

Dizajn grafičkih korisničkih sučelja mobilnih aplikacija s naglaskom na digitalnu pristupačnost osobama sa smetnjama kolornog vida

Bushara, Aisha

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:216:725840>

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

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



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET**

AISHA BUSHARA

**DIZAJN GRAFIČKIH KORISINIČKIH
SUČELJA MOBILNIH APLIKACIJA S
NAGLASKOM NA DIGITALNU
PRISTUPAČNOST OSOBAMA SA
SMETNJAMA KOLORNOG VIDA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2021.



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

AISHA BUSHARA

**DIZAJN GRAFIČKIH KORISINIČKIH SUČELJA
MOBILNIH APLIKACIJA S NAGLASKOM NA
DIGITALNU PRISTUPAČNOST OSOBAMA SA
SMETNJAMA KOLORNOG VIDA**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
doc. dr. sc. Jurica Dolić

Student:
Aisha Bushara

Zagreb, 2021.

Rješenje o odobrenju teme diplomskog rada

Sažetak

Mnogo ljudi danas koriste različita grafička korisnička sučelja kao što su pametni telefoni, tableti, pametni satovi, računala i drugi interaktivni zasloni. Dizajneri teže tome da sučelja budu privlačna i atraktivna, ali i da budu laka, ugodna i intuitivna za korištenje. Međutim, neka grafička korisnička sučelja imaju takvu paletu boja i općenito dizajn da ih osobe sa smetnjama kolornog vida teško koriste. Potrebne informacije u tim sučeljima nisu pregledne, što narušava dobro korisničko iskustvo.

Postoje načini da grafička korisnička sučelja budu pristupačnija korisnicima sa smetnjama kolornog vida, ali često takav dizajn bude odbojan korisnicima bez tih smetnji. Međutim, grafičko korisničko sučelje može imati dobro korisničko iskustvo za obje publike tako da dizajn bude privlačan i atraktivan osobama s normalnim vidom, ali i pristupačan osobama sa smetnjama kolornog vida.

Ključne riječi: pristupačnost, inkluzivni dizajn, korisničko iskustvo, korisničko sučelje, smetnja kolornog vida

Abstract

Many people today use various graphical user interfaces such as smartphones, tablets, smart watches, computers and other interactive screens. Designers strive to make interfaces appealing and attractive, but also to be easy, comfortable and intuitive to use. However, some graphical user interfaces have such a color palette and design in general that people with color vision impairments find it difficult to use them. The required information in these interfaces is not clear, which undermines the good user experience. There are ways to make graphical user interfaces more accessible to users with color vision deficiencies, but often such a design is repulsive to users without these deficiencies. However, the graphical user interface can have a good user experience for both audiences so that the design is appealing and attractive to people with normal vision, but also accessible to people with color vision deficiencies.

Keywords: accessibility, inclusive design, user experience, user interface, color vision deficiency

SADRŽAJ

Sažetak

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. Pristupačnost	3
2.1.1. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)	5
2.2. Univerzalni dizajn	7
2.2.1. Principi univerzalnog dizajna	9
2.3. Inkluzivni dizajn	12
2.3.1. Principi inkluzivnog dizajna	13
2.4. Razlike između univerzalnog i inkluzivnog dizajna te pristupačnosti	15
2.5. Dizajn korisničkog iskustva (UX dizajn)	16
2.5.1. Procesi u UX dizajnu	18
2.5.1.1. Istraživanje korisnika	19
2.5.1.2. Persone i informacijska arhitektura	20
2.5.1.3. Dijagram toka korisnikovih interakcija (userflow) i žičani prikazi (wireframes) ...	22
2.5.1.4. Izrada prototipa i test uporabljivosti	24
2.6. UI dizajn	26
2.7. Poveznice i razlike između UX i UI dizajna	28
2.8. Grafičko korisničko sučelje (GUI)	29
2.9. Način korištenja boja u UI dizajnu	30
2.10. Pristupačnost boja	33
2.10.1. Kontrast boja	34
2.10.2. Poboljšanje preglednosti sadržaja za osobe sa smetnjama kolornog vida	37
2.11. Utjecaj dizajna GUI na korisničko iskustvo kod populacije sa smetnjama kolornog vida	41
2.12. Kolorni vid i njegove funkcije	43
2.13. Smetnje kolornog vida	44

2.13.1. Vrste smetnji kolornog vida	46
2.13.1.1. Protanopija i protanomaliya	47
2.13.1.2. Deuteranopija i deuteranomaliya.....	48
2.13.1.3. Tritanopija i tritanomaliya.....	49
2.13.1.4. Akromatopsija ili monokromatski vid.....	50
3. EKSPERIMENTALNI DIO	53
3.1. Plan istraživanja	53
3.2. Korišteni alati i aplikacije	54
3.2.1. Figma.....	54
3.2.2. Simulatori smetnji kolornog vida	54
3.3. Postupak istraživanja	56
3.3.1. Istraživanje konkurencije (benchmarking)	56
3.3.1.1. LastQuake.....	56
3.3.1.2. Earthquake Network.....	58
3.3.1.3. Earthquakes Tracker.....	62
3.3.2. Faza otkrivanja – istraživanje korisnika	64
3.3.3. Persone, mapa empatije i korisnikovog putovanja	68
3.3.4. Mapiranje korisnikovog kretanja kroz aplikaciju (en. userflow) i izrada žičanih prikaza (en. wireframes).....	74
3.3.5. Vizualne odrednice identiteta aplikacije.....	79
3.3.6. Ispitivanje preferencija izgleda komponenti između 3., 4. i 5. verzije dizajna aplikacije.....	87
3.3.7. Izrada prototipova za provedbu glavnog istraživanja	93
3.3.8. Test uporabljivosti različitih verzija aplikacije.....	95
4. REZULTATI I RASPRAVA	97
5. ZAKLJUČAK	104
6. LITERATURA.....	105

1. UVOD

Od pojave računala i, kasnije, pojave pametnih telefona ljudi svakodnevno imaju interakcije s grafičkim korisničkim sučeljima. *Web* stranice te računale i mobilne aplikacije koriste se za mnoge potrebe korisnika i za zabavu. Kako godine prolaze, *web* i UX/UI dizajneri izrađuju modernije i privlačnije stranice i aplikacije, uz posebnu pažnju na uporabljivost, pristupačnost i ugodnost korištenja.

Međutim, kod dizajniranja proizvoda premalo se pozornosti obraća na manje skupine ciljane publike, odnosno na ljude s posebnim potrebama pa tako često bivaju isključeni u smislu mogućnosti neometanog korištenja njihovog proizvoda. Osobe sa smetnjama kolornog vida nisu iznimka po pitanju isključenosti.

Odabir boja u korisničkom sučelju često je takav da korisnici sa smetnjama kolornog vida teško raspoznaju funkcionalne elemente u njemu. Često čak i ne postoje druge indikacije za bolje i lakše raspoznavanje funkcionalnih elemenata kao što su ikone, oblici, tekst ili ostale infografike. Ovakav pristup dizajnu grafičkog korisničkog sučelja može dovesti do teže pristupačnosti i lošijeg korisničkog iskustva za određenu skupinu korisnika što bi u konačnici značilo i manju prodaju, nedostatak profita te narušavanje reputacije poduzeća. Dizajn korisničkog sučelja može se prilagoditi u cilju bolje pristupačnosti osobama sa smetnjama kolornog vida, ali korisnici s normalnim vidom često znaju smatrati da je takav dizajn estetski neprivačan. Međutim, može se pronaći zlatna sredina pri rješavanju ovog problema. Sučelje može biti dizajnirano tako da ima dobro korisničko iskustvo kod korisnika bez smetnji, a u isto vrijeme da je i pristupačan korisnicima sa smetnjama kolornog vida, što je i cilj ovog rada. Postoje prakse u UX/UI dizajnu gdje se za rješenje ovog i sličnog problema implementiraju principi univerzalnog i inkluzivnog dizajna.

U teorijskom dijelu govori se o pristupačnosti u dizajnu korisničkog sučelja te o univerzalnom i inkluzivnom dizajnu i njihovim principima koje se u dizajnu mogu primijeniti. Nadalje se opisuje što je UX i UI dizajn i njihovi procesi te što je grafičko korisničko sučelje. Govoreći o pristupačnosti i poboljšanju preglednosti sučelja, rad najviše obuhvaća pravilno biranje paleta boja, kontrast i kako se pomoću drugih indikacija može poboljšati uporabljivost i korisničko iskustvo osobama sa smetnjama kolornog vida. Na kraju teorijskog dijela govori se o samim smetnjama kolornog vida i o njihovim vrstama.

U eksperimentalnom dijelu opisuje se proces dizajniranja aplikacije za praćenje potresa koji će biti dostupan za sve, tako i za korisnike sa smetnjama kolornog vida. Istraživanje počinje od analize grafičkih korisničkih sučelja uz simulaciju smetnji kolornog vida kako bi se uočili propusti kod pristupačnosti istih, zatim ispitivanja korisnika o načinu korištenja aplikacije za praćenje potresa i testa uporabljivosti postojeće aplikacije na korisnicima sa smetnjama kolornog vida. Pomoću rezultata istraživanja izrađuje se prototip aplikacije po principima inkluzivnog dizajna nakon čega je provedeno testiranje uporabljivosti istoga u kojem se mjeri uspješnost i vrijeme izvršavanja zadataka. Putem standardiziranog upitnika provedeno je ispitivanje korisničkog sučelja aplikacije.

Za ovaj rad postavljene su tri hipoteze koje se mogu potvrditi ili pobiti.

H1. Dizajn aplikacije s prilagodbama za osobe sa smetnjama kolornog vida može postići usporedivu razinu korisničkog iskustva kod korisnika bez smetnji kolornog vida kao i aplikacija s neprilagođenim dizajnom.

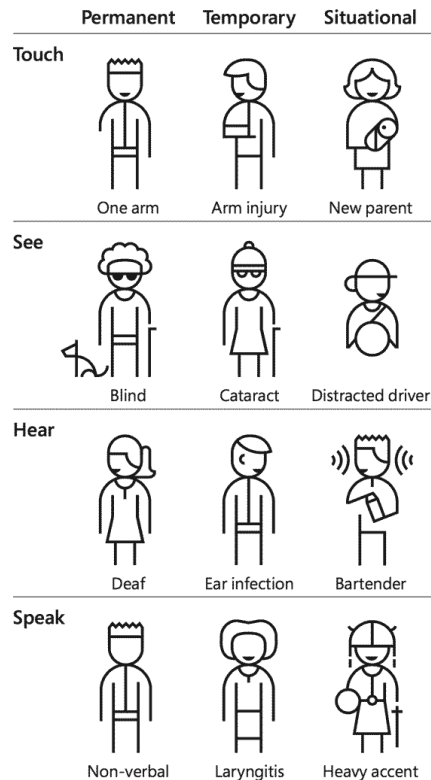
H2. Kod dizajna pristupačnih aplikacija, dodavanjem slikovnih i tekstualnih oznaka, uz označavanje bojom, moguće je postići bolje korisničko iskustvo u usporedbi s ostvarivanjem pristupačnosti izmjenom palete boja.

H3. Dizajn aplikacije s dodanim slikovnim i tekstualnim oznakama, uz označavanje bojom može postići bolju uporabljivost, u smislu vremena potrebnog za rješavanje zadataka, od dizajna s izmjenama u paleti boja kod osoba sa smetnjama kolornog vida.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Pristupačnost

Pristupačnost u dizajnu omogućuje korisnicima s različitim sposobnostima da razumiju i upotrebljavaju korisničko sučelje. [1]. Dizajn nekog proizvoda može biti savršen za većinu korisnika, ali se lako može dogoditi da ga korisnici s posebnim potrebama teško koriste. [2]. Poboljšanje pristupačnosti proizvoda može povećati uporabljivost za sve korisnike, uključujući i slijepe, slabovidne, gluhe, nagluhe, s kognitivnim i motoričkim oštećenjima te situacijskim nesposobnostima, kao što je slomljena ruka. [1]. Pristupačnost u dizajnu korisničkog sučelja dovodi do boljeg iskustva za sve korisnike, bez obzira na njihove sposobnosti. Dizajn usmjeren na korisnika nalaže da *web* i mobilne aplikacije trebaju biti jasne i koherentne. [3]. Osim na mobitelima i tabletima, principi pristupačnosti mogu se primijeniti na: pametne televizore, interaktivne uređaje u automobilima (npr. Android Auto), nosive tehnologije (npr. pametni sat), zaslone na sjedalima u taksiz vozilima i zrakoplovima te povezane uređaje i tehnologije pametnih domova. [4]. Problemi i značajke pristupačnosti za njih mogu se dijeliti u četiri kategorije: vizualna, slušna, fizička i motorička oštećenja te teškoće u čitanju i učenju. [5]. Prema podacima WHO, otprilike 285 milijuna ljudi ima smetnje vida, između 110 i 190 milijuna ljudi ima značajne smetnje kretanja te 360 milijuna ljudi diljem svijeta ima oštećenje sluha. [3]. Drugim riječima, otprilike jedna od sedam osoba ima neku vrstu invaliditeta koja bi mogla utjecati na način kako upravljaju uređajima. Ljudi mogu imati različite težine oštećenja u bilo kojoj dobi privremeno ili trajno. Situacijske nesposobnosti ili privremena stanja kao što su vožnja automobilom ili učenje u knjižnici mogu utjecati na način kako će pojedini korisnik upotrijebiti neki uređaj u određenoj situaciji (Slika 1). [5].



Slika 1: Trajne, privremene i situacijske nesposobnosti

(izvor: UX Collective, <https://uxdesign.cc/can-inclusive-design-return-on-investment-236a7aa2b80f>)

U današnje vrijeme, ljudi sve više koriste mobilne aplikacije, uključujući i osobe s posebnim potrebama. Međutim, neke IT tvrtke ne obraćaju dovoljno pozornosti na pristupačnost svojih proizvoda, stoga često riskiraju da ih zbog toga udruge za populaciju s posebnim potrebama mogu tužiti. Pristupačnost mobilnih aplikacija posebno je bitna zbog načina kako korisnici upravljaju sadržajima. Nativne aplikacije koje se instaliraju na mobilni uređaj potiču angažman, povećavaju lojalnost kupaca i pružaju brendovima više mogućnosti za personalizaciju njihovih iskustava, tako da se implikacije pružanja nepristupačnog iskustva mogu povećati. Procjenjuje se da je 90% vremena provedeno na nativnim aplikacijama što ukazuje na to da se hitno trebaju naći pametnija rješenja za njihovu veću pristupačnost. [4].

Postoje dva mita koje se odnose na pristupačnost korisničkog sučelja. Prvi mit je da je pristupačna stranica neprivlačna. [6]. Pristupačnost neće prisiliti dizajnere da naprave proizvod koji je neprivlačan, dosadan ili pretrpan. Uvest će niz ograničenja koja treba

ugraditi dok se razmatra dizajn. Ova ograničenja dizajna pružiti će nove ideje za istraživanje koje će dovesti do boljih proizvoda za sve korisnike. [2].

Drugi mit je da je proces implementiranja pristupačnosti u korisnička sučelja skup i kompliciran. Da bi se neku *web* stranicu ili aplikaciju učinilo dostupnim, ne trebaju se dodavati dodatne funkcije ili duplicirati sadržaj. Ključ je jednostavno procijeniti zahtjeve onih koji imaju različite vještine i ograničene uređaje prilikom dizajniranja korisničkog sučelja. Izgradnja *web* stranice koja je od početka dostupna košta gotovo jednako kao i izgradnja one koja to nije. Međutim, popravljavanje već nepristupačne stranice možda zahtjeva dodatni napor, ali je uvijek korisno na duge staze, jer je pristupačne *web* stranice lakše i jeftinije održavati. [7].

Budući da imaju sličnosti, pristupačnost se ponekad miješa s uporabljivošću. Obje se preklapaju i vitalni su dijelovi dizajna korisničkog iskustva (UX), ali među njima postoje i ključne razlike. Uporabljivost se odnosi na to je li dizajn učinkovit, djelotvoran i zadovoljavajuć za upotrebu. Teoretski, to znači da uporabljivost uključuje i pristupačnost, jer je nepristupačan proizvod neuporabljiv i za osobe s invaliditetom. Međutim, uporabljivost se obično ne usredotočuje na korisničko iskustvo osoba s invaliditetom. Pristupačnost se, s druge strane, odnosi na to jesu li svi korisnici u mogućnosti pristupiti ekvivalentnom korisničkom iskustvu kada se susreću s proizvodom ili uslugom. Za razliku od upotrebljivosti, pristupačnost se fokusira na osobe s invaliditetom. [8].

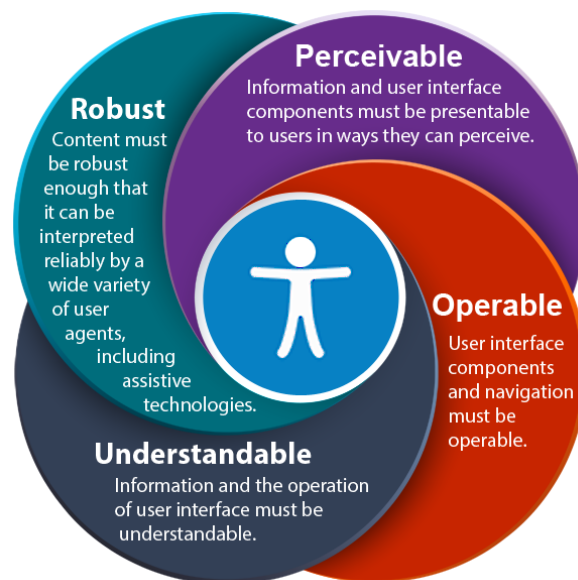
2.1.1. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)

Smjernice za pristupačnost *web* sadržaja ili na eng. *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) postavljaju standarde za omogućavanje pristupačnosti *web* sadržaja na temelju potreba različitih ljudi. [9]. WCAG je razvijen kroz W3C (*World Wide Web Consortium*) postupak u suradnji s pojedincima i organizacijama širom svijeta, s ciljem pružanja jedinstvenog zajedničkog standarda za pristup *web* sadržaju koji udovoljava potrebama pojedinaca, organizacija i vlada na međunarodnoj razini. [10].

Dokumenti WCAG-a objašnjavaju kako napraviti *web* sadržaj više pristupačnim osobama s posebnim potrebama. *Web* sadržaj odnosi se na informacije sadržane u *web* stranicama i aplikacijama, uključujući tekst, slike i zvukove te kodove koje formiraju strukturu stranice. WCAG je prvenstveno namijenjen kreatorima *web* sadržaja (autori stranica, *web* dizajneri, itd.), programerima alata za *web* autoriziranje, programerima alata za procjenu

pristupačnosti *web* stranice i onima koji žele ili trebaju standard za internetsku pristupačnost, uključujući mobilnu. Povezani resursi namijenjeni su zadovoljavanju potreba mnogih različitih ljudi, uključujući, menadžere, istraživače i dr. [10].

WCAG 2.0 i WCAG 2.1 su stabilni, uputivi tehnički standardi. Imaju skup standarda koji su raspoređeni unutar četiri principa: uočljiv, operativan, razumljiv i robusan (Slika 2). [10]. Pod „uočljiv“ smatra se da informacije i komponente korisničkog sučelja moraju biti prezentirane tako da ih korisnici mogu uočiti. Drugim riječima, informacije ne smiju biti na neki način sakrivene od njih. Pod „operativan“ se misli na to da komponente korisničkog sučelja i navigacije moraju biti operabilne. To znači da bi korisnici morali moći upravljati sučeljem, odnosno u sučelju ne smije postojati neka interakcija kojom korisnici ne mogu upravljati. „Razumljiv“ znači da informacije i operacije korisničkog sučelja moraju biti razumljive. Korisnici moraju moći razumjeti informacije i operacije korisničkog sučelja te sadržaji i funkcije ne smiju imati nerazumljive dijelove. Pod „robusan“ znači da bi sadržaj trebao biti dovoljno kompaktan da bi ga mnoštvo korisničkih agenata, uključujući i pomoćne tehnologije moglo pouzdano prikazati. Korisnici bi trebali moći bez problema pristupiti sadržajima, bez obzira kako napreduju tehnologije. [11].



Slika 2: Četiri principa WCAG standarda i njihovi opisi
(izvor: [pitt.edu](https://sites.pitt.edu/~tyt3/wcag/wcag.html), <https://sites.pitt.edu/~tyt3/wcag/wcag.html>)

Za svaku smjernicu postoje povjerljivi kriteriji uspješnosti u tri razine: A, AA i AAA. [10]. Konformacija A razine govori da *web* programeri moraju zadovoljiti te kriterije, u protivnom će biti nemoguće za jednu ili više skupina da pristupe njihovom *web* sadržaju. AA razina opisuje da bi *web* programeri trebali zadovoljiti kriterije, inače će nekim skupinama biti teško pristupiti *web* sadržaju. Konformacija AAA razine opisuje da *web* programeri mogu zadovoljiti te kriterije kako bi olakšali nekim skupinama da pristupe njihovom *web* sadržaju. [12].

2.2. Univerzalni dizajn

Univerzalni dizajn je dizajn proizvoda i okoliša koji je upotrebljiv za sve ljude do najšireg mogućeg opsega, bez adaptiranja ili prilagođenog dizajna. [13]. Takav dizajn mogu koristiti ljudi bez obzira na dob, spol, veličinu, sposobnosti i teškoće. Ako je okolina pristupačna, upotrebljiva, prikladna i ugodna za koristiti, od takvog dizajna svi imaju koristi. Razmatrajući raznolike potrebe i sposobnosti svih tijekom procesa dizajniranja, univerzalni dizajn stvara proizvode, usluge i okruženja koja udovoljavaju potrebama ljudi (Slika 3). [14].



Slika 3: Primjena univerzalnog dizajna za stepenište

(izvor: Rocky Mountain ADA Center, <https://rockymountainada.org/news/blog/evolution-universal-design-win-win-concept-all>)

Pojam „univerzalni dizajn“ smislio je arhitekt Ronald Mace koji je obolio od dječje paralize. Nakon što je diplomirao arhitekturu 1966. godine, odlučio se usredotočiti na izgradnju pristupačnih domova, eksperimentirajući s idejom „dizajna za sve“. Danas se

univerzalni dizajn koristi ne samo za izgradnju zgrada s jednakim pristupom, već i za izradu inkluzivnih *web* stranica i aplikacija. [15].

Univerzalni dizajn uključuje pristup u dvije razine. Prva razina je korisnički osmišljen dizajn gdje se pomiču granice „glavnih“ proizvoda, usluga i okruženja kako bi se uključilo što više ljudi. Druga razina je prilagodljivi dizajn gdje se umanjuju poteškoće prilagodbe određenim korisnicima. S obzirom na te dvije razine, univerzalni dizajn može se promatrati na mikro i makro razini. [16].

Na mikro razini ne očekuje se da dizajner pronađe jedno dizajnersko rješenje koje udovoljava potrebama 100% stanovništva, jer univerzalni dizajn nije jedna veličina koja odgovara svima. Dapače, od dizajnera se traži da istražuju dizajnerska rješenja koja uključuju više, oni dizajni koji pomiču granice što je više moguće bez ugrožavanja cjelovitosti ili kvalitete proizvoda. Ako je za značajku dizajna dostupno više opcija, treba odabrati sveobuhvatniju značajku. Primjerice, kada se instalira kvaka na vrata, uvijek je bolje odlučiti se za ručicu poluge, umjesto za okruglu kvaku, jer se ručica poluge može otvoriti laktom ili zatvorenom šakom, što koristi i ljudima koji nose torbe za kupovinu kao ljudi s ograničenom snagom u rukama. [16].

Na makro razini dizajner ima priliku kombinirati dostupne i upotrebljive značajke dizajna s prilagodljivim značajkama, zajedno sa specijaliziranim dizajnerskim rješenjima koja se bave najekstremnijim pitanjima uporabljivosti. Odstupajući od pojedinačnih značajki i promatrajući proizvod, uslugu ili okoliš u cjelini, dizajneri mogu istražiti alternative koje korisnicima pružaju jednaka iskustva. Primjer takvog dizajna je *web* stranica koja ispunjava smjernice za pristupačnost *web* sadržaja (WCAG 2.0) inicijative za dostupnost *weba* (eng. *Web Accessibility Initiative (WAI)*), ima prilagodljivo korisničko sučelje i kompatibilno je s pomoćnim tehnologijama. [16].

