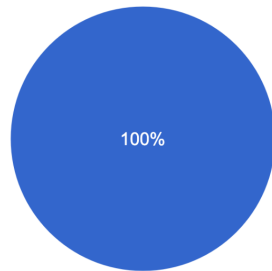
20 responses



● M
● Ž

Koristite li svakodnevno pametni mobilni uređaj?

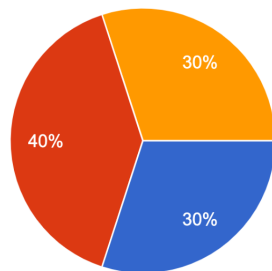
20 responses



● Da
● Ne

Da li nosite naočale?

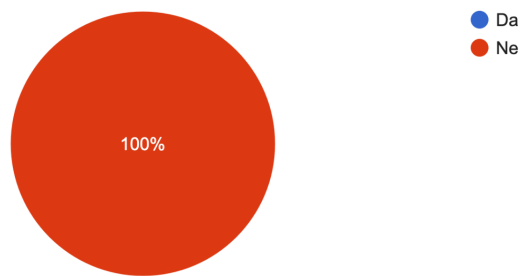
20 responses



● Da
● Ne
● Povremeno

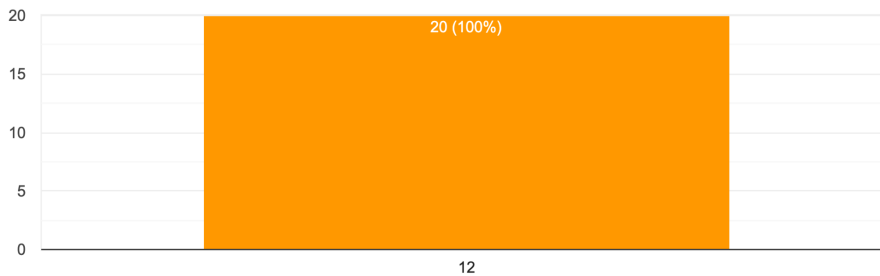
Da li bolujete od nekog od poremećaja u raspoznavanju boja?

20 responses



Koja brojku vidite unutar zeleno obojanog kruga?

20 responses



Slika 34. Prikaz rezultata ulazne ankete

Anketa (Slika 34.) je provedena u periodu od 20. svibnja 2022. do 5. lipnja 2022. U ulaznoj anketi je vrednovano 20 korisnika koji odgovaraju ciljanoj skupini ispitanika te ćemo sa tim uzorkom napraviti ispitivanja na prototipima. Dob ispitanika podijeljena je u 4 kategorije. Najviše ispitanika koji su ispunili anketu starosne su dobi od 25 do 34 godine. Od 20 ispitanika 9 osobe su žene, a 11 osobe muškarci. Ispitanike se pitalo i nose li naočale. Najviše ispitanika ne nosi naočale, a podjednako je onih koji ih nose stalno ili povremeno. Cilj testiranja će utvrditi koji prototip pokazuje bolje rezultate. Prema analiziranim podacima iz ulazne ankete, naš generalni korisnik radi u IT-u, koristi mobilni uređaj svaki dan i ne boluje od nekog poremećaja u raspoznavanju boja.

5.2. Rezultati ispitivanja prototipa A - unaprijedena verzija paleta boja

Ispitanik	Broj grešaka	Proteklo vrijeme (min)
#1	0	1:05
#2	0	0:37
#3	0	1:01
#4	0	1:12
#5	0	0:52
#6	1	1:20
#7	0	0:45
#8	0	1:13
#9	1	1:18
#10	3	1:27
Ukupno:	5	10:50

Slika 35. Prikaz broja grešaka i proteklog vremena za protitip A

Prilikom testiranja unaprijedene verzije palete boja možemo uočiti da je dio korisnika napravila bar jednu pogrešku (Slika 35.), no da je izvršila zadani zadatak. 3 od 10 korisnika pritisnulo je dodaj “Osobu” umjesto “Odnos” između dvoje ljudi.