Od mikro do makro razine, univerzalni dizajn ima implikacije za dizajn bilo koje značajke proizvoda, usluge ili okoline, kao i za dizajn istih u cijelosti. [16].

Proizvod koji je dizajniran samo s obzirom na funkciju nije zajamčeno atraktivan. Univerzalni dizajn ima za cilj povećati dostupnost i uporabljivost proizvoda, pa je funkcionalnost važna. Ali univerzalni dizajn nije dizajn koji se temelji samo na funkcionalnosti. Dizajner također mora znati da na iskoristivost proizvoda može utjecati njegov izgled. [17].

Univerzalni dizajn nije nužno predmet koji je namijenjen za stručnjake, nego ga može primijeniti bilo koji dizajner. Prvi korak je usvajanje pristupa dizajniranju usmjerenog na korisnika ili osobu. To zahtijeva svijest i uvažavanje različitih sposobnosti ljudi. Univerzalni dizajn nije ni dodatak dizajnerskom pristupu. Ne može se učinkovito ili djelotvorno primijeniti na kraju postupka dizajniranja. Trebao bi biti integriran u postupak dizajniranja od samog početka. [17].

Nerazumijevanje ljudi može rezultirati proizvodima koji uzrokuju nepotrebnu frustraciju i isključenost, što smanjuje komercijalni uspjeh zbog povećanog povrata i korisničke podrške. [18].

Dobar dizajner je onaj koji ima razvijenu empatiju i želi napraviti dizajn proizvoda ili usluga koji će biti uključiv za sve ljude. Međutim, često se izrađuje dizajn takav da isključuje neke osobe. Tako ljudi s trajnim, privremenim ili situacijskim nesposobnostima postaju marginalizirani. Isto tako, takav dizajn može biti protuzakonit jer se time diskriminiraju osobe s invaliditetom. [19]. Negativno, isključujuće i diskriminirajuće korisničko iskustvo postoji u mnogim oblicima, uključujući zabranjen pristup, iskustva ponižavanja identiteta, neželjeno izlaganje osjetljivih podataka (stvarnih ili opaženih) i frustrirajuće iskustvo. [20]. Dizajneri moraju osigurati da svi mogu koristiti proizvod koji oni dizajniraju. To je ispravna stvar za učiniti jer tada svi ljudi imaju jednaka prava i mogućnosti u smislu korištenja digitalnih proizvoda. [19].

2.2.1. Principi univerzalnog dizajna

1997. godine radna skupina arhitekata, dizajnera proizvoda, inženjera i dizajnera okoliša koje je predvodio Ronald Mace u sveučilištu u Sjevernoj Karolini razvila je sedam principa univerzalnog dizajna. Njihova svrha je da budu smjernice za dizajn okoliša, proizvoda i komunikacije. Prema Centru za univerzalni dizajn u spomenutom sveučilištu, principi se mogu primijeniti za procjenu postojećih dizajna, usmjeravanje procesa dizajniranja te educiranje dizajnera i potrošača o karakteristikama upotrebljivijih proizvoda i okruženja. [21].

Sedam principa univerzalnog dizajna su:

1. Ravnopravno korištenje - dizajn je koristan i dostupan ljudima koji imaju različite sposobnosti.

- Treba osigurati jednaka sredstva za upotrebu za sve korisnike: identična kad god je to moguće, ekvivalentna kad ne.
- Izbjegavati segregaciju ili stigmatizaciju bilo kojih korisnika.
- Odredbe o privatnosti i sigurnosti trebale bi biti jednako dostupne svim korisnicima.
- Dizajn treba biti privlačan svim korisnicima. [21].

Primjer: *web* stranica koja pruža tehnologiju čitača zaslona za slijepce. Treba imati na umu da različiti korisnici pristupaju internetu putem različitih tehnologija. [15].

2. Fleksibilnost u korištenju - dizajn uklapa širok raspon individualnih preferencija i sposobnosti.

- Treba omogućiti izbor načina korištenja.
- Prilagoditi jednak pristup i desnorukim i ljevorukim osobama.
- Treba omogućiti lakšu preciznost i točnost korištenja.
- Omogućiti prilagodljivost tempu korisnika. [21].

Primjer: omogućavanje korisnicima opcije slušanja ili čitanja (s titlovima) videozapisa. [15].

3. Jednostavno i intuitivno korištenje - korištenje dizajna lako je razumjeti, bez obzira na korisničko iskustvo, znanje, jezične vještine ili trenutnu razinu koncentracije.

- Treba eliminirati nepotrebne komplikacije.
- Treba biti dosljedan očekivanjima i intuiciji korisnika.
- Priuštiti širok spektar pismenosti i jezičnih vještina.
- Urediti informacije konzistentne po njihovoj važnosti.
- Pružiti učinkovite upute i povratne informacije tijekom i nakon završetka zadatka. [21].

Primjer: uporaba podebljanih, kontrastnih boja u gumbima za poziv na akciju (eng. *Call to Action* (CtA)) koji se ističu u odnosu na pozadinu boje korisničkog sučelja i dodavanje mikrointerakcija. [15].

4. Uočljive informacije - dizajn korisniku učinkovito prenosi potrebne informacije, bez obzira na ambijentalne uvjete ili osjetilne sposobnosti korisnika.

- Treba koristiti različite načine (slikovni, verbalni, taktilni) za dodatno predstavljanje bitnih informacija.

- Omogućiti odgovarajući kontrast između bitnih informacija i okoline.
- Maksimalno povećati „čitljivost“ bitnih informacija.
- Razlikovati elemente na načine koji se mogu opisati (npr. olakšati davanje uputa).
- Omogućiti kompatibilnost s raznim tehnikama ili uređajima koje koriste ljudi sa senzornim ograničenjima. [21].

Primjer: upotrijebiti opise alata za prikaz dodatnih podataka. [15].

5. Tolerancija na greške - dizajn minimizira opasnosti i štetne posljedice slučajnih ili nenamjernih radnji.

- Rasporediti elemente kako bi se smanjile opasnosti i pogreške: najčešće korišteni elementi trebali bi biti najpristupačniji, a opasni elementi eliminirani, izolirani ili zaštićeni.
- Treba upozoriti na opasnosti i pogreške.
- Pružiti značajke koje su sigurne od neuspjeha.
- Obeshrabriti nesvjesno djelovanje u zadacima koji zahtijevaju budnost. [21].

Primjer: poruke koje ukazuju na pogrešku u obrascu za unos. [15].

6. Mali fizički napor - dizajn se može koristiti učinkovito i udobno te uz minimum umora.

- Dopustiti korisniku da zadrži neutralan položaj tijela.
- Upotrijebiti razumne operativne sile.
- Svesti ponavljajuće akcije na minimum.
- Minimizirati trajni fizički napor. [21].

Primjer: upotreba urednih vizualnih elemenata i dizajnerskih standarda, kao i paralaksne trake za pomicanje koje održavaju izbornike vidljivima tako da korisnici ne moraju pomicati prema gore da bi im pristupili. [15].

7. Veličina i prostor za pristup i upotrebu - odgovarajuća veličina i prostor osigurani su za pristup, doseg, manipulaciju i upotrebu bez obzira na veličinu tijela, držanje ili pokretljivost korisnika.

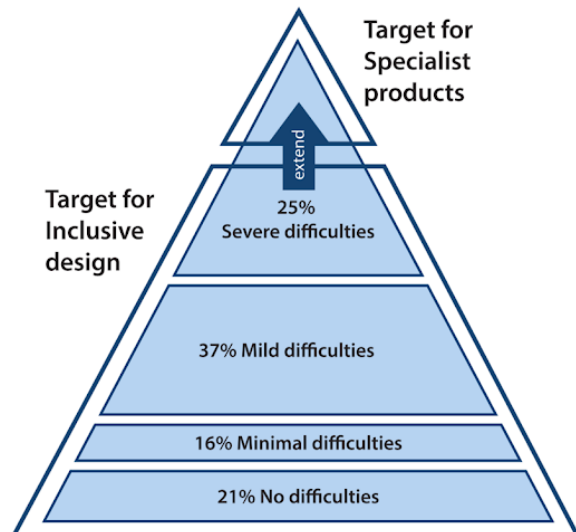
- Treba osigurati jasno vidljivo mjesto važnim elementima za svakog sjedećeg ili stojećeg korisnika.
- Omogućiti pristup svim komponentama ugodnim za svakog sjedećeg ili stojećeg korisnika.

- Prilagoditi varijacije u veličini ruku i rukohvata.
- Osigurati odgovarajući prostor za upotrebu pomoćnih uređaja ili osobne pomoći. [21].

Primjer: fleksibilni *web* dizajn, kao što je responzivni ili prilagodljivi *web* dizajn. [15].

2.3. Inkluzivni dizajn

Inkluzivni dizajn je dizajn proizvoda i usluga koji uzima u obzir čitav raspon ljudske raznolikosti s obzirom na sposobnost, jezik, kulturu, spol, dob i druge oblike ljudske razlike. To je pojam koji navodi ljude da razmišljaju o publici koja se širi, sa sve većim željama i potrebama, što im daje više da razmišljaju dok dizajniraju proizvode. [13]. U inkluzivnom dizajnu poštivaju se legalni kodeksi pristupačnosti, uzima se u obzir sam sadržaj, odnosno takav jezik da ne isključuje dio publike i obraća se pozornost na uporabljivost. U ovom slučaju, ne dizajnira se isključivo samo za korisnike s određenim teškoćama, nego i za raznolike ljude koje se ubrajaju u ciljanu publiku za neki proizvod ili uslugu (Slika 4). [22].



Slika 4: Piramidni model raznolikosti i proširivanje ciljne publike za neki proizvod na populaciju s određenim teškoćama na vrhu piramide

(izvor: *Inclusive Design Toolkit*, <http://www.inclusivedesigntoolkit.com/whatis/whatis.html>)

Posljedica implementiranja procesa inkluzivnog dizajna je povećanje opsega trenutnog tržišta, otvaranje novog tržišta i smanjenje otuđenja potencijalnih tržišta i korisnika. [22]. I klijenti i poduzeća imaju koristi od inkluzivnog dizajna. Osim što se time povećava prihod i doseg proizvoda, daje prostora za inovacije i kreativnost te pomaže tvrtkama da preuzmu odgovornost na socijalnoj razini. [23, 19].

Inkluzivni dizajn ne sugerira da je uvijek moguće (ili prikladno) dizajnirati jedan proizvod koji bi odgovarao potrebama cijele populacije. Umjesto toga, inkluzivni dizajn vodi odgovarajući odgovor dizajna na raznolikost populacije kroz razvijanje franšize proizvoda i derivata kako bi se osiguralo najbolje moguće pokrivanje populacije, osiguravanje da svaki pojedini proizvod ima jasne ciljane korisnike te smanjivanje razine sposobnosti potrebne za upotrebu svakog proizvoda, kako bi se poboljšalo korisničko iskustvo za širok spektar kupaca, u raznim situacijama. [18].

Kada se govori o raznolikim dizajnerskim timovima, treba uzeti u obzir nekoliko čimbenika: ljudi iz različitih socioekonomskih sredina, ljudi iz različitih kultura, ljudi različitih sposobnosti, ljudi različitog spola, ljudi iz različitih dijelova zemlje (i svijeta) i različite dobi. Kada tim od početka može uključiti različite perspektive, dizajni koje izrade biti će potpuniji od dizajna koji dolaze iz dizajnerskog tima u kojem svi članovi dijele slične pozadine i sposobnosti. Nakon stvaranja prvih iteracija dizajna, dizajneri moraju uključiti testiranje korisnika s heterogenom skupinom ljudi. Treba potražiti ljude koji predstavljaju najširi raspon potencijalnih krajnjih korisnika proizvoda. [24].

2.3.1. Principi inkluzivnog dizajna

Principi inkluzivnog dizajna baziraju se na postavljanju ljudi na prvo mjesto. Radi se o dizajniranju za potrebe ljudi s trajnim, privremenim, situacijskim ili promjenjivim invaliditetom. Namijenjeni su svima koji su uključeni u dizajn i razvoj *web* stranica i aplikacija: dizajnerima, profesionalcima u korisničkom iskustvu, programerima, vlasnicima proizvoda, tvorcima ideja, inovatorima, umjetnicima i misliocima. [25].

Inkluzivni dizajn sadrži šest principa koje dizajneri trebaju slijediti:

a. Pronaći točke isključenja

U ovom principu treba proaktivno tražiti točke gdje su neki korisnici isključeni te koristiti ih da se generiraju nove ideje i naglašuju prilike za kreiranje novih

rješenja. Ako dizajneri razumiju kako i zašto su ljudi isključeni, to će im pomoći da uspostave čvrste korake prema inkluzivnijem pristupu. [23].

b. Identificirati situacijske izazove

Isključenja se mogu dogoditi u bilo kojoj situaciji. Treba uzeti u obzir kontekst u kojem se korisnik nalazi kada koristi proizvod i napraviti dizajn s obzirom na korisničko iskustvo tako da bude pristupačan u svakodnevnim trenucima isključenja. [23]. Ljudi mogu biti novi korisnici,iskusni korisnici, korisnici na poslu, kod kuće, u pokretu i pod pritiskom. Sve ove situacije mogu imati utjecaja. Za one kojima je interakcija već izazovna, poput osoba s invaliditetom, ovaj utjecaj može posebno otežati upotrebu. [25].

c. Prepoznati osobne sklonosti

Treba uključiti ljude iz različitih dijelova društva u proces dizajna. Korisnici neće samo pokazati koje su njihove potrebe, već će i pomoći da dizajneri sagledaju ono što je izvan njihovih pretpostavki i sklonosti kada izrađuju neki proizvod. [23].

d. Ponuditi različite načine za angažiranje

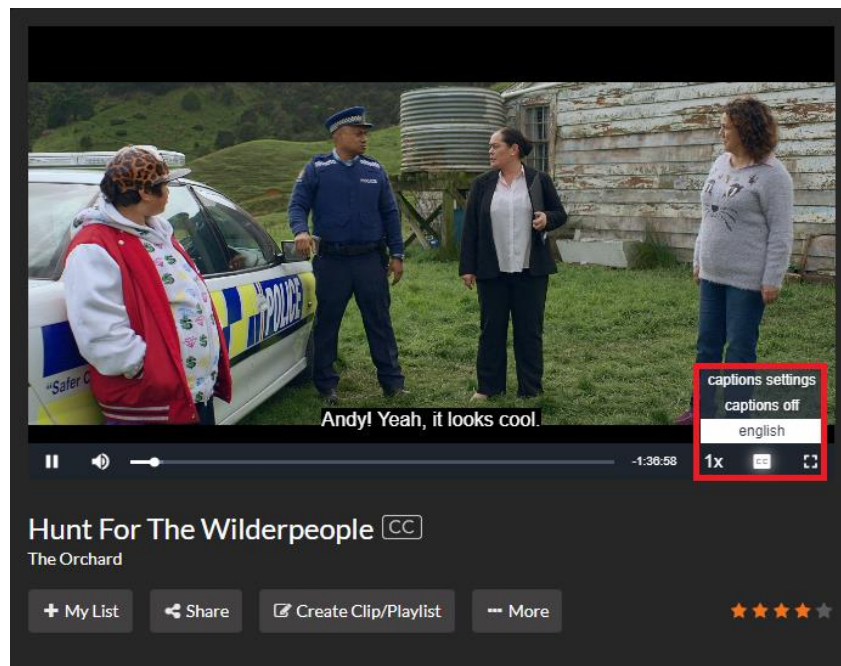
Ljudima je potrebno ponuditi različite načine sudjelovanja u nekom iskustvu. Kada je u dizajnu ponuđeno više opcija, korisnici mogu birati metodu za izvršavanje zadataka koje im najviše odgovara u jedinstvenim okolnostima. [23].

e. Pružiti ekvivalentna iskustva

Kada se radi dizajn s više načina na koje se ljudi mogu angažirati, treba osigurati da su iskustva usporediva. Uovoljavanje standardima pristupačnosti neće garantirati nužno uporabljivost i usporediva iskustva. [23].

f. Proširiti rješenje za sve

Dizajn rješenja za jednu korisničku skupinu može koristiti i puno široj publici. [23]. Npr. titlovi uz videozapise koji su napravljeni za gluhe i nagluhe mogu koristiti i ljudima koji se nalaze u glasnim okolinama kao što su kavane ili vlakovi puni ljudi (Slika 5). Veći font teksta koji je dizajniran za ljude sa slabijim vidom može koristiti i vozačima. [26].



Slika 5: Titlovi uz videozapis koji koristi i osobama sa oštećenjima sluha i ljudima u glasnom okruženju kao primjer inkluzivnog dizajna
(izvor: Kanopy Help, <https://help.kanopy.com/hc/en-us/articles/115004401394-Enabling-closed-captions-subtitles-and-transcripts>)

2.4. Razlike između univerzalnog i inkluzivnog dizajna te pristupačnosti

Inkluzivni dizajn fokusira se na istraživanju načina usluge za puni spektar ljudi koji čine raznoliko tržište. Radi se o različitim rješenjima ili procesima za različite skupine ljudi, umjesto pristupa da je jedno rješenje za sve. Inkluzivni dizajn proširuje rješenja na sve korisnike koje imaju širok spektar presječnih potreba, perspektiva i ponašanja, umjesto da se radi prilagodba za specifični oblik poteškoća. Više se fokusira na holističke skupine rješenja i procesa, uzimajući u obzir identitete, kulture i različite perspektive u procesu dizajna kod istraživanja i suoblikovanja. [22]. Inkluzivni dizajn je usredotočen na odabir odgovarajućeg ciljanog tržišta za određeni dizajn i donošenje utemeljenih odluka kako bi se maksimizirali „pokazatelji uspješnosti proizvoda“ za to ciljno tržište. Iako inkluzivni dizajn želi proširiti doseg glavnih proizvoda, priznaje komercijalna ograničenja povezana sa zadovoljavanjem potreba ciljnog tržišta. [18].

U univerzalnemu dizajnu uslužuje se što veći opseg korisnika, a ne radi se na pristupačnosti pojedinaca ili na cilju inkluzije. Tipično, ne pruža dodatnu podršku za krajnje korisnike, nego pruža jedno rješenje koje će služiti što široj publici bez dodatnih prilagodbi. U

povijesti se univerzalni dizajn fokusirao na mjesta i arhitekturu, a poslije se primjenjuje na ostale proizvode. Inkluzivni dizajn se primjenjuje na svim tim područjima, pa i na sustave i usluge. [22]. U kontekstu dizajna proizvoda, pristup univerzalnog dizajna pragmatično prihvaća da nije uvijek moguće da jedan proizvod zadovolji potrebe cijele populacije. [18].

Pristupačnost se fokusira na ekvivalentnom iskustvu u fizičkom i digitalnom prostoru za osobe s invaliditetom kao što su upravljanje tipkovnicom, titlovi, i mnoge druge metode. Za *web* se to odnosi na primjenu različitih standarda za pristupačnost, uključujući upravljanje tipkovnicom, pristupačnost za čitače zaslona i dr., dok se testiranjem korisnika provjeravaju da li se tim rješenjima pruža ekvivalentno iskustvo svim korisnicima. Pristupačnost ne uzima nužno u obzir različite identitete, kulture ili perspektive, nego se više fokusira na prilagodbi sadržaja da podrži različite načine interakcije i angažmana. [22]. Također se usredotočuje na ishod ili rezultat projekta. [27]. Univerzalni i inkluzivni dizajn te pristupačnost su ključni za izradu proizvoda i usluga koja nisu samo funkcionalna, nego i ugodna za sve. [22].

2.5. Dizajn korisničkog iskustva (UX dizajn)

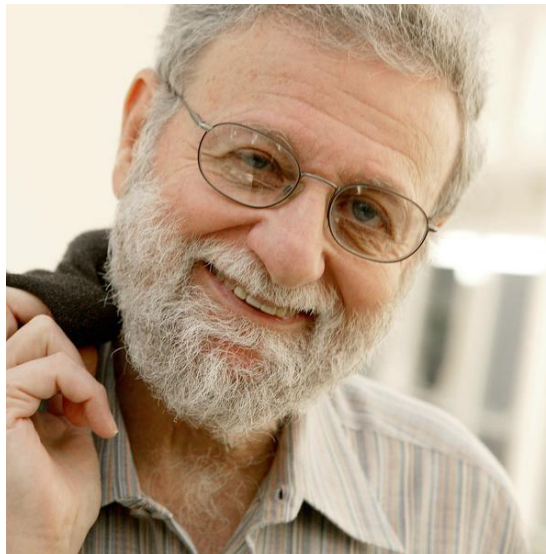
UX je kratica od engleske riječi „*user experience*“ što znači korisničko iskustvo. Korisničko iskustvo određuje se po tome kakva je interakcija s korisničkim sučeljem koje je dizajner izradio. [28]. Dizajn korisničkog iskustva postupak je razvoja i poboljšanja kvalitete interakcije između korisnika i svih aspekata tvrtke. To je u teoriji nedigitalna (kognitivna) praksa, ali koriste ga i definiraju pretežno digitalne industrije. UX dizajn ne temelji se na produkciji privlačnih vizualnih rješenja, nego se fokusira na cjelokupni osjećaj iskustva. [29].

UX dizajneri određuju strukturu sučelja i njegovu funkcionalnost, kako je organizirano i kako se njegovi dijelovi međusobno odnose. Ukratko, oni dizajniraju kako sučelje funkcionira. Ako sučelje dobro i glatko radi, veća je vjerojatnost da će korisnik imati dobro korisničko iskustvo, ali ako je navigacija komplicirana i neintuitivna, korisničko iskustvo bit će loše. UX dizajneri žele izbjeći drugi scenarij. [28].

Postoji određena količina iterativne analize koja postoji u UX dizajnu. UX dizajneri će izraditi strukturu toka interakcije sa sučeljem i prikupljati povratne informacije korisnika. Sve će se to integrirati u njihov dizajn. Za dizajnere je važno da imaju holističko

razumijevanje o tome kakvu interakciju s njihovim aplikacijama korisnici preferiraju. [28]. Posao UX dizajnera rijetko završava nakon lansiranja proizvoda. Uvijek će biti usavršavanja, malih promjena, novih izdanja, povratnih informacija koje će se prikupiti i analitike za razgovor s timom. [30].

UX dizajn je način dizajniranja proizvoda gdje se ljude stavlja na prvo mjesto. Don Norman (Slika 6), kognitivni znanstvenik i suosnivač *Nielsen Norman Group Consultancy Design*, zaslužan je za pojam izraza „korisničko iskustvo“ krajem 1990-ih. Ovako opisuje taj pojam: „Korisničko iskustvo obuhvaća sve aspekte interakcije krajnjeg korisnika s tvrtkom, njezinim uslugama i proizvodima.“ Don Normanova definicija govori da, bez obzira na medij, UX dizajn obuhvaća sve interakcije između potencijalnog ili aktivnog kupca i tvrtke. Kao znanstveni proces mogao bi se primijeniti na bilo što kao što su ulične svjetiljke, automobili, police Ikee, itd. Međutim, iako je sveobuhvatna disciplina, njegova primjena od samog početka pretežno je u digitalnim polju. Jedan od razloga za to je što se tehnološka industrija počela brzo razvijati otprilike u vrijeme izuma tog pojma. [29].



Slika 6: Don Norman, osnivač pojma „korisničko iskustvo“

(izvor: Nielsen Norman Group, <https://www.nngroup.com/people/don-norman/>)

Otkako se pojam pojavio, UX dizajn postao je sinonim za dobro poslovanje, tj. na tržištu će uspjeti samo oni proizvodi i usluge koji pružaju besprijekorno korisničko iskustvo. Uz

to, potražnja za UX dizajnerima se radikalno povećala i kako se tržište tehnologije nastavlja razvijati, UX dizajneri su presudniji nego ikad. [30].

UX dizajneri trebaju razmotriti zašto, što i kako koristiti proizvod. „Zašto“ uključuje motivacije korisnika za usvajanje proizvoda, bilo da se odnose na zadatak koji žele s njim izvršiti ili na vrijednosti i stavove koje korisnici povezuju s vlasništvom i uporabom proizvoda. „Što“ se odnosi na stvari koje ljudi mogu učiniti s proizvodom, tj. njegovu funkcionalnost. „Kako“ se odnosi na dizajn funkcionalnosti na pristupačan i estetski ugodan način. UX dizajneri započinju sa „Zašto“ prije nego što odrede „Što“ i zatim, konačno, „Kako“ kako bi stvorili proizvode s kojima korisnici mogu stvoriti smislena iskustva. [31].

UX je širok pojam koji se može podijeliti u četiri glavne discipline: strategija iskustva (*Experience Strategy - ExS*), dizajn interakcije (*Interaction Design - IxD*), istraživanje korisnika (*User Research - UR*) i informacijska arhitektura (*Information Architecture - IA*). [32].

Kod strategije iskustva u UX dizajnu ne radi se samo o krajnjem korisniku. Ona također donosi veliku vrijednost poduzeću koje pruža proizvod ili uslugu. Strategija iskustva sastoji se u osmišljavanju cjelovite poslovne strategije koja uključuje i potrebe kupca i potrebe tvrtke. [32].

U okviru dizajna interakcija razmatra se način na koji korisnik komunicira sa sustavom, uzimajući u obzir sve interaktivne elemente poput gumba, tranzicija između stranica i animacija. Dizajneri interakcija nastoje stvoriti intuitivni dizajn koji omogućava korisniku da bez napora dovrši osnovne zadatke i radnje. [32]. O istraživanju korisnika i informacijskoj arhitekturi više će se diskutirati u idućim poglavljima.

2.5.1. Procesi u UX dizajnu

Postoje neke općenite radnje koje se mogu očekivati od UX dizajnera, uključujući provođenje istraživanja korisnika, izrada persona, određivanje informacijske arhitekture digitalnog proizvoda, dizajniranje *userflowa* i *wireframeova*, izrada prototipa i provođenje testa uporabljivosti. [30]. Ti se zadaci mogu uvelike razlikovati od organizacije do organizacije, ali uvijek zahtijevaju od dizajnera da budu zagovornici korisnika i da potrebe korisnika budu u središtu svih napora u dizajniranju i razvoju. [31].

2.5.1.1. Istraživanje korisnika

Istraživanje je bitno za UX, ali i UI dizajnere. U obje discipline istražuju se želje, potrebe i ponašanja korisnika te što očekuju od neke aplikacije. Istraživanje je najčešće iterativno sa sesijama testiranja uporabljivosti gdje pravi korisnici imaju interakciju s testiranim verzijama određenih funkcionalnosti, a sve s ciljem provjere jesu li dizajneri na pravom putu kod razvijanja proizvoda. Kod svake iteracije istraživanja integrirane su sve relevantne povratne informacije. [28].

Prednost istraživanja korisničkog iskustva jest da pomaže razumjeti kako ljudi žive svoj život kako bi na njihove potrebe UX dizajneri mogli odgovoriti informiranim dizajnerskim rješenjima. Dobro UX istraživanje uključuje upotrebu prave metode u pravo vrijeme tijekom razvoja proizvoda. Istraživanja su na prvom mjestu u procesu UX dizajna, jer se bez toga rad može temeljiti samo na iskustvima i pretpostavkama samog dizajnera, što nije objektivno. [33].

Postoji pet koraka provođenja UX istraživanja. Prva dva koraka odnose se na formiranje pitanja i hipoteza, a zadnja tri koraka na prikupljanje znanja kroz odabrane UX metode istraživanja:

- a. Ciljevi: koje praznine u znanju moramo popuniti?
- b. Hipoteze: što mislimo da razumijemo o našim korisnicima?
- c. Metode: na temelju dostupnih resursa, vremena i radne snage, koje bismo metode trebali odabrati?
- d. Ponašanje: prikupljanje podataka putem odabranih metoda.
- e. Sinteza: popuniti praznine u znanju, dokazati ili opovrgnuti naše hipoteze i otkriti mogućnosti za naše dizajnerske napore. [33].

Općenito, UX dizajner će od klijenta ili njihovog menadžera dobiti kratki zahtjev u kojem će se od njega tražiti određena projektna istraživanja. Prvo, njegova uloga bila bi kombinirati stolna i terenska istraživanja kako bi stekli potpunu sliku za koga dizajniraju. To bi moglo uključivati pregled onoga što trenutna *web* stranica ili aplikacija nudi, intervjuiranje postojećih korisnika kako bi se utvrdile mogućnosti i probleme te provođenje istraživanja konkurenata kako bi se vidjelo što još postoji. Ti zadaci omogućuju UX dizajneru da odredi osnovne značajke potrebne za minimalni održivi proizvod (drugim riječima, prvu iteraciju proizvoda koji će objaviti) i da započne sa stvaranjem nekih početnih korisničkih persona. [30].

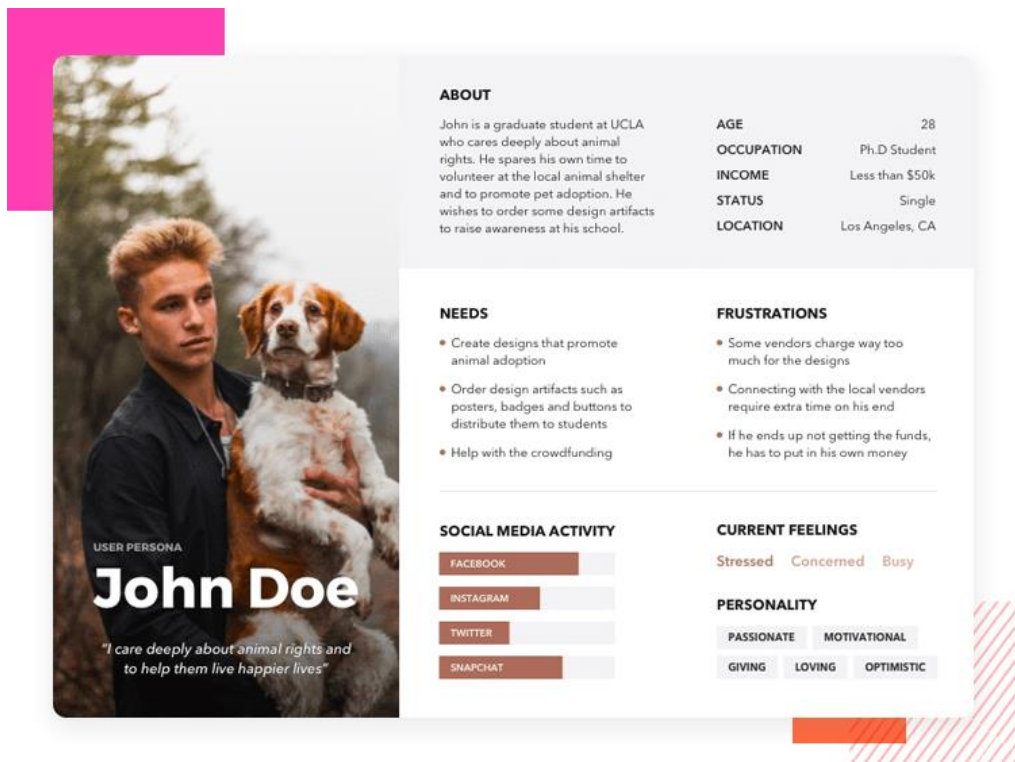
2.5.1.2. Persone i informacijska arhitektura

Na temelju opsežnih korisničkih istraživanja, UX dizajneri stvaraju korisničke persone (Slika 7). [30]. Razmatra se što te persone pokušavaju postići kada koriste određeni proizvod i „putovanje“ koje će poduzeti da bi to učinili. [32]. Persone pomažu da krajnji korisnik, kupac ili ciljano tržište postanu malo stvarniji za ljude i timove zadužene za pružanje usluga i dizajniranje za njih. [34].

Persona je približna vrijednost segmenta korisnika proizvoda ili ciljanog tržišta. Ako se o njima razmišlja kao o arhetipovima, persone zahtijevaju da se pogleda tko su zapravo ti korisnici (ili vrste korisnika na koje bi se se željelo usredotočiti) i stvoriti skup arhetipova za široki profil koji bi mogao imati bilo koji od korisnika u bilo kojem trenutku. [34].

Persone generiraju empatiju, a empatija je bitna za UX dizajn. Ona omogućuje da se pogleda osobni prikaz korisnika proizvoda na kojem dizajner radi i bolje razumije kako izgledaju potrebe i ciljevi stvarnih korisnika u stvarnim trenucima njihova života. Bez obzira o kojoj vrsti persona se radi, ako se usredotočeno i sustavno nastoji zadržati svoje korisnike u središtu svake odluke o dizajnu, na kraju će se dobiti bolji proizvod. [34].

Spektralne persone dobivaju sve veću pozornost u dizajnerskoj industriji od kada se sve više primjenjuje inkluzivni dizajn. Uzimaju se „tipični“ korisnici i stvaraju se iteracije te iste persone kroz čitav spektar sposobnosti, identiteta, pozadine ili iskustva kako bi se u proces dizajniranja uključio širi raspon korisničkih potreba. Ovaj se pristup temelji na ideji da bi bilo koji od korisnika mogao doživjeti isključenje iz proizvoda u bilo kojem trenutku iz bilo kojeg razloga. Ako se za taj problem pronađe rješenje, dobit će se proizvod koji je inkluzivniji ljudima. [34].



Slika 7: Primjer korisničke persone

(izvor: UX Planet, <https://uxplanet.org/guide-to-creating-user-personas-c62586bb7f0a>)

Informacijska arhitektura (IA) je proces vođen istraživanjem koji se fokusira na strukturu i organizaciju sadržaja unutar digitalnog proizvoda. Dizajneri bezbrojnih digitalnih sučelja (*web* stranice, računala i mobilne aplikacije) koriste IA kada odlučuju kako rasporediti sve informacije u proizvodu tako da za korisnika imaju smisla. Cilj je organizirati sadržaj na način koji korisnicima olakšava učenje, prilagodbu i navigaciju proizvodom brzo i uz minimalne poteškoće. [35].

Informacijska arhitektura uzima u obzir raspored sadržaja i elemente dizajna na svakoj stranici, odnosno zaslonu, kao i tok između zaslona i način na koji se korisnici kreću kroz informacije od stranice do stranice. Struktura *web* stranice ili aplikacije ovisit će u velikoj mjeri o kojoj se vrsti proizvoda radi (npr. *webshop* u odnosu na *fitness* aplikaciju ili blog), kao i o uvidima stečenim opsežnim kvalitativnim i kvantitativnim UX istraživanjima. [35].

Kod izrade proizvoda s kvalitetnim IA pazi se na vrijeme i trud korisnika. Vrijeme i trud koje iskustvo zahtijeva mogu činiti razliku između proizvoda koji će ljudi i dalje koristiti i onoga kojeg će napustiti ili ga neće ponovno koristiti. S toliko mogućnosti digitalnih

proizvoda na tržištu, korisnici očekuju interakciju s *web* stranicama i aplikacijama po kojima se mogu brzo kretati, a to će riješiti njihove probleme s minimalnom mentalnom snagom. Ako korisnici ne mogu lako pronaći ono što traže, često će iz frustracije napustiti proizvod i potražiti drugi način za postizanje svojih ciljeva. [35].

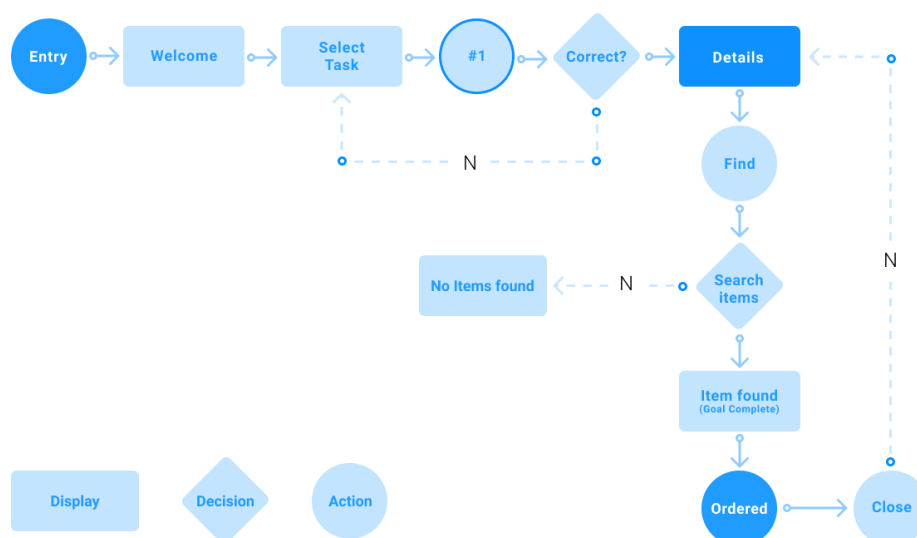
2.5.1.3. Dijagram toka korisnikovih interakcija (userflow) i žičani prikazi (wireframes)

UX dizajneri koriste niz alata za mapiranje korisnikova putovanja kroz proizvod, uključujući dijagrame toka korisnikovih interakcija i žičanih prikaza. Dok dijagrami toka mapiraju cijelo putovanje korisnika, žičani prikazi pružaju dvodimenzionalnu skicu jednog zaslona ili stranice. [30].

Dijagram toka korisnikovih interakcija (eng. *Userflow*) je dijagram koji prikazuje potpunu putanju kojom korisnik prolazi kada koristi proizvod (Slika 8). On prikazuje kretanje korisnika kroz proizvod, mapirajući svaki korak koji korisnik poduzme, od ulazne točke pa sve do konačne interakcije. [36].

Puno je različitih puteva kojima korisnik može ići u interakciji s proizvodom. Dijagram toka započinje potrošačevom ulaznom točkom na proizvodu, poput ukrcajnog zaslona (eng. *onboarding screen*) ili početne stranice, a završava konačnom radnjom ili ishodom, poput kupnje proizvoda ili prijave na korisnički račun. Prikaz ovog postupka omogućuje dizajnerima da ocjenjuju i optimiziraju korisničko iskustvo i stoga povećavaju stope konverzije klijenta. [36].

Svaka dodirna točka na putovanju korisnika predstavljena je čvorom u dijagramu toka. Te čvorove karakterizira oblik, a svaki oblik ukazuje na određeni proces. Na primjer, romb znači da se donosi odluka te ga slijede strelice „Da“ i „Ne“. Pravokutnik označava zadatak ili radnju koju treba poduzeti, poput „Prijava“ ili „Kupnja“. [36].



Slika 8: Primjer dijagrama toka korisnikovih interakcija

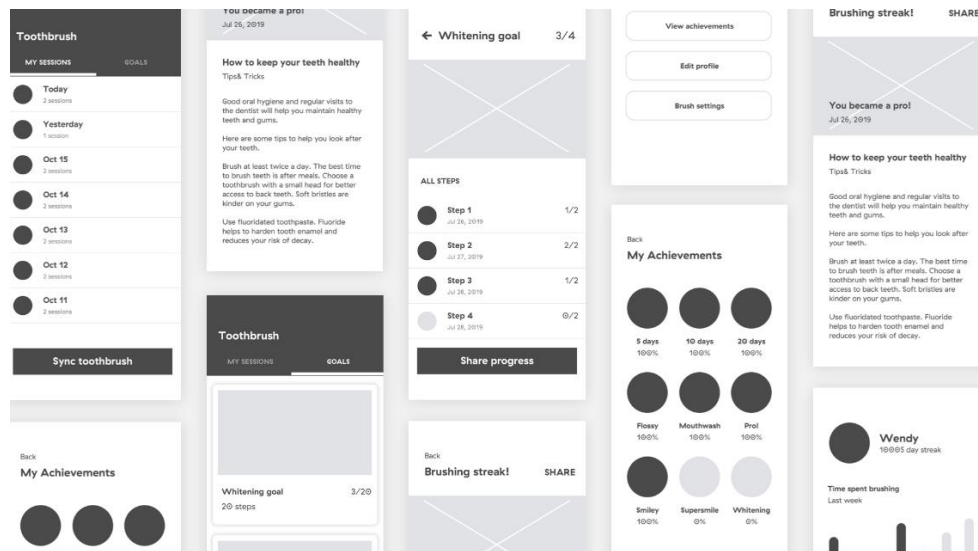
(izvor: CareerFoundry, <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/what-are-user-flows/>)

Žičani prikaz (eng. *wireframe*) je dvodimenzionalni skeletni obris *web* stranice ili aplikacije (Slika 9). Oni pružaju jasan pregled strukture stranice, osnovnog izgleda, informacijske arhitekture, protoka korisnika, funkcionalnosti i namjeravanog ponašanja. Kako žičani prikaz obično predstavlja početni koncept proizvoda, stil, boja i grafika svedeni su na minimum. Žičani prikazi mogu se crtati ručno ili digitalno, ovisno o tome koliko detalja je potrebno. [37]. Kako žičani prikazi pretvaraju apstraktne ideje u opipljive koncepte, oni su najrelevantniji u početnim fazama postupka dizajniranja proizvoda. Umjesto da se usredotoči na izgled i dojam proizvoda, glavna svrha žičanog prikaza je rješavanje problema. [38].

Tri su glavne vrste s aspekta vjernosti prikaza: niska razina vjernosti (*low-fidelity*), srednja razina vjernosti (*mid-fidelity*) i visoka razina vjernosti (*high-fidelity*). Najvažniji faktor prepoznavanja ovih žičanih prikaza je količina detalja koje sadrže. Žičani prikazi imaju tri ključne svrhe: zadržavaju koncept usmjeren na korisnika, pojašnjavaju i definiraju značajke *web* stranice te se brzo i lako modificiraju. [37].

Postupak izrade *wireframe-a* (*wireframing*) obično se odvija tijekom faze istraživanja u procesu izrade proizvoda. Tijekom ove faze dizajneri testiraju opseg proizvoda, surađuju na idejama i identificiraju poslovne zahtjeve. Žičani prikaz je obično početna iteracija

web stranice, koja se koristi kao baza za dizajn proizvoda. S prikupljenim povratnim informacijama korisnika, dizajneri se mogu nadovezati na sljedeću, detaljniju iteraciju dizajna proizvoda poput prototipa. [37].



Slika 9: Primjer žičanih prikaza (*wireframeova*)

(izvor: Infinum, <https://infinum.com/handbook/books/design/design-process/definition/wireframes>)

2.5.1.4. Izrada prototipa i test uporabljivosti

Kao sljedeći korak u procesu dizajniranja proizvoda nakon izrade žičanih prikaza, izrađuje se radni model aplikacije ili web stranice koji se naziva prototip. Izrada prototipova omogućuje dizajnerima da testiraju putovanje korisnika, razmisle o tome kako se korisnik može kretati između različitih radnji ili zadataka kako bi postigao određene ishode i odrede sve potencijalne probleme s protokom interakcije. [38].

Slično žičanom prikazu, postoji prototip niske razine vjernosti (*low-fidelity*) i visoke razine vjernosti (*high-fidelity*). Elementarni u svom dizajnu, prototipovi niske razine vjernosti mogu biti statične skice na papiru, digitalni crteži ili web stranice koje su interaktivne i klikabilne. Prototipi niske razine vjernosti vitalni su za generiranje povratnih informacija korisnika, jer omogućuju korisniku da testira tijekom interakcije bez velike potrošnje vremena ili resursa. [38].

Prototipi visoke razine vjernosti, s druge strane, uključivat će boju, tekst, tranzicije, dinamičnu izmjenu pojedinih elemenata, povratne informacije sustava itd. te su često u

obliku potpuno funkcionalne i kodirane *web* stranice ili aplikacije. Vjerojatnije je da će se prototip visoke razine vjernosti koristiti u kasnijim fazama procesa dizajniranja. Kako prototipi niske i visoke razine vjernosti omogućuju korisniku da procijeni kako se proizvod može svakodnevno koristiti, oni su ključni za pročišćavanje uporabljivosti proizvoda. [38].

Test uporabljivosti sastoji se od navođenja stvarnih ljudi na interakciju s *web* stranicom, aplikacijom ili drugim proizvodom koji je dizajner izradio te promatranjem njihovog ponašanja i reakcija dok pokušavaju riješiti određene zadatke (Slika 10). Bilo da se započinje s gledanjem snimki sesija ili ako se unajmi laboratorij s opremom za praćenje putanje pogleda, test uporabljivosti neophodan je korak kako bi bilo sigurno da se za svoje korisnike gradi učinkovito, djelotvorno i ugodno iskustvo. [39].

Cilj testa uporabljivosti je prepoznati područja zbuđenosti i otkriti mogućnosti za poboljšanje ukupnog korisničkog iskustva. Test uporabljivosti provode korisnici iz stvarnog života koji će vjerojatno otkriti probleme koje ljudi koji su upoznati s *web* stranicom više ne mogu prepoznati. Zbog dubinskog znanja vrlo često dizajneri, trgovci i vlasnici proizvoda ne uspijevaju uočiti probleme s uporabljivošću *web* stranice. [39].

Uvođenje novih korisnika kako bi testirali *web* stranicu ili aplikaciju i/ili promatranje kako je stvarni ljudi već koriste učinkovit su način da se utvrdi hoće li posjetitelji shvatiti kako ona funkcionira bez da se izgube ili zbune, moći dovršiti glavne radnje koje trebaju odraditi, ne susretati se s greškama ili problemima u uporabljivosti, imati funkcionalno i učinkovito iskustvo te primijetiti bilo kakve druge probleme s uporabljivošću. Ova vrsta korisničkog istraživanja izuzetno je važna kod novih proizvoda ili novih ažuriranja dizajna. Bez njega će dizajneri možda zaglaviti u procesu UX dizajna koji članovi tima razumiju, ali ciljana publika neće. [39].



Slika 10: Testiranje uporabljivosti mobilne aplikacije
(izvor: Usability Geek, <https://usabilitygeek.com/tag/usability-testing/>)

2.6. UI dizajn

Dizajn korisničkog sučelja (UI – eng. *User Interface*) postupak je u procesu izrade interaktivnih sustava u softveru ili računalnim uređajima, a usmjeren je na izgradnju sučelja, usredotočujući se na izgled ili stil (Slika 11). Dizajneri žele stvoriti sučelja koja su korisnicima jednostavna i ugodna za korištenje. Dizajn korisničkog sučelja odnosi se na grafičko korisničko sučelje i druge oblike, npr. sučelja s glasovnim upravljanjem. [40]. Korisničko sučelje su pristupne točke na kojima korisnici komuniciraju s dizajnom. UI dolazi u tri formata:

- a. Grafičko korisničko sučelje (GUI – eng. *Graphical User Interface*) - korisnici komuniciraju s vizualnim prikazima na digitalnim upravljačkim pločama. Radna površina računala je GUI.
- b. Glasovno kontrolirana sučelja (VUI – eng. *Voice User Interface*) - korisnici s njima komuniciraju svojim glasovima. Većina pametnih pomoćnika, npr. Siri na iPhoneu i Alexa na Amazon uređajima su glasovno kontrolirana sučelja.
- c. Sučelja zasnovana na gestama - korisnici se tjelesnim pokretima bave prostorima 3D dizajna: npr. u igrama virtualne stvarnosti (VR). [40].

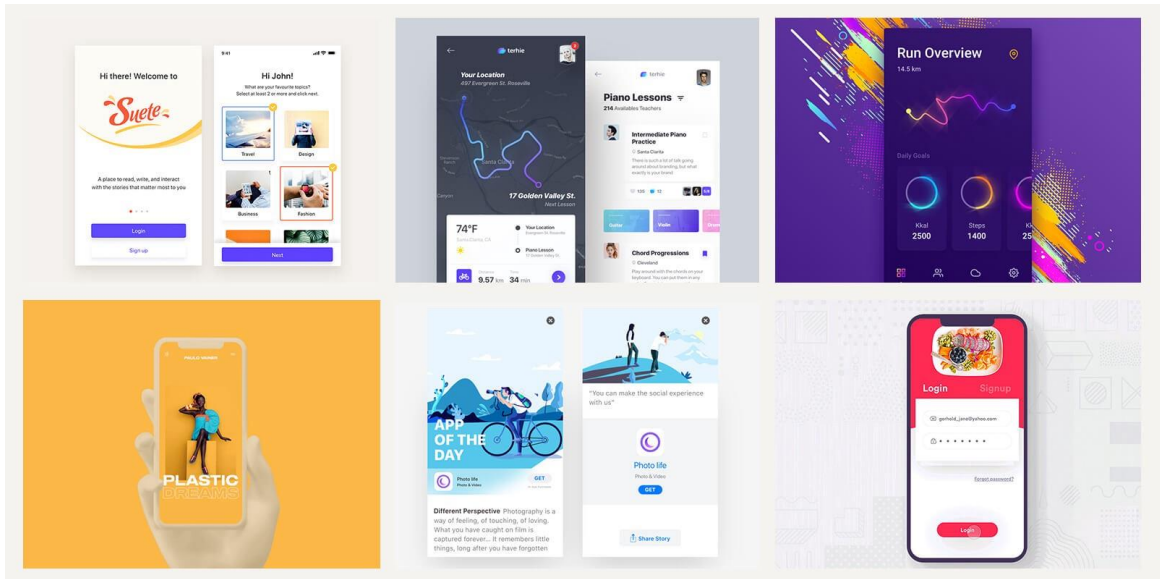
Korisničko sučelje sadrži gumbe na koje korisnik može kliknuti, tekst, slike, klizače, mjesta za unos teksta i ostale elemente s kojima korisnik može vršiti interakciju. Uz to,

može uključiti i tranzicije, animacije i mikrointerakcije. Svaka vrsta vizualnog elementa, interakcije ili animacije mora biti dizajnirana. [28].