5.3. Rezultati ispitivanja prototipa B - potojeća verzija paleta boja

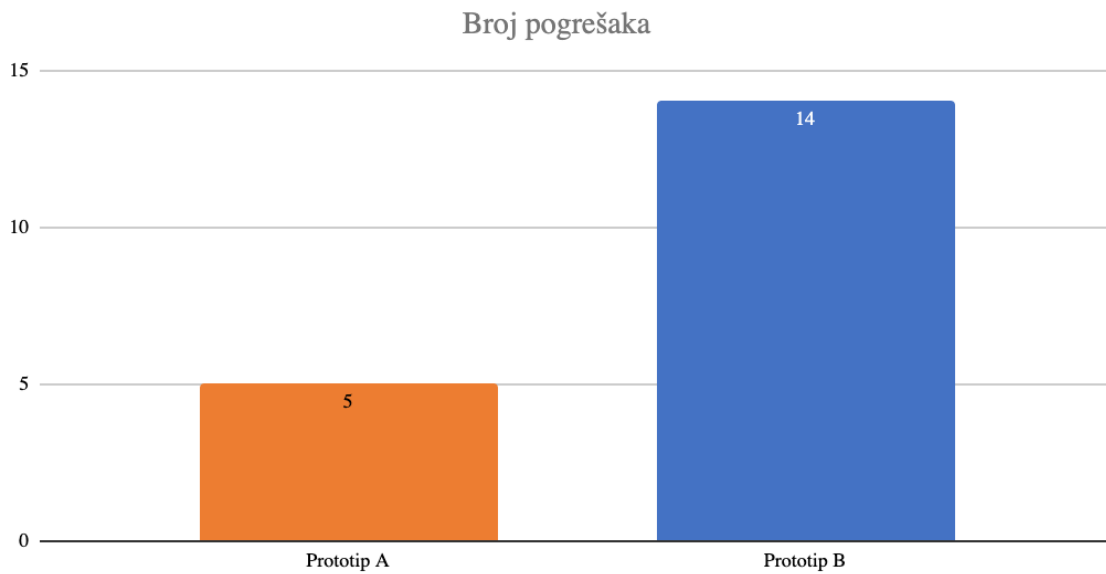
Ispitanik	Broj grešaka	Proteklo vrijeme (min)
#1	1	1:17
#2	0	0:45
#3	2	1:48
#4	2	1:55
#5	3	2:46
#6	1	1:29
#7	0	1:18
#8	0	1:05
#9	2	1:37
#10	3	1:24
Ukupno:	14	15:24

Slika 36. Prikaz broja grešaka i proteklog vremena za protitip B

Verzija B (Slika 36.) se u se po rezultatima dosta razlikuje od prethodne verzije prototipa unaprijedene palete boje. Slično kao i u prethodnom, na ovom prototipu pogreške su se javljale jer su korisnici kreirali novu osobu umjesto odnosa no u znatno većem broju.

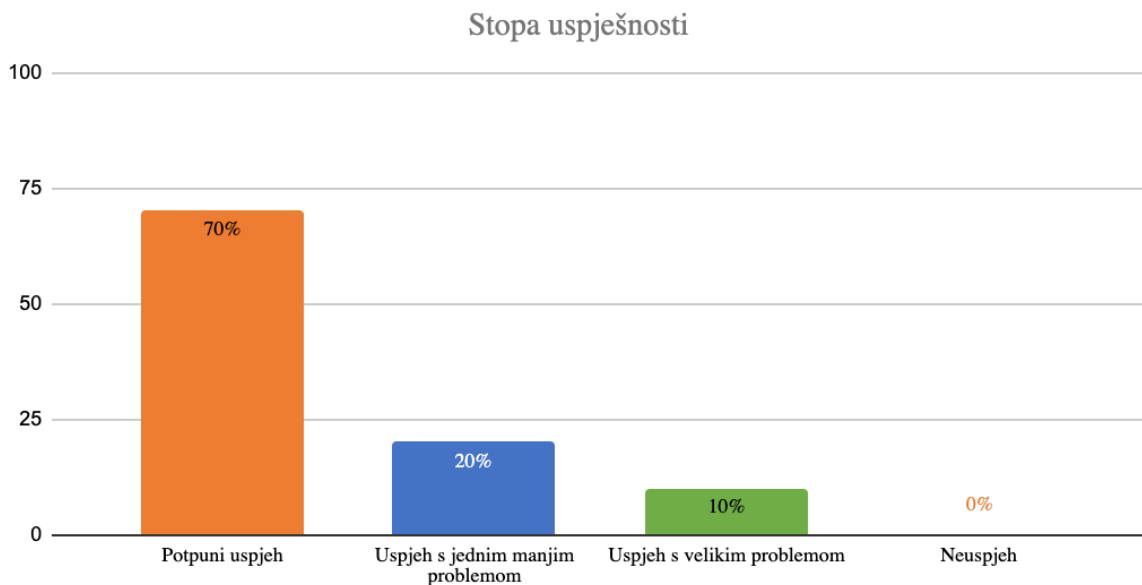
Također, četvero ispitanika imalo je problem sa pronalaženjem opcije za dodavanje novog odnosa. U prosjeku gledano, trebalo im je dulje vremena da uspješno izvrše zadani zadatak do kraja uz bar jednu pogrešku u odnosu na prototip A.