UI dizajneri su ti koji odlučuju kako će neka aplikacija ili *web* stranica izgledati. Oni moraju izabrati palete boja, oblike gumba, širine linija i font koji će biti implementiran na tekst. Drugim riječima, oni kreiraju izgled i osjet korisničkog sučelja neke aplikacije. UI dizajneri su grafički dizajneri koji se brinu o estetici proizvoda. Oni se trebaju pobrinuti da sučelje aplikacije bude atraktivno i tematski primjereno tako da se podudara s njenom svrhom i osobnošću te da svaki vizualni element daje dojam ujedinenosti, estetski i s namjerom. [28].

Istraživanje u UI dizajnu temelji se na uspoređivanju dizajna konkurentnih proizvoda, odnosno koliko su njihovi dizajni uspješni te na preferencama ljudi oko izgleda elemenata nekog korisničkog sučelja. Osnovno pravilo u UI dizajnu je da se dizajnira u skladu s očekivanjima korisnika. Međutim, dizajneri često i na svoj rizik ignoriraju to pravilo. UI dizajneri žele da im dizajn sučelja bude upečatljiv i nezaboravan, ali to mora biti uravnoteženo s time da ljudi prepoznaju svrhu elemenata postavljenih na zaslonu. [28].

Poput UX dizajna, dizajn korisničkog sučelja je višeznačna i izazovna uloga. Odgovorna je za prijenos razvoja proizvoda, istraživanja, sadržaja i izgleda proizvoda u atraktivno, usmjeravajuće i responzivno iskustvo za korisnike. Cilj dizajna korisničkog sučelja je vizualno voditi korisnika kroz sučelje proizvoda. Sve je u stvaranju intuitivnog iskustva koje ne zahtijeva od korisnika previše razmišljanja. Dizajn korisničkog sučelja nije posvećen samo izgledu. Dizajneri korisničkog sučelja imaju velik utjecaj na to je li proizvod dostupan ili ne. [29].



Slika 11: Različiti primjeri UI dizajna

(izvor: Muzli – Design Inspiration, Medium, <https://medium.muz.li/cool-mobile-ui-inspiration-e1899e581237>)

2.7. Poveznice i razlike između UX i UI dizajna

UX dizajneri odlučuju kako će korisničko sučelje funkcionirati dok UI dizajneri odlučuju kako će ono izgledati. Ta dva tima u procesu dizajniranja vrlo usko surađuju. UX tim radi na toku aplikacije, kako će se pomoću svih gumba usmjeravati korisnika kroz zadatke i kako će sučelje svojim informacijama efikasno zadovoljiti potrebe korisnika. UI tim radi na tome kako će se svi elementi sučelja prikazati na zaslonu. Stalna komunikacija i suradnja između UX i UI dizajnera pospješuje da će konačno korisničko sučelje sa sigurnošću izgledati što bolje moguće te da su istovremeno njegove funkcije efikasne i intuitivne. [28].

UI i UX dizajn uključuje vrlo različite skupine vještina, ali su oni cjeloviti za međusoban uspjeh. Sučelje s prekrasnim dizajnom neće biti uspješno ako je njegova navigacija nespretna i zbunjujuća. Isto tako, aplikacija s jako dobrim korisničkim iskustvom neće biti uspješna ako je njeno sučelje vizualno neprivlačno. I UX i UI dizajni moraju biti izvedeni bez greške i u točnom skladu s postojećim očekivanjima korisnika. U tom slučaju dizajneri će dobiti odlično sučelje s odličnim korisničkim iskustvom. [28].

UX dizajn obično je na prvom mjestu u procesu razvoja proizvoda, a zatim slijedi UI. UX dizajner mapira strukturu korisničkog putovanja, a zatim ga dizajner korisničkog sučelja ispunjava vizualnim i interaktivnim elementima. Korisničko iskustvo može se primijeniti

na bilo koju vrstu proizvoda, usluge ili iskustva, dok je korisničko sučelje specifično za digitalne proizvode i iskustva. [29].

2.8. Grafičko korisničko sučelje (GUI)

GUI (grafičko korisničko sučelje – eng. *Graphical User Interface*) sustav je interaktivnih vizualnih komponenti za računalni softver. On prikazuje objekte koji prenose informacije i predstavljaju radnje koje korisnik može poduzeti. Ti objekti mijenjaju boju, veličinu ili vidljivost kada korisnik stupi u interakciju s njima. GUI su prvi put razvili Alan Kay, Douglas Engelbart i grupa drugih istraživača 1981. na Xerox PARC-u. Kasnije je Apple predstavio računalo Lisa s GUI-jem 19. siječnja 1983. [41].

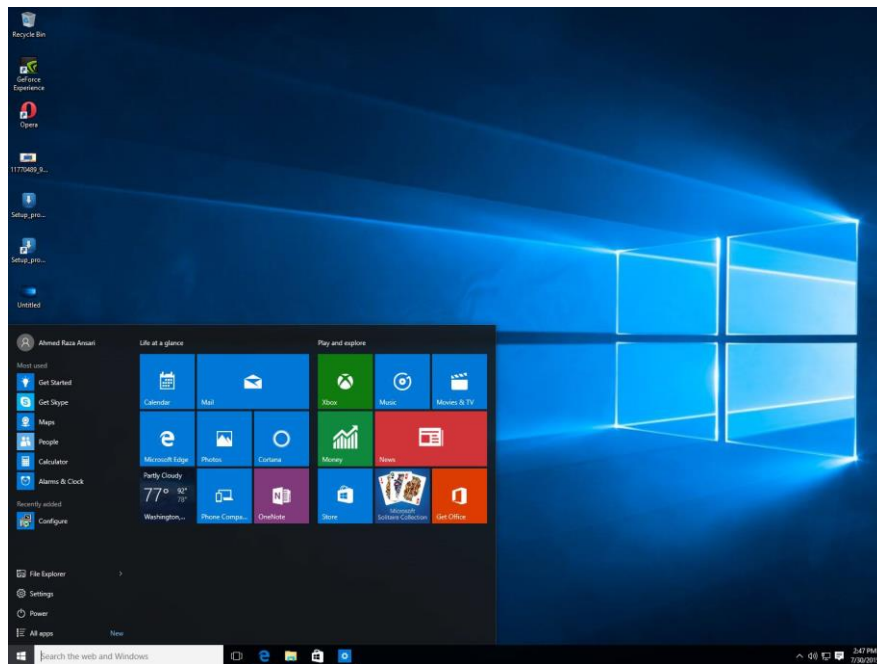
Kako bi GUI bio što jednostavniji za upotrebu, postoje različiti elementi i objekti koje korisnik koristi za interakciju sa softverom: gumb, dijaloški okvir, ikona, izbornik, traka izbornika, traka s akcijama (*ribbon*), tabulator, alatna traka i prozor. Ti su grafički elementi ponekad poboljšani zvukovima ili vizualnim efektima poput prozirnosti i sjena. Koristeći ove objekte, korisnik može koristiti računalo, a da ne mora znati naredbe. [41]. GUI koristi prozore, ikone i izbornike za izvršavanje naredbi kao što su otvaranje, brisanje i premještanje datoteka. Iako se GUI operativnim sustavom prvenstveno upravlja mišem, tipkovnica se također može koristiti putem tipkovnih prečaca ili tipki sa strelicama. U novije vrijeme značajan je razvoj GUI prilagođenih upravljanju dodirnom. Kod sučelja naredbenog retka (eng. *Command Line Interface* - CLI) treba znati naredbe za navigaciju do direktorija koji sadrži program, popisa datoteka i zatim pokretanja datoteke. [41].

Za razliku od operativnog sustava naredbenog retka poput Unixa ili MS-DOS-a, GUI operativni sustavi lakše se uče i koriste jer naredbe nije potrebno pamtit. Pored toga, korisnici ne trebaju znati nijedan programski jezik. Zbog jednostavnosti upotrebe i modernijeg izgleda, GUI operativni sustavi dominiraju današnjim tržištem. [41]. Prednost grafičkog korisničkog sučelja je naglo poboljšanje uporabljivosti za prosječnu osobu. Aplikacije grafičkog korisničkog sučelja su samoopisne, povratne informacije su obično trenutne, a vizualni znakovi potiču i usmjeravaju na otkrivanje novog sadržaja. [42].

Osim računala, GUI se koriste u mnogim ručnim mobilnim uređajima kao što su MP3 *playeri*, prijenosni *media playeri*, uređaji za igre, pametni telefoni te manje kućanske, uredske i industrijske kontrole. [43]. Neki popularni, moderni primjeri grafičkog korisničkog sučelja uključuju Microsoft Windows (Slika 12), MacOS, Ubuntu Unity i

GNOME Shell za radna okruženja te Android, Appleov iOS, BlackBerry OS, Windows 10 Mobile, Palm OS-WebOS i Firefox OS za pametne telefone. [42].

Izgled operativnog sustava ili aplikacijskog softvera može se preoblikovati po volji zbog prirode grafičkih korisničkih sučelja koja su neovisna o aplikacijskim funkcijama. Zbog različitih specifikacija zaslona na kojima se GUI u današnje vrijeme treba prikazati, poželjna je visoka razina fleksibilnosti u prikazu GUI-a. Aplikacije obično implementiraju svoje jedinstvene elemente prikaza grafičkog korisničkog sučelja uz elemente GUI-ja koji su već prisutni u postojećem operativnom sustavu. Tipično grafičko korisničko sučelje također uključuje standardne formate za predstavljanje grafike i teksta, što omogućava dijeljenje podataka između aplikacija koje se izvode pod uobičajenim softverom za dizajn grafičkog korisničkog sučelja. [42].



Slika 12: Grafičko korisničko sučelje Windowsa

(izvor: AnyGUI, <https://www.anygui.org/>)

2.9. Način korištenja boja u UI dizajnu

Boje mogu odražavati osobnost brenda, mogu privući korisnike i mogu bolje prenijeti poruku. Mogu postaviti osnovno raspoloženje, ton, koncept i konotaciju za brend ili proizvod. Sve smjernice za dizajn korisničkog sučelja vjerojatno će istaknuti boje. [44].

Boje pokazuju koji su elementi interaktivni, kako su povezani s drugim elementima i njihova razina istaknutosti. Najvažniji elementi trebali bi se najviše isticati. Tekst i važni elementi, poput ikona, trebali bi udovoljavati standardima čitljivosti kada se pojavljuju na obojenim pozadinama. [45]. Boje mogu poboljšati navigacijske mogućnosti, ispuniti podsvjesne estetske potrebe korisnika i potaknuti intuitivne interakcije. Svaki izbor boja ima jedinstveno značenje i konotaciju koja ide uz njega. Pojedina značenja i konotacije su ovisne i o kulturi. [44].

Boja se primjenjuje na elemente i komponente korisničkog sučelja na smislene načine te su kompatibilne s robnom markom koji predstavlja. Treba stvarati razliku između elemenata, s dovoljnim kontrastom između njih. Boju treba primjenjivati ciljano, jer se značenje može prenijeti na više načina, poput odnosa između elemenata i stupnjeva hijerarhije. [46]. Boja se treba dosljedno koristiti u proizvodu, tako da određene boje uvijek znače isto, čak i ako se kontekst mijenja. [47].

Sheme boja koje se preporučuju za UI dizajn i *branding* su analogne i komplementarne sheme. Pogreška u dizajniranju korisničkog sučelja je potpuno se udaljiti od kombinacija boja brenda. Također, treba izbjegavati prenatrpanost u dizajnu, odnosno uvijek se preporučuje minimalizam u korisničkom sučelju. Postoje dva pravila za odabir shema boja. Prvo je 6:3:1, koje se također naziva „Zlatnim pravilom“ pri odabiru boja. Princip 60% + 30% + 10% predstavlja najbolji omjer za postizanje ravnoteže odabirom boje. Drugo pravilo je „Maksimalno tri (ili četiri) osnovne boje“ koje pomaže da osobe sa smetnjama kolornog vida mogu njih razlikovati. [44, 48]. Drugo pravilo omogućuje održavanje ravnoteže, posebno kada se kombinira sa Zlatnim pravilom. Osim toga, za harmonijsku paletu boja i čisto korisničko sučelje, treba obraćati pozornost na nijanse, sjene, tonove, zasićenje, svjetlinu i kontrast. [44].

Material Design definira palete boja kao: primarne i sekundarne (i njihove varijante) te dodatne UI boje za pozadine, površine, pogreške, tipografiju i ikonografiju (Slika 13). [45].

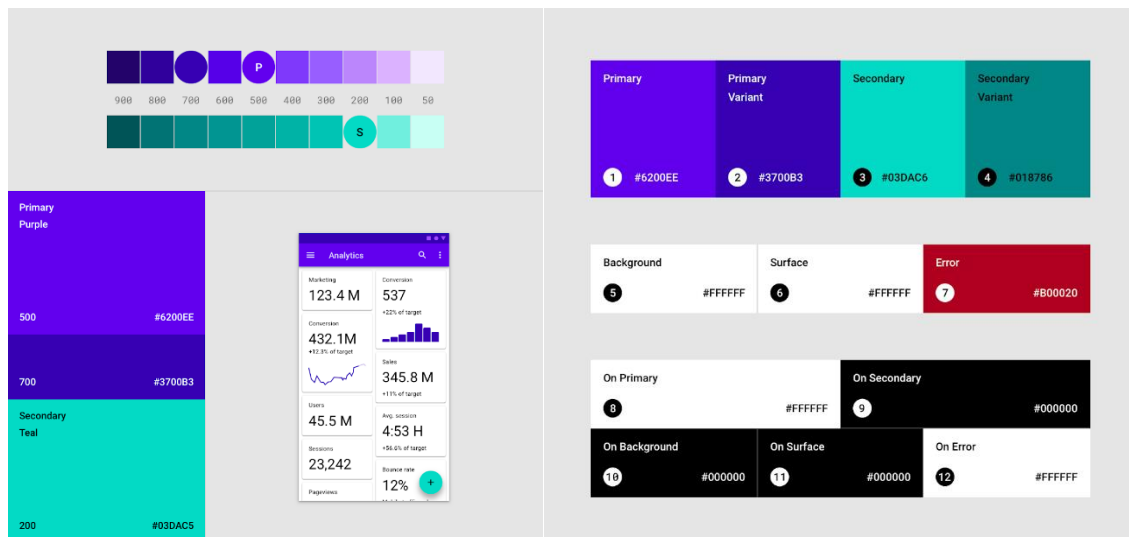
Primarna boja je ona koja se najčešće prikazuje na zaslonima i komponentama aplikacije. Može se koristiti za izradu teme boja za aplikaciju, uključujući tamne i svijetle varijante primarne boje. Da bi se stvorio kontrast između elemenata korisničkog sučelja, poput gornje trake aplikacije sa sistemskom trakom, mogu se upotrijebiti svijetle ili tamne varijante svojih osnovnih boja. Također ih se može koristiti za razlikovanje elemenata

unutar komponente GUI-a, poput ikone koja se nalazi na gumbu za izvođenje akcije pod engleskim nazivom *Floating Action Button* (FAB). [45].

Sekundarna boja pruža više načina za naglašavanje i razlikovanje proizvoda. Imati sekundarnu boju nije obavezno i treba ju štedljivo primijeniti na naglašene odabrane dijelove korisničkog sučelja. Ako ne postoji sekundarna boja, primarna se boja također može koristiti za naglašavanje elemenata. Sekundarne boje najbolje su za FAB, kontrole za odabir, poput klizača i sklopke, isticanje odabranog teksta, trake za učitavanje te poveznice i naslove. Baš kao i primarna boja, i sekundarna boja može imati tamne i svijetle varijante. Tema može sadržavati primarnu i sekundarnu boju te tamne i svijetle varijante svake boje. [45].

Boje koje najčešće ne predstavljaju brend su: boje koje se primjenjuju na površine komponenti, poput kartica, liste i izbornika, boja pozadine koja se pojavljuje iza sadržaja koji se može pomicati te boja upozorenja i informacija o statusu sustava, poput nevažećeg teksta u polju za unos. [45].

Kad god se elementi, poput teksta ili ikona, pojave ispred tih površina, ti bi elementi trebali koristiti boje dizajnirane da budu jasne i čitljive u odnosu na boje iza njih. Ova se kategorija boja naziva „na“ boje, misleći na to da se one koriste za elemente koji se pojavljuju „na“ vrhu površina koje koriste sljedeće boje: primarna boja, sekundarna boja, boja površine, boja pozadine ili boja pogreške. Kada se boja pojavi iznad primarne boje, naziva se "na primarnoj boji". Označeni su korištenjem izvorne kategorije boja (poput primarne boje) s prefiksom „na“. „Na“ boje prvenstveno se primjenjuju na tekst, ikonografiju i linije. Ponekad se koriste i za površine. [45].



Slika 13: Odabrane sheme boja za aplikaciju (lijevo) i nazivlje za paletu boja (desno)
(izvor: Material Design, <https://material.io/design/color/the-color-system.html>)

Alternativne boje su boje koje se koriste kao alternative primarnim i sekundarnim bojama (one čine dodatne boje za neku temu). Alternativne boje mogu se koristiti za razlikovanje različitih odjeljaka korisničkog sučelja. Alternativne boje najbolje su za aplikacije sa svijetlim i tamnim temama, s različitim temama u različitim odjeljcima te one koje su dio niza proizvoda. Alternativne boje treba koristiti oprezno, jer mogu biti izazovno kohezivno implementirati s postojećim paletama boja. Neke aplikacije imaju i svijetle i tamne teme. Da bi se održala vidljivost elemenata i čitljivost teksta, mogu se prilagoditi različite sheme boja tamnim i svijetlim temama. [45].

Boja može pružiti informacije o stanju aplikacije, njezinim komponentama i elementima. To uključuje: trenutno stanje elementa ili komponente, npr. je li gumb omogućen ili onemogućen i promjene stanja aplikacije, komponente ili elementa. Boja bi trebala biti uočljiva kada ukazuje na promjene stanja, jer se mogu propustiti suptilne razlike u boji. Promjenu stanja najbolje je naznačiti na više načina, na primjer prikazivanjem ikone ili pomicanjem mjesta elementa. [47].

2.10. Pristupačnost boja

Pristupačnost boja omogućuje osobama s oštećenjima vida ili smetnjama kolornog vida interakciju s digitalnim iskustvima na isti način kao i ostali bez oštećenja vida. Svjetska zdravstvena organizacija procijenila je 2017. godine da otprilike 217 milijuna ljudi živi s

nekim oblikom umjerenog do ozbiljnog oštećenja vida. Ta statistika sama po sebi dovoljan je razlog za oblikovanje pristupačnosti. [49].

Kada se uzima u obzir pristupačnost na početku procesa proizvodnje smanjuje se vrijeme i novac koji će se potrošiti da bi proizvodi bili retroaktivno dostupni. Dostupnost boja zahtijeva dodatno planiranje pri odabiru palete boja, ali osiguravanje pristupačnosti boja donosi benefite za konačni proizvod. [49].

Treba osigurati da svi korisnici mogu pristupiti informacijama koje se prenose razlikama u boji, odnosno upotrebom boje gdje joj svaka boja ima određeno značenje. Ako se podaci prenose kroz razlike u boji na slici (ili nekom drugom netekstualnom formatu), korisnici sa smetnjama kolornog vida možda neće raspoznati boju, odnosno međusobne razlike. U ovom slučaju, pružanje informacija prenesenih bojom na neki drugi vizualni način osigurava da korisnici koji ne mogu vidjeti boju mogu i dalje percipirati informacije. [50]. Boja je važna prednost u dizajnu *web* sadržaja, poboljšavajući njegovu estetsku privlačnost, iskoristivost i dostupnost. Međutim, neki korisnici imaju poteškoća s opažanjem boje. Ljudi s djelomično oštećenim vidom često imaju ograničen kolorni vid, a mnogi stariji korisnici ne vide dobro boju. Pored toga, ljudi koji koriste ograničene boje ili jednobojne zaslone i preglednike neće moći pristupiti informacijama koje su predstavljene samo u boji. [50].

Web dizajner mora uzeti u obzir uređaj koji korisnik koristi i postavke koje korisnik može imati na mjestu koje bi mogle utjecati na izgled boja. Boje se mogu razlikovati s obzirom na zaslon računala. Računalni se zaslone uvelike razlikuju u pikselima koji se prikazuje s postavkama koje korisnik odabere. Također, svaki pametni telefon ima drugačiji zaslon zbog kojeg boje izgledaju drugačije. Ako je korisnik imao jeftino računalo s monitorom niske razlučivosti, boje se možda neće prikazati toliko jasno ili jednako kao što bi trebale. Kada *web* dizajner koristi dvije boje za koje smatraju da su u značajnom kontrastu, neki korisnici možda neće uspjeti vidjeti kontrast u potpunosti, uključujući korisnike sa smetnjama kolornog vida, zbog kvalitete monitora koji posjeduju. [51].

2.10.1. Kontrast boja

Boja i kontrast mogu se koristiti za pomoć korisnicima da vide i protumače sadržaj aplikacije, stupe u interakciju s pravim elementima i razumiju radnje. Kontrast boja važan je za korisnike da bi razlikovali razne tekstualne i netekstualne elemente. Veći kontrast

čini slike lakše vidljivima (Slika 14). Sliku s niskim kontrastom možda će korisnici teško razlikovati u uvjetima jakog ili slabog osvjetljenja, na primjer po vrlo sunčanom danu ili noću. [1].

Poznato je da ljudi sa smetnjama kolornog vida imaju ograničenu percepciju spektra boja, što znači da boje ne nose dovoljno informacija, a kako bi se olakšala njihova percepcija, treba se osloniti na intenzitet boja, a ne na same boje. [52]. Da se vidi zadovoljava li kontrast susjednih boja u korisničkom sučelju minimalno prihvatljive razine, treba upotrijebiti kalkulator boja zasnovan na formuli kontrasta boja smjernica za pristup *web* sadržaju (WCAG). [53].

Omjeri kontrasta predstavljaju koliko se jedna boja razlikuje od druge, obično napisane kao 1:1 ili 21:1. Što je veća razlika između dva broja u omjeru, to je veća razlika u relativnoj svjetlini između boja. Omjer kontrasta između boje i pozadine kreće se od 1 do 21 na temelju njene svjetline (intenziteta svjetlosti) prema World Wide Web Konzorciju (W3C). W3C preporučuje sljedeće omjere minimalnog kontrasta (AA razina):

- 3:1 u odnosu za pozadinu za veliki tekst i grafiku (podebljani tekst veličine 14 pt ili tekst normalne debljine 18 pt i više),
- 4.5:1 u odnosu na pozadinu za mali tekst [1],

te omjere pojačanog kontrasta (AAA razina):

- 4.5:1 u odnosu za pozadinu za veliki tekst i grafiku (podebljani tekst veličine 14 pt ili tekst normalne debljine 18 pt i više),
- 7:1 u odnosu na pozadinu za mali tekst [54].

Do This

5.66 contrast ratio
Rating: AA

Don't Do This

1.42 contrast ratio
Rating: A

Slika 14: Što je veći kontrast između teksta i pozadine, sadržaj je čitljiviji
(izvor: Medium, <https://medium.com/handsome-perspectives/a-guide-to-color-accessibility-in-product-design-aa3e8919be0>)

Ikone ili drugi važni grafički elementi također bi trebali zadovoljiti gore preporučene omjere kontrasta. Dekorativni elementi kao što su logotipi ili ilustracije ne moraju zadovoljavati omjere kontrasta, ali ako služe važnoj funkciji (poput povezivanja na *web* stranicu), pomaže ih učiniti prepoznatljivima. [1]. Također, neaktivni elementi ne moraju zadovoljiti omjere kontrasta. Svako stanje komponente također mora imati kontrast 3:1. Stanja su privremene promjene u komponenti, obično zbog interakcije korisnika, poput zadržavanja kursora iznad komponente (*hover*), fokusa ili aktivnog stanja interaktivnih elemenata. Treba navesti i elemente koji isto ne moraju zadovoljavati omjere kontrasta, a to su fotografije, snimke zaslona i toplinske karte (eng. *heat map*). [54].

WCAG opisuje općenite omjere kontrasta boja koji su prihvatljivi za većinu korisnika, ali dodatna pažnja mora se posvetiti mobilnim uređajima i aplikacijama. Vjerojatnije je da će se mobilni uređaji koristiti na otvorenom, gdje bi odsjaj sunca mogao utjecati na sposobnost gledanja zaslona. Dopuštanje različitih omjera kontrasta za veći tekst korisno je jer se znakovi sa širim linijama lakše čitaju pri nižem kontrastu od znakova s užim linijama. To dizajnerima omogućuje više prostora za kontrast, što je korisno za elemente kao što su naslovi. No budući da se sadržaj aplikacije gleda na manjim zaslonima i u različitim uvjetima, ovo dopuštanje smanjenog kontrasta na velikom tekstu postaje komplicirano. [4].

Boja može biti definirana na tri načina za stil *web* stranice: RGB, heksadecimalni i HSL model. *Alpha* koja označava opacitet boje također utječe na kontrast. Ako se smanji opacitet nekog elementa, smanjit će njegov kontrast jer se dopušta da se boja ispod njega skrozira. [54]. Treba maksimalno povećati kontraste u nijansi, svjetlini i zasićenosti. Povećavanje kontrasta u sve tri dimenzije boje osigurava čitkost teksta te prepoznavanje slikovnih i ostalih vizualnih elemenata. [48]. HSL model boja najbolji je za izradu paleta prikladnih za smetnje kolornog vida. Kako osobe sa smetnjama kolornog vida imaju poteškoća u razlikovanju nijanse (stvarne boje), više se oslanjaju na svjetlinu. [55]. Preporučuje se da se prvo dizajnira korisničko sučelje u nijansama sive, a zatim da se poveća zasićenje boja. Ovakav pristup pomaže u fokusiranju na korisničko iskustvo kod dizajniranja sučelja. [56].

Jednadžba za omjer kontrasta glasi:

$$\text{omjer kontrasta} = \frac{L1+0.05}{L2+0.05} \quad (2.1)$$

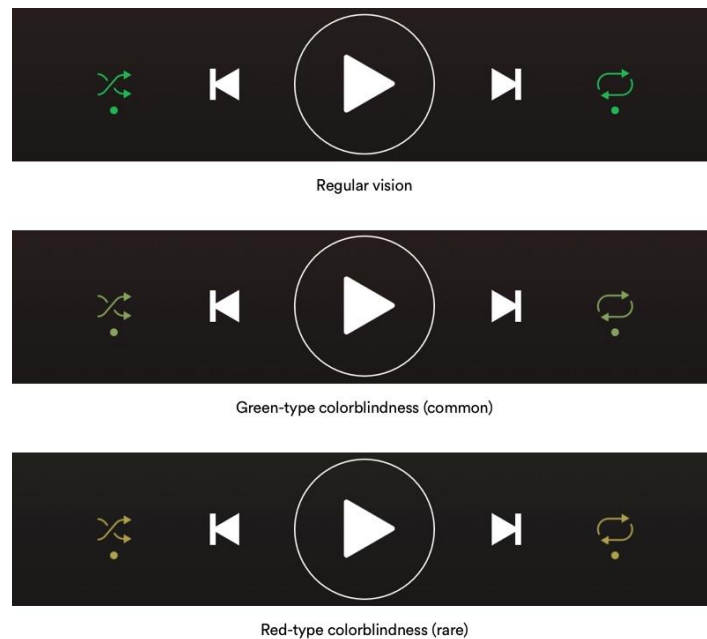
gdje je $L1$ relativna svjetlina svjetlije boje, a $L2$ relativna svjetlina tamnije boje. Relativna svjetlina bilo koje boje može biti vrijednosti od 0 (crna) do 1 (bijela). [56].

Da bi se odredila relativna svjetlina svake boje, prvo se moraju pronaći RGB vrijednosti za boju. Ponekad se radi s heksadecimalnim vrijednostima boja koje je potrebno pretvoriti u RGB vrijednosti. Zatim se vrijednost za svaki od tri kanala RGB boje dijeli s 255 (maksimalan cijeli broj RGB vrijednosti) da bi se dobila linearna vrijednost između 0 i 1. Nakon toga primjenjuje se gama korekcija, koja definira odnos između numeričke vrijednosti piksela i njegove stvarne svjetline, za svaki dio RGB boje (gama korekcija pretvara ono što računalo „vidi“ u ljudsku percepciju svjetline). Ako je linearna vrijednost komponente manja od 0.03938, ona se dijeli s 12,92. U suprotnom zbraja se s 0.055 i dijeli se zbroj s 1.055 te se rezultat množi s 2.4. Ovaj dio jednadžbe dolazi iz formule za određivanje relativne svjetline. Konačno, različite boje se množe s brojevima koji označavaju koliko je ta boja svijetla ljudskom oku. To znači da se svjetlinu svake boje određuje množenjem vrijednosti crvene komponente s 0.2126, vrijednosti zelene komponente s 0.7152 i plave komponente s 0.0722 prije nego što se dodaju sva tri navedena rezultata zajedno. Primjećuje se da se zelenoj dodaje najveća vrijednost. Dobivena tri rezultata treba zbrojiti zajedno za relativnu svjetlinu $L1$. Za izračun $L2$ treba učiniti napraviti isti postupak. Da bi se utvrdilo koja je vrijednost $L1$, a koja $L2$, treba osigurati da je veći broj (koji prikazuje svjetliju boju) uvijek $L1$ i treba ga se dijeliti s manjom vrijednosti $L2$ (tamnijom bojom) da bi se dobio omjer kontrasta. [57].

2.10.2. Poboljšanje preglednosti sadržaja za osobe sa smetnjama kolornog vida

Dizajneri trebaju uzeti u obzir da postoji mnogo ljudi koji ne vide na način koji većina ljudi vidi svijet oko sebe, uključujući i grafička korisnička sučelja. Srećom, dizajniranje za osobe sa smetnjama kolornog vida ne mora biti teško. Osim podešavanja kontrasta, postoji još nekoliko jednostavnih principa kojima se može dizajn učiniti puno dostupnijim. [58].

Za razlikovanje objekata ili priopćenje važnih informacija komponente se ne smiju oslanjati samo na boje. Ako aplikacija koristi boju za prijenos podataka, obavezno treba uz nju dodati tekst, ikone ili oblik kako bi ih i korisnici sa smetnjama kolornog vida mogli razumjeti. Npr. umjesto da koristite crvene i zelene krugove za označavanje da je neki korisnik *offline* ili *online*, mogu se upotrijebiti crveni kvadrat i zeleni krug. [53]. Drugi primjer su poveznice koji se mogu raspoznati bez oslanjanja samo na boje. Poveznice s ikonama lakše je prepoznati. Za one bez njih bilo bi dobro da ih se podcrta, doda ikona poveznice npr. lanac ili dizajnira gumb za njih. [59]. Treći primjer je jednostavno rješenje koje izuzetno pomaže osobama sa smetnjama kolornog vida u raspoznavanju stanja jednog elementa. Aplikacija za slušanje glazbe Spotify uvela je točku ispod ikone za ponavljanje, odnosno nasumično biranje glazbe kao indikaciju uz zelenu boju da su te akcije aktivne (Slika 15). [58].



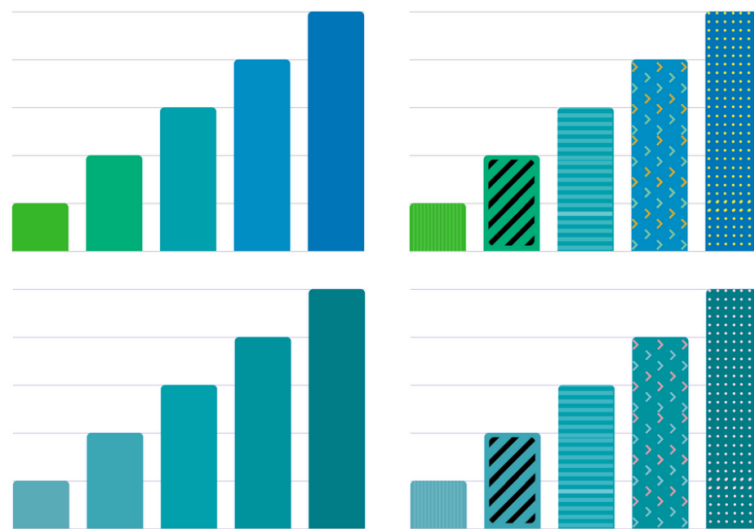
Slika 15: Uvođenje točke ispod ikone uz zelenu boju za bolje prepoznavanje aktivne akcije u aplikaciji Spotify

(izvor: Medium, <https://medium.com/we-are-colorblind/designing-with-the-colorblind-in-mind-will-improve-your-design-for-everyone-5c25ecfcd64>)

Pridruživanje kratkih tekstualnih opisa uzorcima u boji poboljšava pristup korisnicima sa smetnjama kolornog vida. Ovisno o vrsti smetnji, korisnicima će možda biti teško

razlikovati različite boje (ili nijanse) bez neke vrste opisnog teksta. Dodavanje teksta uz uzorke boja poboljšava i pristup osobama s normalnim vidom. Na primjer, bijelu i svjetlosivu boju često je teško razlikovati na monitorima. [60].

Boja se često koristi za označavanje različitih segmenata grafova i dijagrama. Korištenje uzoraka i, gdje je to moguće, postavljanje teksta unutar svakog segmenta olakšava razumijevanje grafikona kod osoba sa smetnjama kolornog vida (Slika 16). Kada tekst ne stane, kao što je to često slučaj s malim segmentima kružnog grafikona, bit će dovoljno označavanje isječka izvan samog grafikona s linijom. [59].



Slika 16: Postavljanje uzoraka unutar segmenata grafa poboljšava preglednost kod osoba sa smetnjama kolornog vida

(izvor: Secret Stache, <https://www.secretstache.com/blog/designing-for-color-blind-users/>)

Tekst koji se nalazi preko slike je nezgodan za podešavanje jer cijela slika ili neki njen dio možda nema dovoljan kontrast u odnosu na tekst. Zatamnjenjem ili posvjetljenjem pozadinske slike povećava se kontrast, što olakšava čitanje teksta. I sam tekst može biti oblikovan na način da je jednobojan, ima sjenu ili bilo što drugo što odgovara smjernicama neke marke. [59].

Sljedeće kombinacije boja treba izbjegavati gdje je to moguće, jer osobama sa smetnjama kolornog vida izgledaju slično:

- zelena / crvena
- zelena / smeđa

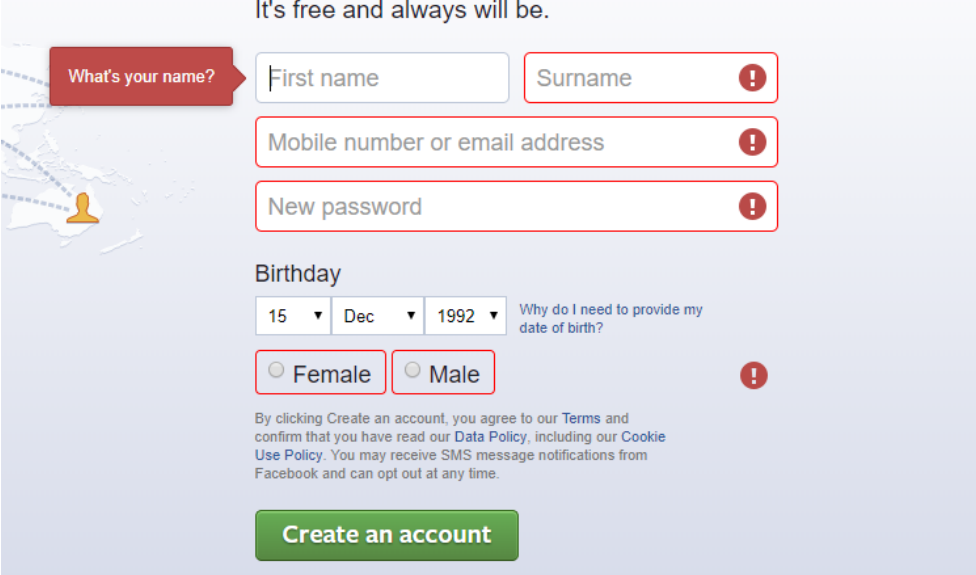
- plava / ljubičasta
- zelena / plava
- svjetlozelena / žuta
- plava / siva
- zelena / siva
- zelena / crna [59]
- cijan / magenta, ljubičasta ili plava
- svijetle nijanse crvene, magente, ljubičaste ili plave / tamne nijanse zelene, žute, narančaste ili cijan [48].

Kada se crvena i plava boja stave jedna pokraj druge, došlo bi do kromatske aberacije. Ona se događa kada se boja s kratkom valnom duljinom postavi pored boje s dugom valnom duljinom. Tekst ili slika s tim bojama može izgledati mutno jer se oko ne može istovremeno fokusirati na izuzetno različite valne duljine. Čitanje mutnog sadržaja dovoljno je teško za osobu s normalnim kolornim vidom, ali može učiniti sliku ili tekst potpuno nečitljivim za osobe sa smetnjama kolornog vida. Ljudi sa smetnjama kolornog vida različito i s različitim bojama vide kromatsku aberaciju za razliku od ostalih pošto oni općenito različito vide boje. [51].

Kontrast i boje određuju vizualnu hijerarhiju u korisničkom sučelju. Također, kod vizualne hijerarhije pozornost je usmjerena na način na koji su elementi korisničkog sučelja smješteni u dizajnu *web* stranice ili aplikacije i stvara koherenciju između tih elemenata kako bi se istaknulo njihovo značenje. U vizualnoj hijerarhiji, prikazi naredbi koji pozivaju na akciju (*Call to Action button*), koji su po hijerarhiji pri vrhu, trebali bi biti jasni i prepoznatljivi. Također, važne informacije najbolje je smjestiti blizu razine očiju. [3].

Uvijek treba pomoći korisnicima da razumiju što trebaju upisati u obrasce. Kratke i jasne upute za obrasce ne smiju biti na bilo koji način sakrivene od korisnika (slabim kontrastom ili nestajanjem) jer bi to moglo loše utjecati na uporabljivost. [61]. Također, obavezna polja u obrascu moraju se jasno istaknuti da su obavezna za ispuniti, bilo zvjezdicom, natpisom „obavezan“ ili ukloniti neobavezna polja. Nije dovoljno da se obavezna polja ili opis istakne bojom jer osobe sa smetnjama kolornog vida neće to primijetiti. [59]. Isto vrijedi i za ukazivanje na greške u obrascima gdje se uz crveni rub treba dodati ikona ili ugrađena poruka o pogrešci (Slika 17). [54].

Postoje alati kojima se može provjeriti pristupačnost korisničkog sučelja za osobe sa smetnjama kolornog vida. Neke od njih su *Check My Colours*, *WebAIM*, *I Want To See Like The Color Blind* i *Color Oracle*. [59].



The image shows a registration form for Facebook with several accessibility features highlighted in red. At the top, it says "It's free and always will be." Below this, there are input fields for "First name" and "Surname", a "Mobile number or email address" field, and a "New password" field. Each of these fields has a red exclamation mark icon to its right, indicating an error or required field. To the left of the form, there is a map with a person icon and a red speech bubble that says "What's your name?". Below the input fields, there is a "Birthday" section with dropdown menus for day (15), month (Dec), and year (1992), and radio buttons for "Female" and "Male". A red exclamation mark icon is also present next to the gender options. At the bottom, there is a green "Create an account" button. A small text block below the gender options reads: "By clicking Create an account, you agree to our Terms and confirm that you have read our Data Policy, including our Cookie Use Policy. You may receive SMS message notifications from Facebook and can opt out at any time." A link "Why do I need to provide my date of birth?" is also visible.

Slika 17: Jasno ukazivanje na greške pomoću boje, ikona i poruke u obrascu za registraciju na Facebook

(izvor: Medium, <https://medium.com/@md.ferozhussain/case-study-how-to-design-for-color-blindness-a7dda3cb3a98>)

2.11. Utjecaj dizajna GUI na korisničko iskustvo kod populacije sa smetnjama kolornog vida

Prilagodba dizajna korisničkog sučelja osobama sa smetnjama kolornog vida lako se može izostaviti jer većina dizajnera nisu slijepi na boje. Ljudi sa smetnjama kolornog vida ne vide jasno neke (ili sve) boje, miješaju ih i ne mogu razlikovati dvije određene nijanse. Te probleme može pogoršati i okruženje u kojem ljudi koriste proizvode. To bi moglo uključivati monitore niske kvalitete, loše osvjetljenje, odsjaj zaslona, male mobilne zaslone i udaljenost korisnika od velikog televizijskog zaslona. [59].

Kada se dizajniraju aplikacije koje su pristupačne osobama sa smetnjama kolornog vida, veće su šanse da povećaju potencijalno tržište i pomoći će tim korisnicima da koriste veći broj aplikacija. [55]. Boje igraju integralnu ulogu u dizajnu korisničkog sučelja. Kada ih se pravilno koriste, uz druge indikacije za još bolju preglednost, to poboljšava korisničko iskustvo, utječe na odluke o kupnji i odražava na imidž robne marke. [60]. Studija

pokazuju kako pristupačne *web* stranice imaju bolje rezultate pretraživanja, dosežu širu publiku, pogodni su za optimizaciju *web* stranice, imaju kraće vrijeme preuzimanja, potiču dobru praksu kodiranja i uvijek imaju bolju uporabljivost. [61]. Također, te stranice izgledaju profesionalnije i ne isključuju korisnike s posebnim potrebama. [62]. *Web* stranicu posjetit će 1 korisnik sa smetnjama kolornog vida na 20 ukupnih korisnika. Za ovu grupu postoji rizik da je *web* stranica jedva čitljiva, a slike neprepoznatljive. [62]. Svaki tip smetnji kolornog vida uzrokuje neugodnosti, što dovodi do narušavanja korisničkog iskustva. Što je najgore, osobe sa smetnjama kolornog vida uopće ne mogu koristiti proizvode kod kojih dizajneri nisu pazili na pristupačnost za njih. To može uzrujati mnogo korisnika, a tvrtka bi tako mogla izgubiti potencijalne klijente. Izrada pristupačnog korisničkog sučelja ne zahtijeva puno dodatnog vremena, a konačni proizvod će biti lak za korištenje i osobama sa smetnjama kolornog vida i onima s normalnim vidom. [56].

Neki će se raspravljati o tome zašto stranice treba dizajnirati s tako malom populacijom na umu ili da udovolje potrebama manjine. Razloga je nekoliko: *web* stranica uvijek treba težiti tome da bude prilagođena korisnicima za svu publiku, postoje standardi koji *web* stranice drže odgovornima osobama s invaliditetom i dobro dizajnirane *web* stranice ne zahtijevaju promjene kako bi se učinilo dostupnim. Poboljšanje *web* stranice za osobe sa smetnjama kolornog vida utječe i na ostale populacije. Rastuća starija populacija često ima iste poteškoće s oštećenjima vida (npr. razlikovanje teksta i elemenata *web* stranice). [62].

Web pristupačnost ne odnosi se samo na tehničke standarde, *web* arhitekturu i dizajn. Pitanje je političke volje i moralne obveze, sadržane u Konvenciji Ujedinjenih naroda o pravima osoba s invaliditetom (UNCRPD). Članak 9. Konvencije, čija su stranka EU i njene države članice, zahtijeva poduzimanje odgovarajućih mjera kako bi se osobama s invaliditetom, na ravnopravnoj osnovi s drugima, omogućio pristup informacijskim i komunikacijskim tehnologijama, uključujući internet. Direktiva obvezuje *web* stranice i aplikacije tijela javnog sektora da ispunjavaju posebne standarde tehničke pristupačnosti. Postoji ograničen broj iznimaka koje uključuju emitere i prijenos uživo. [63]

Direktiva zahtijeva:

- izjavu o pristupačnosti za svaku *web* stranicu i mobilnu aplikaciju,

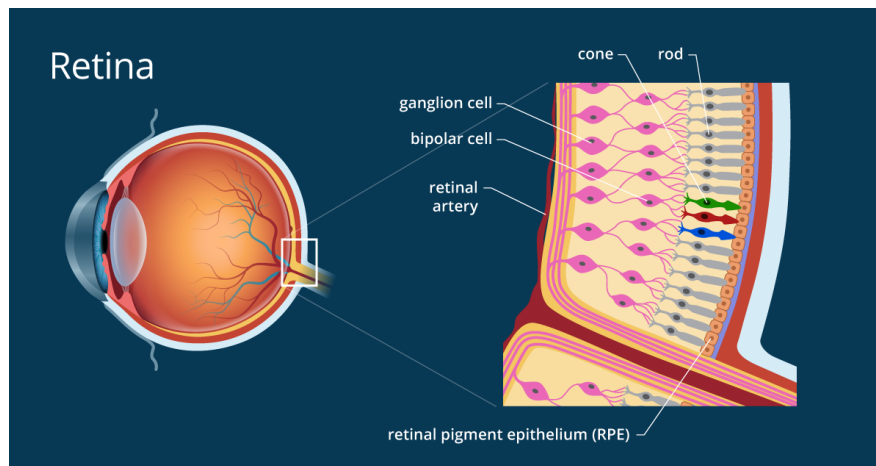
- mehanizam povratnih informacija kako bi korisnici mogli označiti probleme pristupačnosti ili zatražiti informacije objavljene u nedostupnom sadržaju te
- redovito praćenje *web* stranica i aplikacija javnog sektora od strane država članica i izvješćivanje o rezultatima. [63]

2.12. Kolorni vid i njegove funkcije

Kolorni vid je sposobnost ljudi i životinja da percipiraju razlike između svjetlosti sastavljene od različitih valnih duljina neovisno o intenzitetu svjetlosti. Percepcija boje dio je većeg vizualnog sustava i posreduje se složenim procesom između neurona koji započinje diferencijalnom stimulacijom različitih vrsta fotoreceptora ulaskom svjetlosti u oko. Ti fotoreceptori tada emitiraju impulse koji se šire kroz mnoge slojeve neurona, a zatim u konačnici u mozak. [64].

Tipična ljudska mrežnica sadrži dvije vrste fotoreceptorskih stanica: štapiće (aktivne pri slabom osvjetljenju) i čunjiće (aktivne pri normalnom dnevnom svjetlu). [65]. Štapići reagiraju samo na promjenu intenziteta svjetla, ali ne raspoznaju boje. Jako su osjetljivi, a reagiraju i na najmanje količine svjetla. Čunjići su manje osjetljivi, ali za razliku od štapića razlikuju boje. [66]. Ljudi sadrže tri vrste čunjića, što rezultira trikromatskim vidom u boji (Slika 18). [64].

Spektralna osjetljivost čunjića se razlikuje; jedan je najosjetljiviji na kratke, drugi na srednje, a treći na srednje do dugačke valne duljine unutar vidljivog spektra, s vršnom osjetljivošću u plavom, zelenom i žuto-zelenom području spektra. Apsorpcijski spektri triju sustava preklapaju se i kombiniraju kako bi pokrili vidljivi spektar. [65]. Čunjići su konvencionalno označeni prema redosljedu valnih duljina vrhova njihove spektralne osjetljivosti: kratki (S), srednji (M) i dugi (L) tipovi čunjića. [64].