5.4. Interpretacija rezultata



Slika 37. Ukupan broj pogrešaka za oba prototipa

Iz dobivenih rezultata (Slika 37.) možemo zaključiti kako unaprijeđena paleta boja A daje bolje rezultate. Stopa uspješnosti je za 2,8 puta veća. Kao i većina metričkih podataka, prilično je gruba - ne govori ništa o tome zašto korisnici ne uspijevaju ili koliko dobro obavljaju zadatke koje su izvršili.

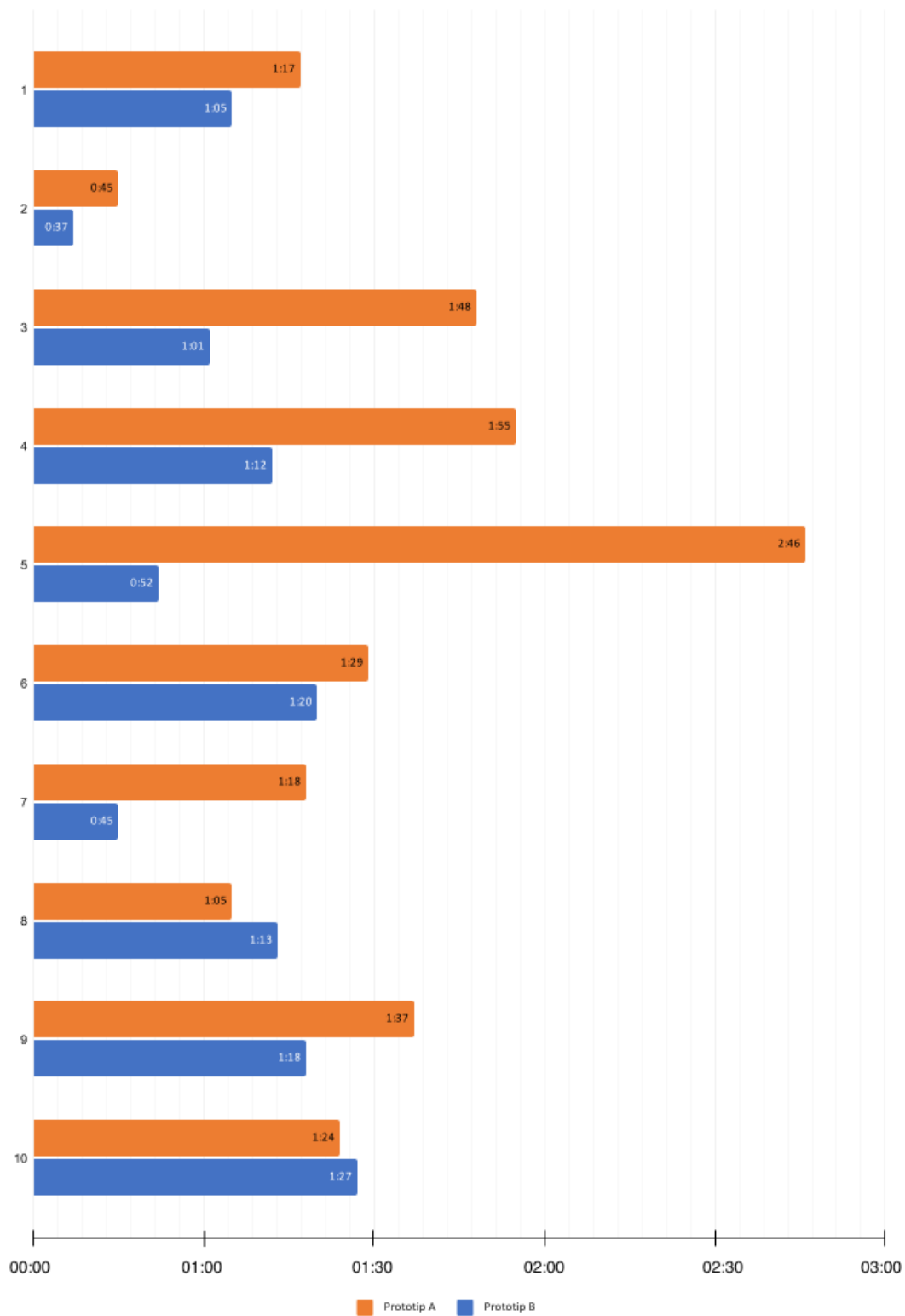


Slika 38. Stopa uspješnosti za prototip A

Usprkos tome, stope uspješnosti (Slika 38.) se lako prikupljaju i to je vrlo upečatljiva statistika. Uostalom, ako korisnici ne mogu ispuniti svoj ciljani zadatak, sve ostalo je nevažno. Uspjeh korisnika je donja crta upotrebljivosti. Ako korisnik ne izvrši zadatak kako je navedeno, mogli bismo ga ocijeniti kao neuspjeh. Međutim, ponekad pripisujemo djelomično zasluge za djelomično uspješan zadatak. Može se činiti nerazumnim davati istu ocjenu (nula) i korisnicima koji nisu učinili ništa i onima koji su uspješno izvršili veći dio zadatka. Kako postići djelomični uspjeh ovisi o veličini korisničke pogreške. Na primjeru prototipa A možemo definirati nekoliko razina uspjeha [9]:

- potpuni uspjeh: korisnik izvršava zadatak bez greške, točno kako je navedeno
- uspjeh s jednim manjim problemom: korisnik izvršava zadatak, ali klikne kreiraj “Osobu” umjesto “Odnos”
- uspjeh s velikim problemom: korisnik klikne pogrešnu opciju za dodavanje novog odnosa/osobu
- neuspjeh: korisnik nije u mogućnosti izvršiti zadatak

Proteklo vrijeme



Slika 39. Ukupno proteklo vrijeme za oba prototipa

Za izvršavanje istog zadatka također možemo vidjeti da unaprijeđena paleta boja daje bolje rezultate (Slika 39.). Kako bi dobili još preciznije rezultate koristiti ćemo geometrijsku sredinu. Geometrijska sredina uzima u obzir slučajeve u kojima su neke metrike negativne. Općenito, geometrijska sredina N brojeva je N' - ti korijen umnoška brojeva. [10]

Prototip A	62.96540443
Prototip B	87.48592558

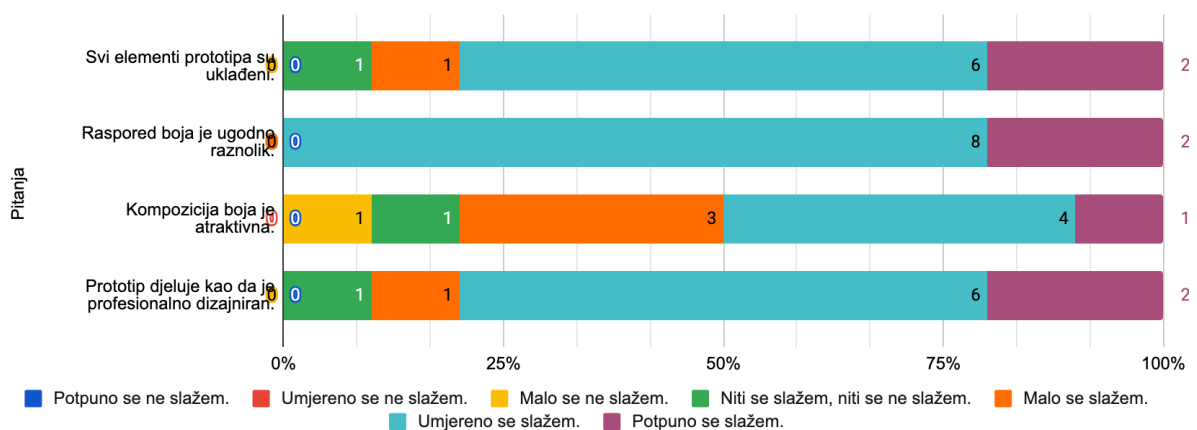
Slika 40. Rezultati izračuna geometrijske sredine

Nakon što smo izračunali geometrijsku sredinu možemo formulirati generalni zaključak o upotrebljivosti unaprijeđene palete boja. Iz tablice (Slika 40.) možemo vidjeti kako prototip A ima manju prosječnu vrijednost, odnosno manje prosječno vrijeme potrebno za izvršavanje zadatka.

5.5. Rezultati standardiziranog upitnika Likertove ljestvice

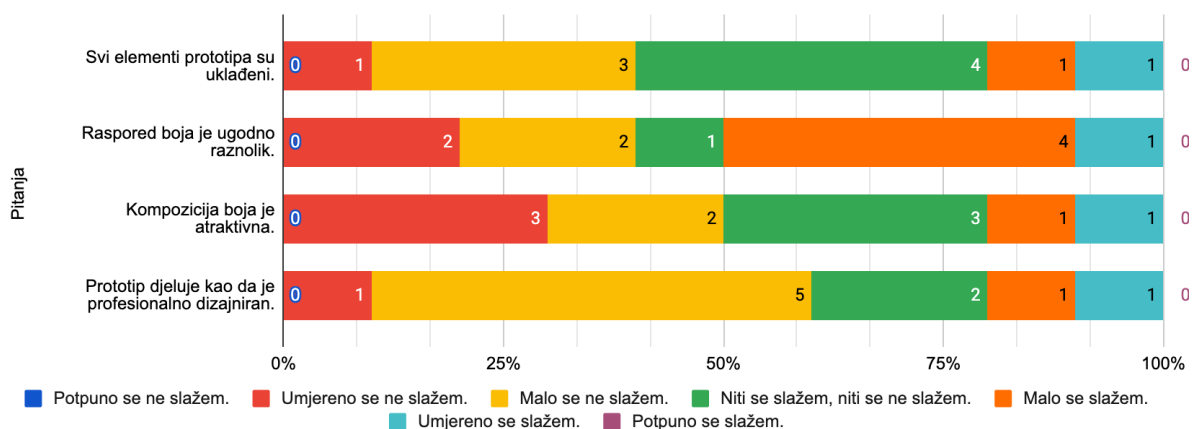
Likertova ljestvica mjeri slaganje sa određenim tvrdnjama. U Likertovoj ljestvici ispitanici se pitaju koliko se slažu ili ne slažu s nizom tvrdnji.

Likertova ljestvica od 7 točaka



Slika 41. Rezultati Likertove ljestvice za prototip A

Likertova ljestvica od 7 točaka



Slika 42. Rezultati Likertove ljestvice za prototip B

Psihometrijska literatura sugerira da je bolje imati više bodova na ljestvici stoga smo napravili ispitivanje za skali od 7 točaka. Imati sedam točaka obično je dobra ravnoteža između dovoljnog broja točaka diskriminacije bez zadržavanja previše opcija odgovora. Ako nema dovoljno opcija odgovora, korisnici će biti prisiljeni odabrati sljedeću najbolju alternativu i to dovodi do pogreške mjerenja. Iz rezultata standardiziranog upitnika Likertove ljestvice (Slika 41, 42.) možemo zaključiti kako prototip A daje pozitivnije rezultate. U globalu gledano, više korisnika se složilo sa pozitivnim tvrdnjama da su svi elementi prototipa usklađeni, da je raspored boja ugodno raznolik, da je kompozicija boja atraktivna i da prototip A unaprijedene palete boje djeluje kao da je profesionalno dizajniran.

5.6. Statistička analiza subjektivne procjene (T - test)

Svi elementi prototipa su uklađeni.	0.0013	Značajna razlika
Raspored boja je ugodno raznolik.	0.00008	Značajna razlika
Kompozicija boja je atraktivna.	0.0025	Značajna razlika
Prototip djeluje kao da je profesionalno dizajniran.	0.00005	Značajna razlika

Slika 43. T-test prototipa A i prototipa B

Sljedeće smo usporedili srednju vrijednost svoja dva nezavisna uzorka (Slika 43.). U statistici srednja vrijednost je drugi naziv za prosjek. Usporedbom prosjeka želimo odrediti onaj koji ima veću značajnu razliku. Nul hipoteza nam je zadana pozicija. Pojednostavljeno rečeno, u našem primjeru zadana pozicija bila bi pretpostavka da je prototip A bolji od prototipa B. Imamo dvije različite skupine korisnika i svaki korisnik je drugačije ocijenio četiri tvrdnje Likertovom ljestvicom, a srednji rezultat za jednu grupu korisnika potpuno je neovisan od srednjeg rezultata za drugu grupu. Takav oblik testa reći će nam samo je li razlika između prototipa značajna ili nije, što u našem slučaju jest. Ovo je srž testa – on nam govori o vjerojatnosti da se naša t-vrijednost dogodi slučajno. [11] Što je ta vrijednost manja, to možemo biti sigurniji u statističku važnost svojih rezultata te dokazati kako je prototip A bolji od prototipa B.