Slika 18: Uvećani prikaz mrežnice sa štapićima i trima vrstama čunjića

(izvor: *Family Eye Care of Lockport*, <http://lockporteyes.com/2017/11/30/retina-of-the-eye-definition-and-detailed-illustration/>)

Osjetljivost normalnog kolornog vida zapravo ovisi o preklapanju raspona apsorpcije triju sustava: različite se boje prepoznaju kada se različite vrste čunjića stimuliraju u različitim stupnjevima. Primjerice, crveno svjetlo stimulira čunjiće dugih valnih duljina mnogo više od bilo kojeg drugog, a smanjenje valne duljine dovodi do sve veće stimulacije druga dva sustava čunjića, što uzrokuje postupnu promjenu nijanse. [65].

Ljudi nemaju jednako iskustvo u kolornom vidu. Kako ljudsko oko i mozak rade zajedno u pretvaranju svjetla u boju, svaki čovjek drukčije vidi boje. Npr. plava boja se jednoj osobi može činiti plavija nego drugoj osobi. [56].

2.13. Smetnje kolornog vida

Smetnja kolornog vida rezultat je neispravnosti ili odsutnosti određenih vrsta čunjića u mrežnici. S vidom kojem nedostaje boje teže je razlikovati sve tri dimenzije boje: nijansu, svjetlinu i zasićenost. Ozbiljnost smetnji kolornog vida kreće se od manjih poteškoća u razlikovanju sličnih nijansi do nemogućnosti uočavanja bilo koje boje. Sljepoća na boje je potpuna nemogućnost opažanja jedne ili više osnovnih boja svjetlosti. Svi ljudi sa smetnjama kolornog vida mogu uočiti razlike u svjetlini i većina može vidjeti prilično širok raspon nijansi, iako im se mnogo različitih nijansi čini identičnima. [48].

Smetnja kolornog vida utječe na oko 300 milijuna ljudi na globalnoj razini. [67]. Drugim riječima, prema studijama, otprilike 1 na svakih 12 muškaraca (i 1 na 200 žena) ima smetnju kolornog vida. Iako osobe sa smetnjama kolornog vida mogu vidjeti jednako

jasno kao i svi ostali, ne mogu u potpunosti razaznati crvenu, zelenu ili plavu svjetlost. [60]. Kao što je slučaj s mnogim drugim invaliditetima, smetnja kolornog vida ne utječe na svakodnevni život svake osobe na isti način. [67].

Smetnje kolornog vida su najčešće uzrokovane različitim genetskim varijacijama. Npr. crveno-zelenu sljepoću uzrokuje recesivni gen na X kromosomu. Muškarci obično imaju jedan X i jedan Y kromosom, pa ako naslijede recesivni gen, razvit će crveno-zelenu smetnju kolornog vida. Međutim, kada osoba ima dva X kromosoma, mutacija mora postojati na oba kromosoma kako bi se stanje moglo razviti. Plavo-žuti kolorni vid razvija se iz autosomno dominantnog uzorka, a približno je jednako čest među muškarcima i ženama. Drugim riječima, svatko može biti slijep na boje, ali osobe sa XY kromosomima imaju puno veću vjerojatnost da će razviti neki oblik smetnje kolornog vida. Iako je većina smetnji kolornog vida genetska, teškoća se s vremenom može razviti zbog ozljeda ili stanja poput glaukoma. Neki lijekovi, uključujući hidroksiklorokin, također mogu uzrokovati smetnju kolornog vida kod odraslih. [67].

Iako smetnja kolornog vida ne uzrokuje ozbiljne zdravstvene probleme, može spriječiti ljude da se bave određenim zanimanjima (npr. piloti sa značajnim smetnjama kolornog vida ne mogu upravljati zrakoplovima noću), a može predstavljati i druge izazove. [67]. Može narušiti rješavanje zadataka poput odabira zrelog voća, odabira odjeće i čitanja semafora. Smetnja kolornog vida može otežati i neke obrazovne aktivnosti. [65].

Posebne naprave poput X-chrome leća ili EnChroma naočala mogu pomoći ljudima s crveno-zelenim smetnjama kolornog vida pri jakom svjetlu. Mobilne aplikacije koje imenuju boje predmeta također mogu pomoći ljudima da raspoznaju boje. [65].

Ishihara test, koji se sastoji od niza slika obojenih mrlja, test je koji se najčešće koristi za dijagnosticiranje crveno-zelenih smetnji kolornog vida. Lik (obično jedna ili više arapskih znamenki) je ugrađen u sliku u obliku brojnih točaka u malo drugačijoj boji. Brojevi se mogu vidjeti s normalnim vidom, ali ne i s određenim smetnjama kolornog vida. Cjelokupni niz testova sadrži razne kombinacije likova i pozadine u različitim bojama te omogućavaju dijagnozu o kojoj se smetnji kolornog vida radi. Gore opisani anomaloskop također se koristi u dijagnosticiranju anomalne trikromazije. [65].

2.13.1. Vrste smetnji kolornog vida

Smetnje kolornog vida dijele se na djelomičnu i potpunu sljepoću na boje. Kod djelomične sljepoće na boje postoje dvije vrste smetnji kolornog vida s obzirom na težinu oštećenja određene vrste čunjića: anomalna trikromazija i dikromazija.

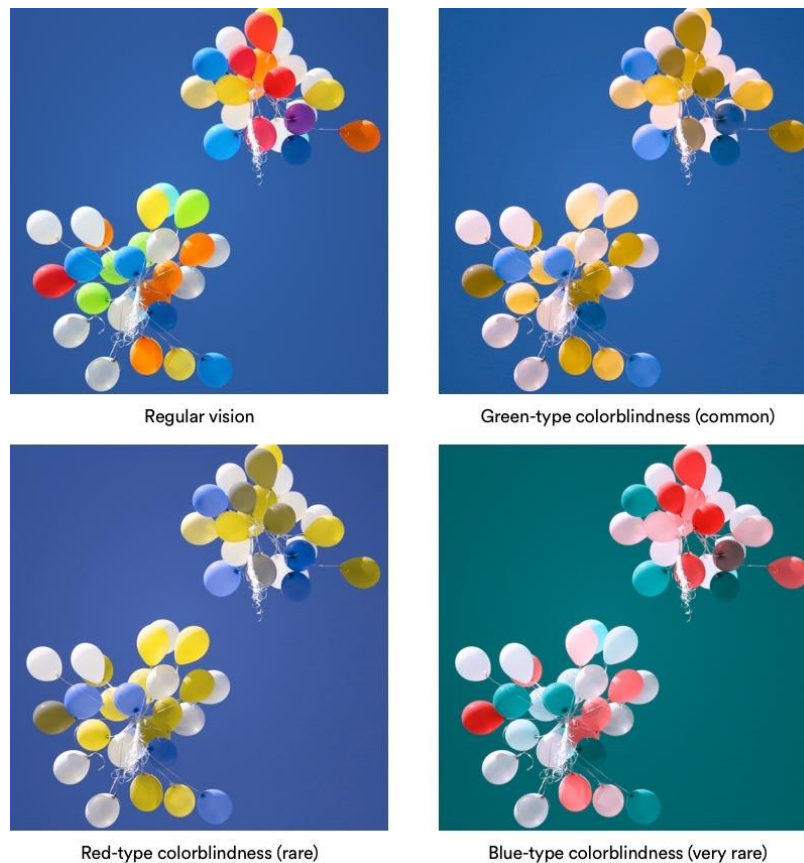
Anomalna trikromazija je blago deficitarni trikromatski vid u kojem pomak vršne osjetljivosti pigmenata osjetljivih na svjetlost u čunjićima mrežnice rezultira smanjenom osjetljivošću na crvenu ili zelenu. Anomalni trikromati imaju poteškoća u razlikovanju sličnih nijansi u crvenom, narančastom, žutom i zelenom području spektra. Također, oni imaju veće probleme s razlikovanjem boja kod srednje svjetlih ili tamnih nijansa. Postoje tri oblika anomalne trikromazije i oba su naslijeđena: protanomalijska, deuteranomalijska i tritanomalijska. [48].

Dikromazija je ozbiljna smetnja kolornog vida gdje se mogu opaziti samo dvije od tri osnovne boje svjetlosti: plavu i crvenu, plavu i zelenu ili crvenu i zelenu. [48]. Dikromati obično znaju da imaju problema s kolornim vidom i to može utjecati na njihov svakodnevni život. [65]. Dikromazija se također nasljeđuje, a postoje tri oblika: protanopija, deuteranopija i tritanopija (Slika 19). [48].

Vrste smetnji kolornog vida s obzirom na boje koje se teže ili se ne mogu raspoznati su crveno-zelena i plavo-žuta smetnja kolornog vida.

Kod crveno-zelene smetnje kolornog vida oboljeli imaju poteškoća s razlikovanjem crvene i zelene nijanse zbog odsutnosti ili mutacije crvenih ili zelenih fotoreceptora u mrežnici. [65]. Oboljeli još uvijek mogu razlikovati svijetlu od tamne boje. [68]. Ona utječe na značajan dio ljudske populacije, nasljedna je i uglavnom je povezana sa spolom. Crveno-zelene smetnje kolornog vida su protanopija, deuteranopija, protanomalijska i deuteranomalijska. [65].

Kod plavo-žute smetnje kolornog vida oboljeli imaju poteškoće u razlučivanju između plavičastih i zelenkastih nijansi, kao i žućkastih i crvenkastih nijansi. Ona nije povezana sa spolom. Gen koji kodira plavi receptor nema nijednog susjeda čiji je slijed DNA sličan. Plava sljepoća u boji uzrokovana je jednostavnom mutacijom ovog gena. Plavo-žute smetnje kolornog vida su tritanopija i tritanomalijska. [65].



Slika 19: Normalni vid (gore lijevo) i dikromatske smetnje kolornog vida: deuteranopija (gore desno), protanopija (dolje lijevo) i tritanopija (dolje desno)
 (izvor: InVision, <https://www.invisionapp.com/inside-design/designing-for-colorblind-improves-design/>)

2.13.1.1. Protanopija i protanomaliya

Kod protanopije u mrežnici nedostaju čunjići koji su osjetljivi na duge valove. Ljudi s ovim stanjem ne mogu razlikovati boje u zeleno-žuto-crvenom dijelu spektra. [65]. Dakle, sve nijanse crvene, narančaste, žute i zelene vide kao nijanse oker ili žute boje i ne mogu ih razlikovati, osim po razlikama u vrijednosti. [48]. Imaju neutralnu točku na valnoj duljini sličnoj cijanu oko 492 nm, tj. ne mogu razlikovati svjetlost ove valne duljine od bijele. [65]. Obično su šezdeset i četiri posto svih čunjića osjetljivi na crvenu boju, pa zato što osobe s protanopijom imaju smanjenu osjetljivost na crvenu svjetlost, u cjelini primaju manje svjetlosti. Jedan posto muškaraca i 0,02 posto žena ima ovaj oblik dikromazije. [48].

Za osobe s protanopijom je svjetlina crvene, narančaste i žute boje znatno smanjena u usporedbi s normalnom. Ovo zatamnjenje može biti toliko izraženo da se crvene boje mogu zamijeniti s crnom ili tamno sivom. Oni mogu naučiti razlikovati crvene od žutih prvenstveno na temelju njihove prividne svjetline, a ne na temelju bilo kakve osjetne razlike u nijansi. Nijanse ljubičaste ne mogu se razlikovati od raznih nijansi plave, jer su njihove crvenkaste komponente toliko prigušene da su nevidljive. Na primjer, ružičasti cvjetovi, koji odražavaju i crvenu i plavu svjetlost, mogu izgledati samo plavo za osobe s protanopijom. [65].

Pronađeno je vrlo malo ljudi koji imaju jedno normalno i jedno protanopsko oko. Ovi jednostrani dikromati izvještavaju da s otvorenim samo protanopskim okom valne duljine kraće od neutralne točke vide kao plavu, a one duže od nje kao žutu. Ovo je rijedak oblik smetnje kolornog vida. [65].

Protanomalija je blaža od protanopije, međutim konačan je učinak isti. [66]. Mutirani čunjići osjetljivi na duge valne duljine, čija je vršna osjetljivost na kraćoj valnoj duljini nego u normalnoj mrežnici, oči protanomalnih osoba manje su osjetljive na crvenu svjetlost nego kod normalnih ljudi. [65]. Jedan posto muškaraca i 0.01 posto žena ima ovaj oblik anomalne trikromazije. [48, 65].

Osobama s protanomalijom sve nijanse koje sadrže crvenu imaju smanjenu razinu zasićenosti. [48]. Oni također pate od potamnjenja crvenog kraja spektra. To dovodi do smanjenja intenziteta crvenih do točke kada se mogu zamijeniti s crnom. [65]. Sadržaj crvene boje u magenta i ljubičastoj boji čini se toliko slab da može biti neprimjetan, što uzrokuje da anomalni trikromati percipiraju magenta i ljubičastu kao nijanse plave boje. Ljudima s protanomalijom izgleda da su crvene, narančaste, žute i žuto-zelene boje pomaknute prema zelenoj. [48].

2.13.1.2. Deuteranopija i deuteranomaliya

Osobe s deuteranopijom nisu u stanju opaziti zeleni dio spektra boja. Iako su mnoge nijanse mješavine crvene i zelene ili plave i zelene, deuteranopi sve nijanse doživljavaju kao mješavine crvene i plave, jer im nedostaju čunjići osjetljivi na zeleno. [48]. Njihova je neutralna točka na nešto duljoj valnoj duljini, 498 nm, zelenije nijanse cijan. [65]. Obično je trideset i dva posto svih čunjića osjetljivih na zeleno. Jedan posto muškaraca i

0,01 posto žena ima ovaj oblik dikromazije. [48]. Ovaj oblik smetnje kolornog vida poznat je i pod nazivom „daltonizam“ po Johnu Daltonu (dijagnoza mu je potvrđena kao deuteranopija 1995. godine, otprilike 150 godina nakon njegove smrti, DNK analizom njegove sačuvane očne jabučice). [65].

Osjetljivost na vidljivi spektar svjetlosti kod deuteranopa manje je ograničen nego kod protanopa ili tritanopa. Zelena boja je u središtu spektra, a osjetljivost obje druge vrste čunjića se preklapa i u određenoj mjeri, nadoknađuje nedostatak čunjića osjetljivih na zeleno. Deuteranopi vide sve nijanse zelene, žute, narančaste i crvene kao nijanse oker ili žute boje i ne mogu ih razlikovati, osim po njihovim vrijednostima. Sve nijanse magenta, ljubičaste i plave boje vide kao nijanse plave boje i isto ih ne mogu razlikovati, osim po njihovim vrijednostima. Osobe s deuteranopijom vide bijelu kao mješavinu crvene i plave boje i ne mogu razlikovati bijelu od svijetlo plave-ljubičaste. [48]. Deuteranopski jednostrani dikromati izvještavaju da s otvorenim deuteranopskim okom valne duljine kraće od neutralne točke vide kao plave, a duže od njih kao žute. [65].

Deuteranomaliya je blaži oblik od deuteranopije. [66]. Ovo je daleko najčešći oblik smetnji kolornog vida. Zelene, žuto-zelene, žute i narančaste nijanse izgledaju kao da su pomaknute prema crvenoj, ali čini se da niti jedna od ovih nijansi koje sadrže zelenu nema smanjenu razinu zasićenosti. Pet posto muškaraca i 0,38 posto žena ima ovaj oblik anomalne trikromazije. Deuteranomaliya uzrokuje oko 62 posto svih smetnji kolornog vida kod muškaraca i 95 posto kod žena. [48].

Pigment srednje valne duljine pomaknut je prema crvenom kraju spektra što rezultira smanjenjem osjetljivosti na zeleno područje spektra. Za razliku od protanomaliye, intenzitet boja je nepromijenjen. Kao i kod protanomaliye, osobe s deuteranomalijom slabo razlikuju male razlike u nijansama u crvenom, narančastom, žutom i zelenom području spektra. Međutim, za razliku od osoba s protanomalijom, ljudi s deuteranomalijom nemaju problem gubitka svjetline. [65].

2.13.1.3. Tritanopija i tritanomaliya

Budući da tritanopi nisu u stanju razlikovati plavu od žute, tritanopiju se obično naziva plavo-žutom smetnjom kolornog vida. Iako su mnoge nijanse mješavine plave i crvene ili plave i zelene, tritanopi sve boje doživljavaju kao mješavine crvene i zelene jer im nedostaju čunjići osjetljivi na plavu boju. Stoga je diskriminacija boje tritanopa najbolja

u crvenom, narančastom, žutom i zelenom području spektra, gdje je kod protanopa i deuteranopa najgora. Obično je samo oko dva posto svih čunjića osjetljivih na plavu boju. Među dikromatima je gubitak osjetljivosti na nijansu u čitavom spektru najozbiljniji za tritanope. Srećom, ovaj oblik smetnje kolornog vida je rijedak. Samo oko 0,002 posto muškaraca i 0,001 posto žena ima ovaj oblik dikromazije. [48]. Ovaj oblik smetnje kolornog vida nije povezan sa spolom. [65].

Osobe s tritanopijom vide sve nijanse žute, narančaste, crvene i magente kao nijanse crvene i ne mogu ih razlikovati, osim po njihovim svjetlinama. [48]. Žuta boja ili nestaje ili se pojavljuje kao svjetlija nijansa crvene boje. [66]. Bijelu i sve nijanse plave, zelene i ljubičaste vide kao nijanse plavo-zelene i ne mogu ih razlikovati, osim po svjetlini. [48]. Te nijanse koje vide osobe s tritanopijom mogu biti drastično zatamnjene, a neke od njih mogu vidjeti čak i kao crne. [65].

Kod tritanomalije, kratkovalni (plavi) pigment pomaknut je prema zelenom području spektra. Ovo je najrjeđi oblik anomalne trikromatske smetnje kolornog vida. Za razliku od druge anomalne trikromazije, tritanomalija je podjednako zastupljena i u muškoj i u ženskoj populaciji. 0.01 posto muškaraca i žena ima ovaj oblik anomalne trikromazije. [65].

2.13.1.4. Akromatopsija ili monokromatski vid

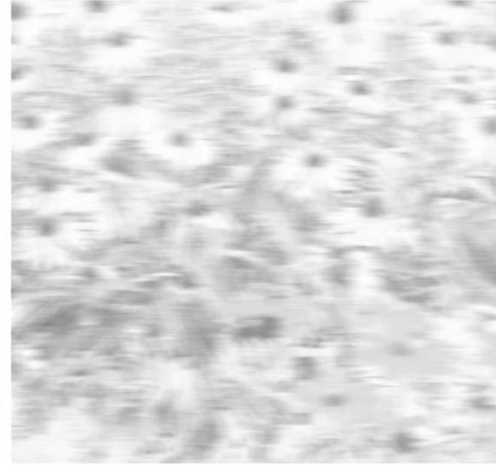
Monokromatski vid često se naziva i monokromnost ili akromatopsija. Ovi teški oblici smetnji kolornog vida su rijetki. Samo oko 0.005 posto ljudi, i muškaraca i žena, ima monokromnost i uopće ne vidi boju ili samo jednu boju. Većina oblika monokromatskog vida nasljeđuje se, ali stječe se jedan oblik, cerebralna akromatopsija. Oblici monokromatskog vida uključuju tipična ili potpuna monokromnost štapića, atipična ili nepotpuna monokromnost, monokromnost plavih čunjića i cerebralna akromatopsija. [48].

Tipična ili potpuna monokromnost štapića je kompletna sljepoća za boje. Tipičnim monokromatima štapića potpuno nedostaje vid u boji zbog odsutnosti ili neispravnosti čunjića u mrežnici. Oslanja se samo na fotoreceptore štapića za vid, izuzetno su preosjetljivi na svjetlost i imaju vrlo lošu vidnu oštrinu, zbog čega nisu sposobni percipirati detalje, posebno pri jakom svjetlu (Slika 20). Štapići pružaju vid u mraku ili pri slabom svjetlu i osjetljivi su na svjetlost, opažaju samo razlike u svjetlini i nisu u

stanju razlikovati boje. Stoga monokromati štapića ne mogu percipirati boju i vide samo nijanse sive, crne i bijele boje. Među urođenim monokromatima, vid potpunih monokromata štapića je najteže oštećen. [48].



Normal Vision



Achromatopsia

Slika 20: Normalni vid (lijevo) i monokromatski vid pomoću štapića (desno)
(izvor: Wiley Online Library, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jgm.2944>)

Atipična ili nepotpuna monokromnost je teška smetnja kolornog vida u kojoj neke vrste čunjića nisu prisutne ili su neispravne. Atipični monokromati imaju malo funkcionirajućih čunjića, stoga imaju vrlo ograničenu sposobnost opažanja boje. Manje su osjetljivi na svjetlost i imaju bolju oštrinu vida od potpunih monokromata štapića. [48].

Monokromnost plavih čunjića je vrsta atipične monokromnosti. Monokromatima plavih čunjića nedostaju čunjići osjetljivi na crvenu i zelenu svjetlost te se za vid oslanjaju samo na štapiće i čunjiće koji su osjetljivi na plavu svjetlost. Oni su preosjetljivi na svjetlost, imaju prilično lošu vidnu oštrinu, posebno pri jakom svjetlu i mogu razlikovati samo mali raspon plavih nijansi. [48]. Vršna spektralna osjetljivost nalazi se u plavom području vidljivog spektra (blizu 440 nm). [65].

Cerebralna akromatopsija je kompletna sljepoća na boje, koja je općenito uzrokovana traumom ili bolešću, što rezultira određenim poremećajima u živčanim putevima između očiju i vidnih centara mozga. Osobe s cerebralnom akromatopsijom ne mogu percipirati boje i vide samo nijanse sive, crne i bijele boje. [48]. U cerebralnoj akromatopsiji osoba

ne može percipirati boje iako ih njihove oči mogu razlikovati. Neki izvori to ne smatraju istinskom smetnjom kolornog vida, jer se radi o nedostatku percepcije, a ne vida. Cerebralna akromatopsija je oblik vizualne agnozije. [65].

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Plan istraživanja

U ovom diplomskom radu vršio se proces dizajna aplikacije za praćenje potresa prateći principe inkluzivnog dizajna. Osim za korisnike sa zdravim vidom, aplikacija je dostupna i za korisnike sa smetnjama kolornog vida.

Prvo se provela analiza grafičkih korisničkih sučelja (u ovom slučaju postojećih aplikacija za praćenje potresa) uz simulaciju različitih poremećaja kolornog vida. Pomoću toga pronađeni su propusti kod pristupačnosti istih koji bi mogli biti potencijalni problemi za korisničko iskustvo osobama s problemima kolornog vida.

Zatim se vršilo istraživanje korisnika u obliku intervjua u kojem se ispitivao kontekst korištenja aplikacije za praćenje potresa te se provela analiza uporabljivosti aplikacije na korisnicima sa smetnjama kolornog vida metodom opservacije.

Na osnovu rezultata analize, intervjua te promatranja korisnika izrađen je *userflow*, *wireframe* i tri verzije prototipa aplikacije prateći principe inkluzivnog dizajna. Te verzije se razlikuju u različitim rješenjima za poboljšanje dostupnosti osobama sa smetnjama kolornog vida, kao i u različitim oznakama grafičkih elemenata prototipa.

Pomoću tih prototipa provedeno je testiranje uporabljivosti u kojem se mjerila uspješnost i vrijeme izvršavanja zadataka. Ispitivanje korisničkog iskustva proveden je putem standardiziranog upitnika.

Cilj ovog rada je da se sučelje dizajnira tako da ima dobro korisničko iskustvo kod korisnika bez smetnji, a u isto vrijeme da je i pristupačan korisnicima sa smetnjama kolornog vida. U ovom radu postavljene su tri hipoteze.

H1. Dizajn aplikacije s prilagodbama za osobe sa smetnjama kolornog vida može postići usporedivu razinu korisničkog iskustva kod korisnika bez smetnji kolornog vida kao i aplikacija s neprilagođenim dizajnom.

H2. Kod dizajna pristupačnih aplikacija, dodavanjem slikovnih i tekstualnih oznaka, uz označavanje bojom, moguće je postići bolje korisničko iskustvo u usporedbi s ostvarivanjem pristupačnosti izmjenom palete boja.

H3. Dizajn aplikacije s dodanim slikovnim i tekstualnim oznakama, uz označavanje bojom može postići bolju uporabljivost, u smislu vremena potrebnog za rješavanje zadataka, od dizajna s izmjenama u paleti boja kod osoba sa smetnjama kolornog vida.