6. ZAKLJUČAK

Paleta boja su raspon ili skup boja koje su odabrane za određenu skupinu proizvoda dizajna. Svaka pojedina boja je namjerno dodana, a cjelokupni skup boja pruža uvid u vizualnu estetiku proizvoda ili sučelja.

U ovome radu kroz istraživanje dokazali smo i potvrdili hipotezu da unaprijeđena paleta boja A definirana po principima teorije boje daje bolje rezultate u usporedbi sa paletom B (postojeća paleta) te da ima pozitivan utjecaj na korisničko iskustvo. Provedbom testova upotrebljivosti i stjecanjem mjerljivih odgovora pomogli su nam dokazati hipotezu i generalizirati saznanja na reprezentativnom uzorku korisnika. Paleta A je je postigla bolji rezultat od originalnog dizajna upravo pomoću testa uporabljivosti i pokazala standardiziranim upitnikom Likertove ljestvice znatno više ocijene u sve četiri kategorije.

Izbor palete boja i njezina primjena na dizajn nisu samo sretni slučajevi. Potrebna je iteracija i pažljiva primjena da bi se stvarno koristila i u potpunosti iskoristila boja u korisničkom sučelju. Prikladna uporaba boja može poboljšati cijelu proizvoda, privući pozornost i potaknuti interakcije, utjecati na emocije korisnika i povećati upotrebljivost. Paletu boja ograničili smo na dvije osnovne boje: plavu i narančastu, klasične komplementarne boje. Specifična odabrana plava i narančasta pridonose atraktivnosti dizajna — narančasta nije presvijetla, a plava je dovoljno tamna da se čita na bijeloj pozadini. S tim bojama dobili smo sofisticirani dizajn kao što izgleda. Ograničavanjem palete boja na nekoliko boja, dajemo fokus dizajnu, budući da postoji nekoliko elemenata koje treba uzeti u obzir (a time i manje ometanja). Dizajn će stvoriti jaču reprezentaciju proizvoda.

7. LITERATURA

Izvor 1:<https://uxdesign.cc/10-principles-for-color-usage-in-ui-design-65174b213004>, *10 Principles for Color Usage in UI Design*, datum pristupa: 10.03.2021

Izvor 2:<https://uxdesign.cc/fundamentals-of-color-in-interface-design-ui-8127149f13e6>, *Fundamentals of color in user interface design (UI)*, datum pristupa: 10.03.2021

Izvor 3:<https://uxdesign.cc/defining-colors-in-your-design-system-828148e6210a>, *Defining colors in your design system*, <https://digitalsynopsis.com/design/color-names/>, *Names and Codes Of All Color Codes*, datum pristupa: 11.03.2021

Izvor 4:<https://blog.prototypr.io/tips-for-creating-a-better-color-palette-c69d9c20ae37>, *How to create a better UI color palette*, datum pristupa: 11.03.2021

Izvor 5:<https://www.bounteous.com/insights/2019/03/22/orange-you-accessible-mini-case-study-color-ratio/>, *Orange You Accessible? A Mini Case Study on Color Ratio*, datum pristupa: 12.03.2021

Izvor 6: <https://design.lyft.com/re-approaching-color-9e604ba22c88>, *Re-approaching Color*, datum pristupa: 10.06.2022.

Izvor 7: <https://www.nngroup.com/articles/usability-metrics/>, *Usability Metrics*, datum pristupa: 12.06.2022.

Izvor 8: <https://www.nngroup.com/articles/success-rate-the-simplest-usability-metric/>, *Success Rate: The Simplest Usability Metric*, datum pristupa: 12.06.2022.

Izvor 9: <https://www.nngroup.com/articles/rating-scales/>, *Rating Scales in UX Research: Likert or Semantic Differential?*, datum pristupa: 12.06.2022.

Izvor 10. Creswell, J. W. (2009). *Research designs: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*

Izvor 11. Fritz, M., & Berger, P. D. (2015). *Improving the user experience through practical data analytics: gain meaningful insight and increase your bottom line*