3.2. Korišteni alati i aplikacije

3.2.1. Figma

Figma (Slika 21) je alat za uređivanje i izradu prototipova vektorske grafike koji se prvenstveno temelji na *webu*, s dodatnim *offline* značajkama omogućenim na programima radne površine za macOS i Windows. Popratne aplikacije Figma Mirror za Android i iOS omogućuju interaktivan pregled prototipova s Figma u stvarnom vremenu na mobilnim uređajima. Skup značajki Figma fokusira se na upotrebu za dizajn korisničkog sučelja i korisničkog iskustva, s naglaskom na suradnju u stvarnom vremenu. [69].



Slika 21: Logo Figma

(izvor: WP Tavern, <https://wptavern.com/figma-partners-with-wordpress-to-improve-design-collaboration>)

3.2.2. Simulatori smetnji kolornog vida

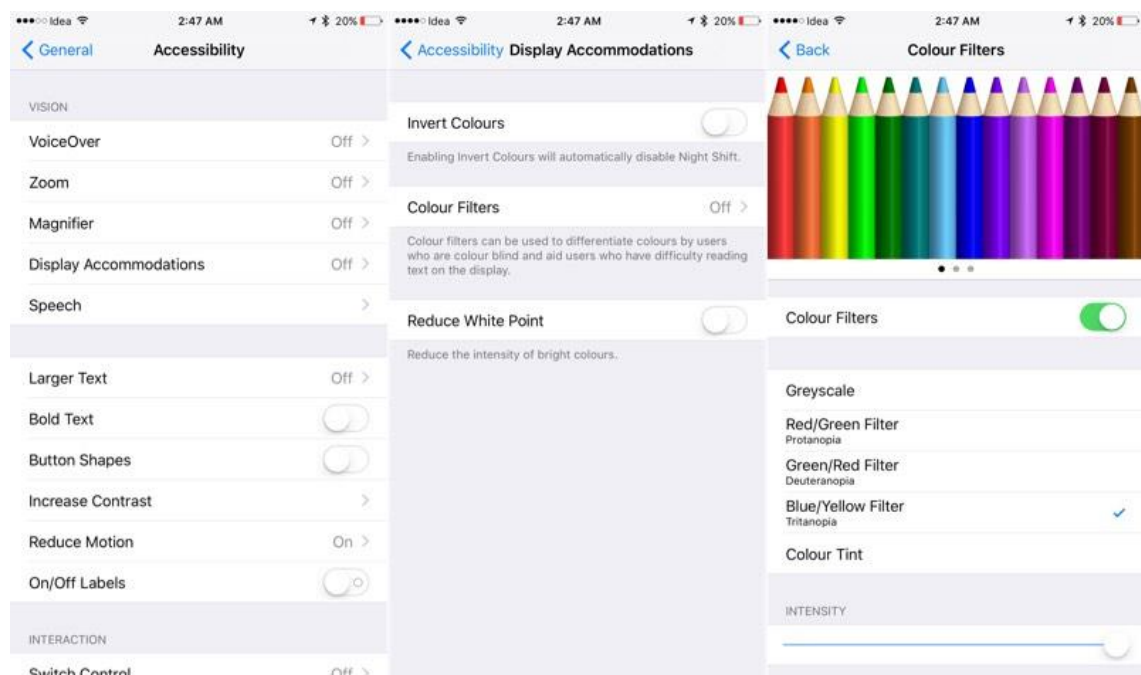
U ovom radu korištene su tri vrste simulatora smetnji kolornog vida: *Pilestone Color Blind Glasses Simulator*, simulatori preko opcija *Inspect Element* u Mozilli Firefox i *Developer Tools* u Google Chromeu te simulatori smetnji kolornog vida u postavkama pristupačnosti u Androidu.

Iako je Pilestone trgovina posebnih naočala za osobe sa smetnjama kolornog vida, njegova *web* stranica sadrži simulator koji pokazuje ljudima sa zdravim vidom kako ljudi sa smetnjama kolornog vida vide boje. Simulator obuhvaća sve vrste smetnji kolornog vida: anomalni trikromatski, dikromatski i monokromatski vid. Pilestone simulator je korišten u inicijalnoj fazi analize postojećih rješenja.

Simulator u „Inspektoru pristupačnosti“ u *Firefox Developer Tools* omogućuje prikaz kako bi *web* stranica izgledala korisnicima s različitim oblicima smetnji kolornog vida. [70]. Sličan simulator postoji u *Rendering* tabulatoru u Google Chromeu pod nazivom *Emulate vision deficiencies*. [71]. Oba simulatora *web* preglednika mogu prikazati zaslone pod četiri različitim vrstama smetnji kolornog vida: protanopijom, deuteranopijom, tritanopijom i akromatopsijom.

Pametni telefoni s operativnim sustavima Android i iOS imaju filtere zaslona koje simuliraju smetnje kolornog vida. Ti filteri nalaze se u sekciji postavki za pristupačnost. Androidi mogu simulirati tri vrste smetnji kolornog vida: deuteranomaliiju, protanomaliiju i tritanomaliiju. iPhone mobiteli mogu simulirati četiri smetnji kolornog vida: protanopiju, deuteranopiju, tritanopiju i akromatopsiju.

Simulatori preko „Inspektora pristupačnosti“ na *web* preglednicima i filteri na postavkama mobitela korišteni su za proces izrade prototipova i za test uporabljivosti.



Slika 22: Put do podešavanja različitih kolornih filtera u postavkama u iPhoneu (izvor: *iPhoneHacks*, <https://www.iphonhacks.com/2016/09/enable-screen-filters-help-color-blindness-ios-10.html>)

3.3. Postupak istraživanja

3.3.1. Istraživanje konkurencije (benchmarking)

Prvi korak u procesu dizajna u ovom radu bilo je istraživanje konkurencije. U tom koraku tražili su se propusti i nedostaci kod konkurentnih aplikacija, u ovom slučaju, propusti u preglednosti za osobe sa smetnjama kolornog vida. *Benchmarking* se vršio kako bi se naučilo na greškama koje su napravili konkurenti i da bi se proizvod dizajnirao na bolji način od postojećih proizvoda.

Za analizu dizajna s obzirom na pristupačnost osobama sa smetnjama kolornog vida uzete su tri konkurentne aplikacije za praćenje potresa: LastQuake, Earthquake Network i Earthquakes Tracker.

3.3.1.1. LastQuake

LastQuake (Slika 23) je aplikacija za praćenje potresa u vlasništvu Euro-Mediterranskog Seizmološkog centra (EMSC) s ocjenama 4.6 na trgovini Google Play i 4.8 na App Storeu. Ona obavješćuje korisnike o pojavi potresa koji su drugi korisnici osjetili i prikuplja podatke o njima u stvarnom vremenu. Od pojave potresa u Zagrebu, učestalo je korištenje ove aplikacije u Hrvatskoj.

Međutim, LastQuake ima nekoliko propusta u dizajnu korisničkog sučelja s obzirom na pristupačnost osobama sa smetnjama kolornog vida (Slika 24). Prvi propust je kategoriziranje potresa pomoću boja, a boje koje se najčešće pojavljuju su zelena, žuta i narančasta. Kod nekih vrsta smetnji kolornog vida te se boje ne mogu razlikovati, a da stvar bude još teža, za razlikovanje kategorija pojedinih potresa elementi se oslanjaju isključivo na boje.

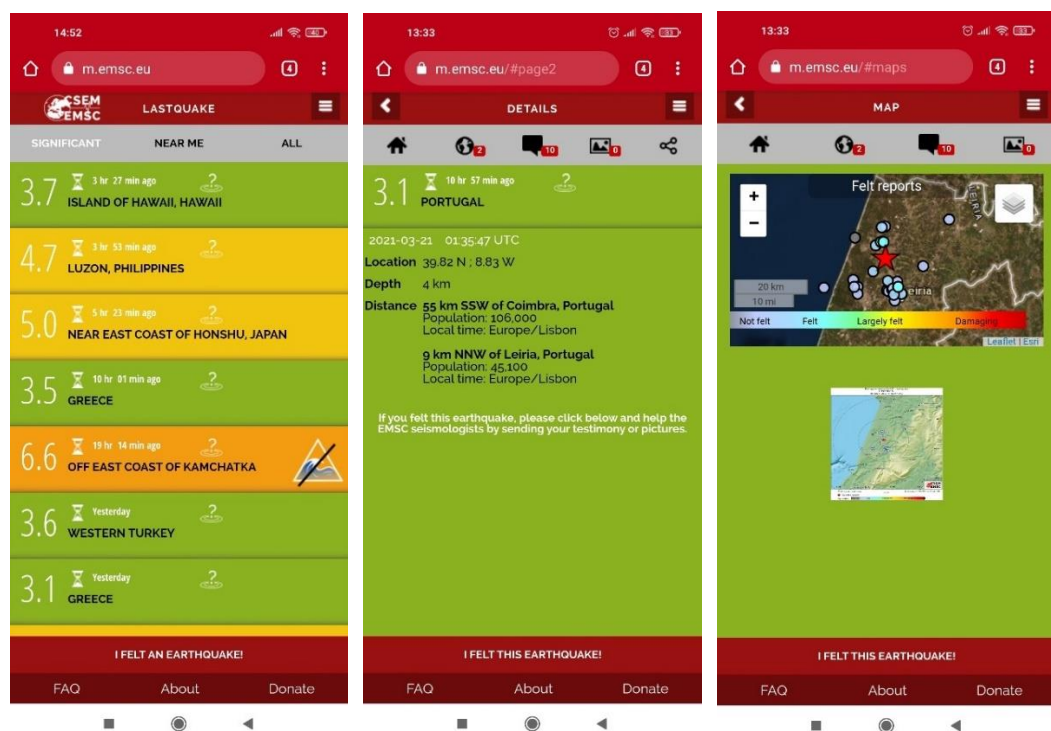
Točke koje označavaju koliko su korisnici jako osjetili potres također se za razlikovanje oslanjaju samo na boje. Tako osobe sa smetnjama kolornog vida ne mogu primijetiti je li neki korisnik na određenom području blizu epicentra slabo ili jako osjetio potres jer su neke boje za određeni stupanj osjeta njima slične.

Bijeli tekst koji označava magnitudu i vrijeme pojave potresa ne zadovoljava omjere minimalnog kontrasta sa zelenom, žutom ili narančastom pozadinom. Crvena boja koja se koristi za epicentar stapa se u zeleno kopno tako da je korisnicima s protanopijom i deuteranopijom ova informacija nevidljiva. Ista stvar je s oznakama potresa na karti koje se razlikuju po dubini hipocentra, također oslanjajući se samo na boje (međutim, postoje

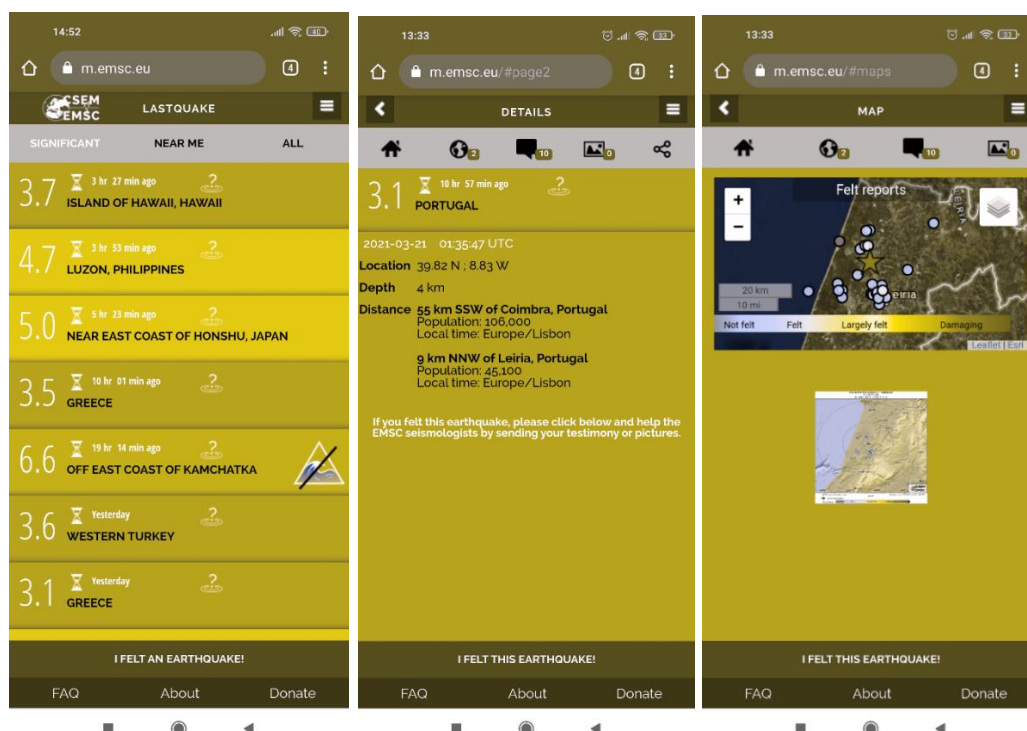
razlike u veličini kruga za označavanje magnitude, ali ni s time razlike u potresima nisu uočljive). Čak u legendi, neke boje koje označavaju različite dubine hipocentra znaju biti međusobno slične.

Tematska boja LastQuake-a je crvena što nije dobar odabir s obzirom na preglednost kod korisnika sa smetnjama kolornog vida kada se uzme u obzir boje koje se koriste za kategoriziranje potresa. To se može uočiti kod susjedskih odnosa komponenti kao što su liste s navigacijskom ladicom ili gumbom za pozivanje na akciju kojim korisnici prijavljuju potrese. Govoreći o tom gumbu za pozivanje na akciju, teško je uočiti da se radi o interaktivnom elementu jer nije dovoljno vizualno istaknut. Bio bi uočljiviji kada bi se dodala ikona uz tekst ili kada bi ga na neki način odvoji od ostalih komponenti, npr. oblikom ili obrubom.

Kako bi osobama sa smetnjama kolornog vida informacije bile razumljivije ili da bi svim korisnicima one bile zanimljivije, poželjno je da je dio informacija prezentiran u obliku infografika, što u ovoj aplikaciji nedostaje. Posebno bi infografika bila potrebna kod važnijih podataka poput označavanja magnitude potresa. Na mjestima gdje su prisutne infografike, one nisu smislene i razumljive, kao npr. kod sortiranja komentara o određenom potresu.



Slika 23: Zasloni aplikacije LastQuake s gledišta osobe s normalnim vidom



Slika 24: Zasloni aplikacije LastQuake s gledišta osobe s protanopijom

3.3.1.2. Earthquake Network

Earthquake Network je aplikacija koja funkcionira po principu ranog upozorenja na potrese u realnom vremenu (Slika 25). Njene ocjene su 4.5 na trgovini Google Play i 4.6 na App Storeu.

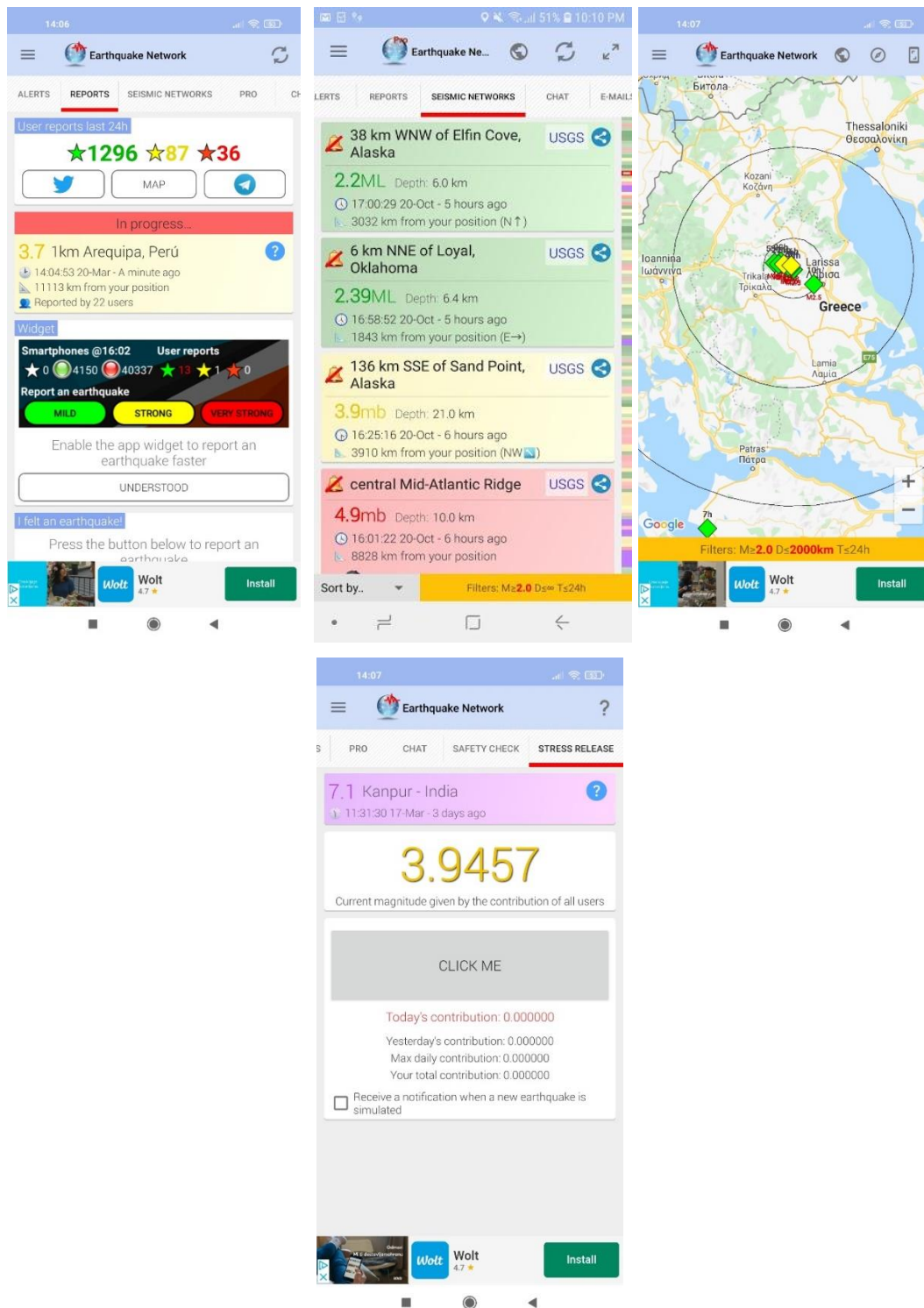
Ova aplikacija također ima nekoliko propusta kada se promatra funkcionalnost dizajna osobama sa smetnjama kolornog vida (Slika 26). Kod nekoliko elemenata omjeri minimalnog kontrasta između teksta i pozadine ne zadovoljavaju kriterije WCAG-a, što otežava preglednost nekih tekstualnih informacija, a najčešće se problem pojavljuje kod magnitude koja je jedna od najvažnijih podataka o nekom potresu. Također, neki gumbi za pozivanje na akciju gube svoju istaknutost kada se nalaze na pozadinama sličnih boja ili kada je nedovoljan kontrast između gumba i pozadine, kao npr. crveni *Call-to-Action* gumb koji se nalazi na tamnocrvenoj pozadini.

Neki elementi u aplikaciji oslanjaju se samo na boje za razlikovanje. Određene informacije sadrže tekst koji je crvene i crne boje, a te dvije boje nisu dobre za kombiniranje jer osobama s protanopijom izgledaju jednako. Iako na tom filteru brojevi za magnitudu i dubinu potresa imaju deblji font, razlike su nedovoljno uočljive, osobito

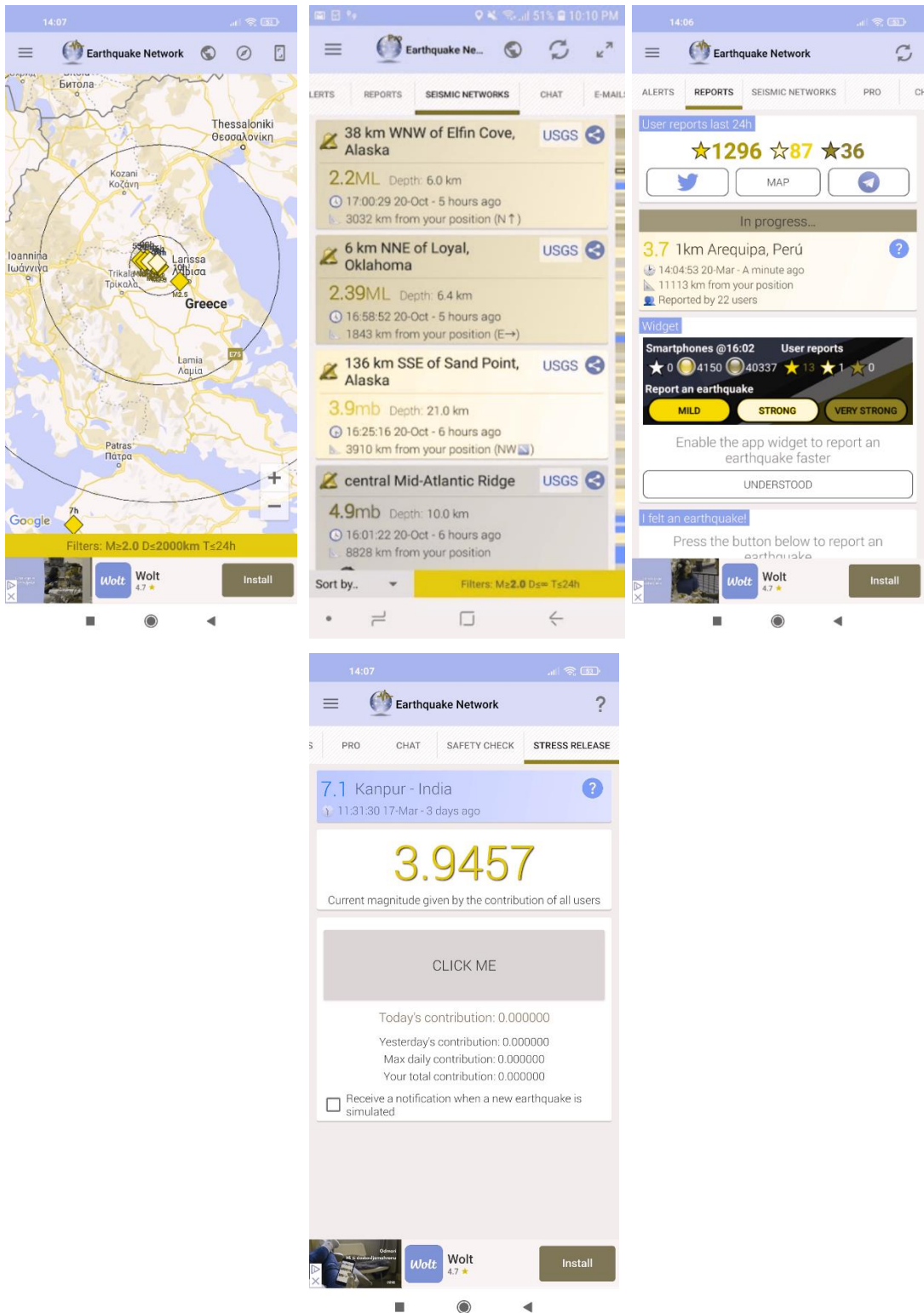
zato što se tekst nalazi na žutoj pozadini, što zbog kontrasta dodatno smanjuje preglednost. Kombiniranje crvenog i crnog teksta javlja se i kod procjene magnitude od strane korisnika, samo što se ovdje radi o istoj debljini fonta pa se komunikacija tih informacija oslanja primarno na boje. Također, oznake jačina potresa na karti u obliku rombova (s tankim obrubom) razlikuju se samo po bojama, a najčešće boje koje se pojavljuju su zelena i žuta (eventualno crvena za jake potrese). Dodajmo na to da se tekstualne oznake za magnitudu i vrijeme potresa često preklapaju do te mjere da se ne daju iščitati.

Postoji nekoliko propusta u dizajnu korisničkog sučelja aplikacije kada se uzmu u obzir ikone. Kod zaslona za prijavljivanje potresa prikazano je nekoliko brojeva s ikonama za koje se pretpostavlja da su to brojevi prijave potresa s obzirom koliko su korisnici jako osjetili neki potres. Zvijezde i brojevi pri vrhu zaslona se vjerojatno odnose na prijave potresa u posljednja 24 sata. Međutim, sekciji *Widget* nalazi se puno različitih brojeva s pridruženim zvijezdama i LED svjetlima čime se gubi jasnoća tih podataka. Nije jasno koji podaci se odnose na prijave potresa od strane korisnika s obzirom koliko su oni jako osjetili.

Govoreći o ikonama, neke od njih imaju takav dizajn da su skoro neuočljive, npr. bijeli sat, mjerni trokut i novine na svijetloj pozadini. Većina teksta u aplikaciji ima tanki font što otežava preglednost ne samo kod osoba sa smetnjama kolornog vida, već i kod osoba s generalno slabijim vidom.



Slika 25: Zaslone aplikacije Earthquake Network s gledišta osobe s normalnim vidom
 (izvor (gore desni zaslon): Google Play,
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.finazzi.distquake>)



Slika 26: Zaslone aplikacije Earthquake Network s gledišta osobe s protanopijom

3.3.1.3. Earthquakes Tracker

Earthquakes Tracker je aplikacija za praćenje potresa, informiranje o njima i ukazivanje na njih neposredno nakon njegove pojave (Slika 27). Njena ocjena je 4.5 na trgovini Google Play.

Kao i kod prijašnjih aplikacija, Earthquakes Tracker ima propuste u dizajnu korisničkog sučelja kada se gleda preglednost kod osoba sa smetnjama kolornog vida (Slika 28). Elementi na početnom zaslonu s nazivima „Energy“, „Frequency“ i „KP Index“ (čija je svrha nejasna) sadrže kombinacije boja koje osobe sa smetnjama kolornog vida teško razlikuju, kao što su žuta, zelena, crvena i narančasta.

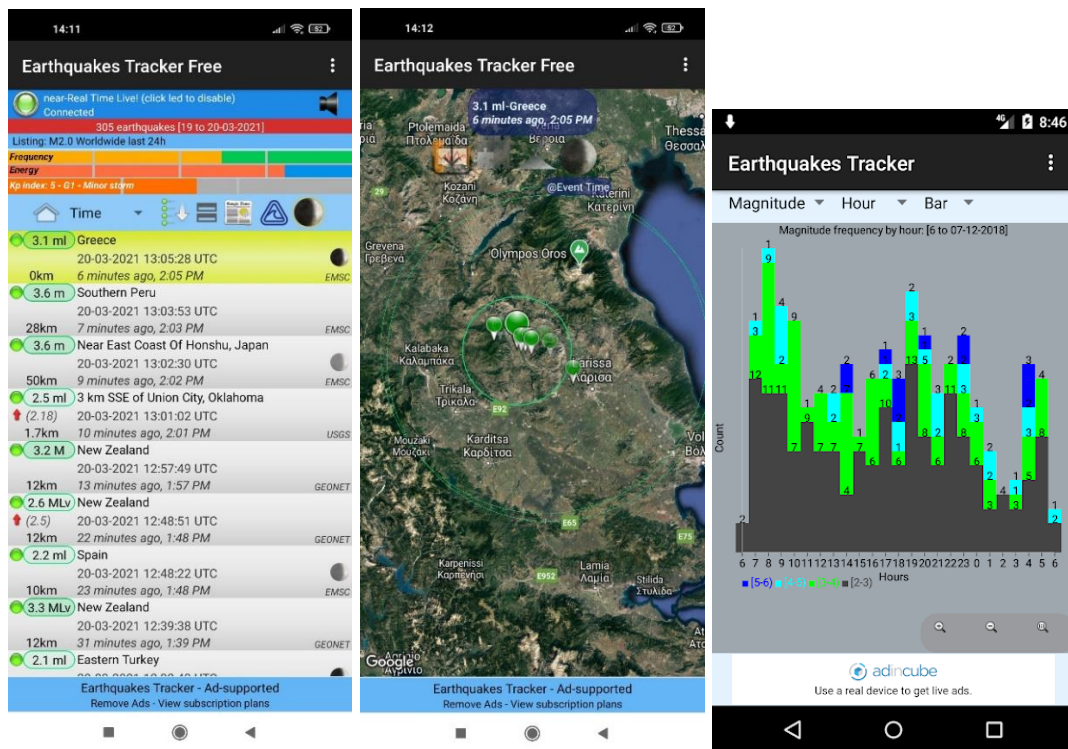
U dizajnu ovog korisničkog sučelja postoji veliki broj elemenata i komponenti koji se međusobno stapaju zbog nedovoljnog kontrasta ili pogrešnog odabira ikona koje se nalaze na određenim pozadinama. Npr. elementi koji asociraju na LED diode za koje se pretpostavlja da označavaju da je uključeno izvještavanje o potresu u stvarnom vremenu i elementi s magnitudom potresa stapaju se u pozadinu zbog slabog kontrasta. Ista stvar je sa svijetlim ikonama, kao što su novine, ikona za sortiranje i „egipatsko“ oko koje se nalaze na svjetloplavoj pozadini te sa sivkastim ikonama npr. vulkan, *puzzle* i mjesec koje se nalaze na satelitskoj karti, bez ikakve jednobojne pozadine.

Oznake za epicentar i zahvaćenost potresa također se vrlo često stapaju sa satelitskim prikazom karte jer su same oznake i kopno sličnih boja: oboje imaju nijanse zelene. Oznake za epicentar se, za međusobno razlikovanje s obzirom na jačinu potresa, oslanjaju samo na boje i veličinu koja je jedva primjetna, a boje koje se koriste su uglavnom zelena i narančasta koje nisu dobre za kombiniranje ukoliko se gleda preglednost kod korisnika sa smetnjama kolornog vida. Oznake za zahvaćenost također se pretežito oslanjaju na boje, a debljina linije je pretanka da bi mogla biti uočljiva, pogotovo ako se radi o zelenoj liniji na zelenom kopnu. Te oznake su jedino vidljive ako se nalaze na moru ili oceanu (međutim, ni one nisu vidljive ako korisnik ima akromatopsiju).

Problem slabog kontrasta pojavljuje se kod određenih prikaza naredbi: npr. gumbi za zatvaranje modalnog prozora, odnosno natpisi „CLOSE“ i „OK“ ne zadovoljavaju WCAG-ove kriterije za omjer minimalnog kontrasta u odnosu na pozadinu. Također, kod grafa za učestalost potresa određenih magnituda, legenda kojom se kategoriziraju potresi po magnitudi ne zadovoljava kriterije za omjer minimalnog kontrasta s pozadinom.

Govoreći o tom grafu, on se za međusobno razlikovanje oslanja samo na boje, međutim postoje brojevi za svaki element grafa koji označavaju broj potresa određene magnitude u određenim satima. Bez obzira na te brojeve, boje za te grafove (zelena, cijan i plava) međusobno su slične osobama sa smetnjama kolornog vida, pogotovo korisnicima s tritanopijom. Također, crni brojevi koji se nalaze na sivoj pozadini imaju nedovoljan kontrast.

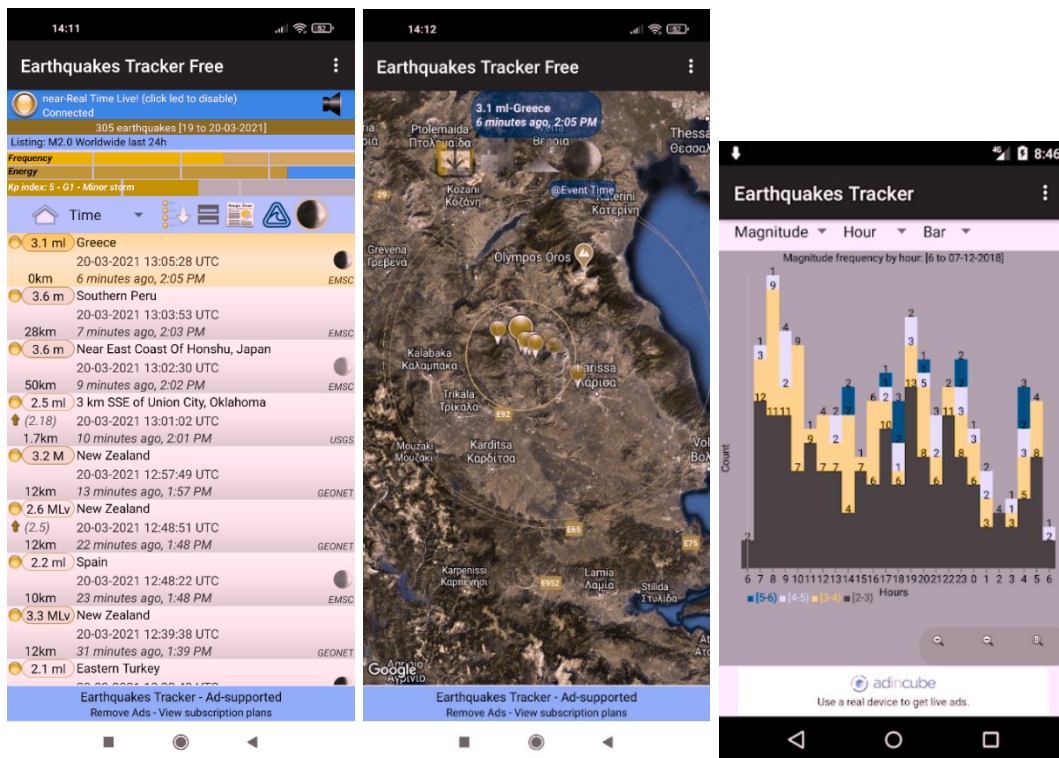
Kod nekih elemenata korisničkog sučelja, npr. za detaljnije informacije o nekom potresu, nedostaje infografika koja bi pomogla korisnicima sa smetnjama kolornog vida, a i ostalim korisnicima za bolje razumijevanje tih informacija. Ako i negdje u dizajnu korisničkog sučelja postoje infografike, teško je razumjeti čemu služe.



Slika 27: Zaslone aplikacije Earthquakes Tracker s gledišta osobe s normalnim vidom

(izvor (desni zaslon): Google Play,

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rsoftr.android.earthquakestracker.add>)



Slika 28: Zasloni aplikacije Earthquakes Tracker s gledišta osobe s deuteranopijom

3.3.2. Faza otkrivanja – istraživanje korisnika

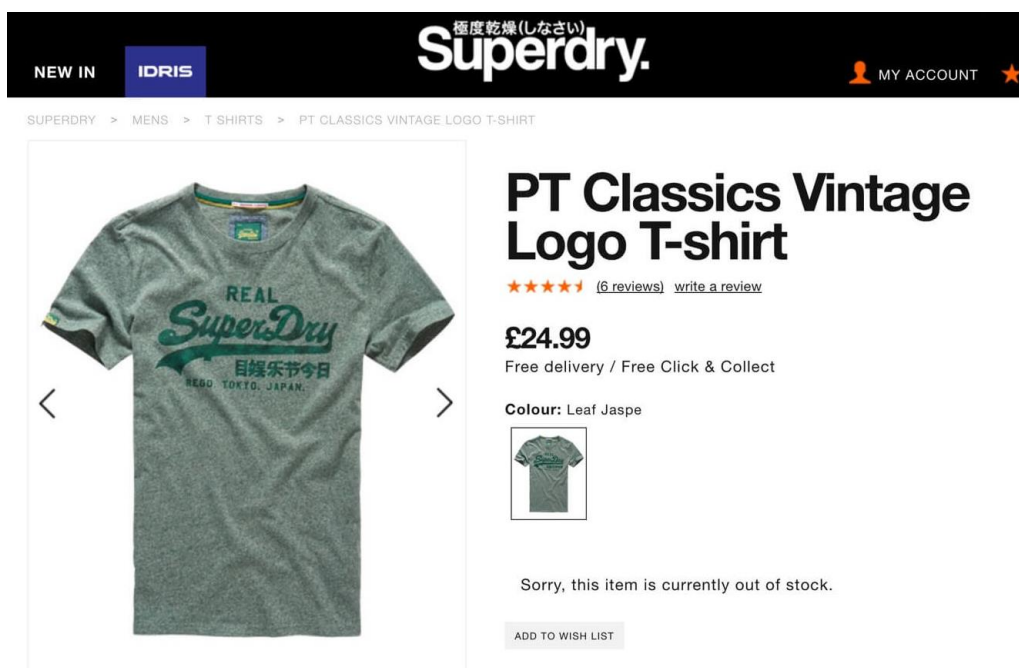
Kako bi se što efikasnije dizajnirala aplikacija, izvršeno je istraživanje korisnika. Istraživanje je provedeno s ciljem ispitivanja snalaženja po grafičkim korisničkim sučeljima kod korisnika sa smetnjama kolornog vida i načina korištenja aplikacije za praćenje potresa. Faza otkrivanja u ovom radu sastoji se od tri vrste istraživanja korisnika: pasivno i aktivno istraživanje te test uporabljivosti postojeće aplikacije, odnosno *web* stranice.

U pasivnom istraživanju prikupljali su se podaci o tome kako se osobe sa smetnjama kolornog vida snalaze na različitim grafičkim korisničkim sučeljima i što bi htjeli da se u njihovom dizajnu promjeni s ciljem bolje pristupačnosti za njih. Za takvo istraživanje podaci su se prikupljali putem platforme Reddit.

Korisnici Reddita sa smetnjama kolornog vida opisali su koji su sve problemi s kojima se susreću prilikom korištenja *web* stranica, aplikacija i ostalih proizvoda s obzirom na njihovu preglednost. Jedan primjer je bio susret s dizajnom brenda ili proizvoda koje koriste nepristupačne kombinacije boja. Ustanovljeno je da se trebaju izbjegavati sljedeće kombinacije boja:

- crvena / crna
- crvena / tamnosmeđa
- narančasta / smeđa
- ružičasta / siva

Problem koji se najčešće pojavljuje kod kupnje odjeće, a i u nekim drugim situacijama je da se boje često ne opisuju logičnim nazivima, nego brojevima ili opisima koje nisu nužno povezane s bojama (Slika 29).



Slika 29: Boja majice koja ima opis nevezan sa samom bojom (*Leaf Jaspe* za sivu)
(izvor: *Smashing Magazine*, <https://www.smashingmagazine.com/2016/06/improving-color-accessibility-for-color-blind-users/>)

Kako većina osoba sa smetnjama kolornog vida ima crveno-zelenu smetnju, plava boja je najsigurnija za odabir primarne boje nekog korisničkog sučelja, pod uvjetom da se ne kombinira s ljubičastom. Kod osoba s crveno-zelenim smetnjama kolornog vida plava ostaje nepromijenjena, a kod osoba s tritanopijom plava postaje cijan. Npr. Mark Zuckerberg je za primarnu boju Facebooka izabrao plavu jer mu je najpreglednija pošto i sam ima smetnju kolornog vida.

Kod dizajniranja grafikona, ako nije moguće ostvariti diferencijaciju uzorkom, poželjno je postaviti razmak između segmenata grafa, što isto pomaže korisnicima sa smetnjama kolornog vida da te segmente razlikuju.

Osobama sa smetnjama kolornog vida pomogao bi i alternativni način informiranja, npr. pomoću pružanja zvučnih informacija ako vizualne prilagodbe nisu dovoljne za preglednost korisničkog sučelja. Također, opcija odabira boja za linkove pomogla bi tim korisnicima da mogu razlikovati njihova stanja.

U aktivnom istraživanju proveden je intervju gdje se ispitao kontekst korištenja aplikacije za praćenje potresa i kontekst korištenja aplikacije općenito kod osoba sa smetnjama kolornog vida. U intervjuu su sudjelovala tri ispitanika bez poteškoća s vidom i jedan ispitanik sa smetnjama kolornog vida.

S obzirom na kontekst korištenja aplikacije za praćenje potresa, iz intervju se saznalo da je korisnicima najvažnija informacija o magnitudi i epicentru potresa, stoga kod dizajniranja aplikacije te informacije treba istaknuti. Također, ispitanici preferiraju da se informacije o potresu prikazuju pomoću ilustracija, odnosno infografika jer tako lakše i brže iščitaju te informacije. Iako velik broj konkurentnih aplikacija za praćenje potresa imaju mogućnost da korisnici prijavljuju potrese koje su osjetili, ispitanici su se izjasnili da obično ne prijavljuju potrese, prvenstveno zato da ne dođe do preopterećenja servera, odnosno jer smatraju da je već netko drugi napravio ili zato što postoje mjerni instrumenti koji detektiraju potrese. Nadalje, jedan ispitanik se izjasnio kako za korištenje aplikacije za praćenje potresa uključuje lokaciju, a drugi ispitanik je rekao kako ne koristi tu opciju jer želi zaštititi svoju privatnost. Stoga je korisnicima potrebno pružiti mogućnost odabira korištenja aplikacije s praćenjem i bez praćenja lokacije, a ako ne žele, pružiti alternativne načine za brži pronalazak potresa u njihovoj blizini, poput filtera ili polja za upis regije. Ispitanik sa smetnjama kolornog vida se pak izjasnio kako ga najviše smetaju aplikacije koje imaju previše koraka koji se moraju poduzeti kako bi se došlo do željene destinacije.

S obzirom na kontekst korištenja aplikacija kod osoba sa smetnjama kolornog vida, iz intervju se ustanovilo da bi snalaženje na aplikacijama bilo otežano ako bi se informacije oslanjale samo na boje, stoga bi bilo poželjno uz njih dodati ikone, tekst ili druge indikacije. Također, preglednost aplikacija bila bi loša ako komponente imaju slab

kontrast, bilo osobama sa smetnjama kolornog vida ili korisnicima koji koriste mobitele na suncu tako da im zrake padaju na zaslon.

Pošto se ustanovilo da je potrebno prikupiti još informacija o kontekstu korištenja aplikacija kod osoba sa smetnjama kolornog vida, proveden je test uporabljivosti postojeće aplikacije za praćenje potresa na osobama sa smetnjama kolornog vida metodom opservacije.

U testu uporabljivosti postojeće aplikacije sudjelovalo je 5 sudionika koji su koristili *web* stranicu EMSC-a i 1 sudionik koji je koristio mobilnu aplikaciju LastQuake. Svi su upravljali korisničkim sučeljima pod različitim simulacijama smetnji kolornog vida.

Scenarij u kojem su se sudionici nalazili bio je da su trebali saznati podatke (magnitudu, epicentar, dubinu potresa i zahvaćenost) o najjačem potresu koji se dogodio taj dan kada su korisnici sudjelovali u testu uporabljivosti. U tom testu korisnici su trebali riješiti tri zadatka:

- 1) Pronaći najjači potres koji se danas dogodio
- 2) Saznati magnitudu, epicentar i dubinu potresa te vrijeme njegove pojave
- 3) Pomoću karte isčitati zahvaćenost područja potresom

Analizirajući testove uporabljivosti za *web* stranicu saznalo se sljedeće: korisnicima pod simulacijama smetnji kolornog vida je bilo teško uočiti oznake epicentra i zahvaćenosti potresa na karti jer je njihov kontrast u usporedbi s kopnom ili morem bio preslab, a za razlikovanje se oslanjaju isključivo na boje. Oznaci za epicentar trebao bi se dodati obrub za bolje isticanje na karti, a zahvaćenost, odnosno osjet potresa bi se trebao označiti određenim brojem (isprekidanih) koncentričnih kružnica ovisno o jačini (osjeta) potresa. Također, trebala bi se napraviti uočljiva razlika između oznaka za osjet potresa i onih za gradove. Problem oslanjanja funkcionalnih elemenata dizajna isključivo na boje uočio se kod tektonskih i političkih granica jer su korisnicima sa smetnjama kolornog vida izgledali gotovo isto. Karte s reljefom i satelitske snimke otežali su raspoznavanje oznaka za epicentar i zahvaćenost potresa na njima. U takvim slučajevima primjerenije bi bilo koristiti karte bez prikaza reljefa. Destinacije na kartici (en. *tab*) nisu bile uočljive pa je korisnicima bilo teže doći do destinacije s kartama. Također, kod kartice „Maps“ bilo je previše različitih karata što je također otežalo brzo informiranje o zahvaćenosti potresa zbog korisnikove neodlučnosti. Općenito, korisničko sučelje je bilo staromodno i neuredno, kod nekih komponenti kombinacije boja nisu bile razborito odabrane, npr. crni

tekst na crvenoj pozadini za upis korisničkog imena i lozinke te je za informacije o potresima bio odabran premalen i pretanak font koji je navedene informacije činio nepreglednima. Put do željenih destinacija je bio kompliciran i zbunjujuć te je nedostajalo pojašnjenja što koja akcija radi.

Kako su se kod analize testa uporabljivosti *web* stranice saznali propusti većinom kod karte, kod testa uporabljivosti mobilne aplikacije saznale su se korisnije informacije koje bi se primijenile za daljnji proces dizajna aplikacije za praćenje potresa. Kod analize testa uporabljivosti mobilne aplikacije LastQuake saznalo se sljedeće: sav tekst u aplikaciji, osim magnitude i mjesta pojave potresa imao je presitan font zbog čega su informacije o potresu bile nečitke. Paleta boja za kategoriziranje potresa s obzirom na magnitudu bila je neintuitivna. Očekivalo bi se da su svjetlije boje predstavljale slabe potrese, a tamnije boje jače, ali u ovom korisničkom sučelju to je bilo obrnuto. Kontrast između bijelog teksta (magnituda i vrijeme pojave potresa) i zelene, odnosno žute pozadine bio je preslab, pa su te informacije korisnicima sa smetnjama kolornog vida bile nepregledne. Bijela ikona s upitnikom također je imala slab kontrast s pozadinom. Ta ikona ujedno i nije bila klikabilna iako bi se zbog njene pozicije dalo pretpostaviti da je. Oznake osjeta potresa koji su korisnici prijavili nisu bile dovoljno uočljive na karti ako ih nema puno (npr. ako je samo dvaput bio prijavljen potres kao što je bio slučaj kod potresa o kojem se ispitanik informirao).

3.3.3. Persone, mapa empatije i korisnikovog putovanja

Ciljana publika za aplikaciju za praćenje potresa su sve osobe koje posjeduju pametni telefon, bez obzira na dob, spol, životni status i sl. koje žive na područjima gdje su moguće pojave potresa.

Pomoću podataka dobivenih iz faze otkrivanja, posebno iz aktivnog istraživanja, izrađene su dvije persone koje bi koristile aplikaciju za praćenje potresa. Od te dvije persone prva je bila korisnička, a druga spektralna persona, odnosno ona koja ima smetnje kolornog vida.

Prva persona zove se Lara Kuprešćak (Slika 30), živi u Velikoj Gorici koja je zahvaćena jakim potresom u Petrinji i od tada je počela koristiti aplikaciju LastQuake. Najviše ju zanimaju magnituda, epicentar, zahvaćenost i dubina potresa te često uključuje lokaciju pri

korištenju aplikacije. Laru smeta kada dobije pogrešne informacije o potresu i kada je aplikacija nepregledna, osobito ako je koristi na suncu.



Lara Kupreščak

Studentica Ekonomskog fakulteta u Zagrebu

Dob: 20

Spol: Ž

Mjesto: Velika Gorica

Uvjeti života: živi s roditeljima,

dom je blago oštećen nakon

potresa, ali je siguran za život

Uređaji koje koristi: mobitel,

laptop, smartwatch

Aplikacije koje koristi:



O Lari

Lara je studentica Ekonomskog fakulteta i studije prolazi odličnim uspjehom. Od početka pandemije koronavirusa nastavu pohađa online, a uz studiranje radi administrativni posao. U slobodno vrijeme ide u šetnju sa psom, kuha obroke, uči japanski i provodi vrijeme sa svojim dečkom. Kada je osjetila jaki potres u Petrinji, njen dom je dobio blaga oštećenja. Iako je dom siguran za daljnji život, i dalje je bila u strahu od naknadnih potresa.

Korištenje aplikacije

Od kad je Lara osjetila jaki potres u Petrinji, počela je koristiti aplikaciju za praćenje potresa LastQuake. Na početku jakih potresa često koristi aplikaciju, a nakon toga se korištenje prorjeđuje. Aplikaciju najviše koristi doma. Također, kad čuje vijest o jakom potresu na nekoj drugoj lokaciji, isto poseže za aplikacijom. Od informacija o potresu najviše joj zanimaju epicentar i jačina potresa, a zatim dubina i zahvaćena područja. Često zna uključiti lokaciju na mobitelu kada koristi aplikaciju za praćenje potresa. Isto tako joj dolaze obavijesti kada se u njenoj blizini dogodio potres.

Ciljevi

- Saznati epicentar i magnitudu potresa
- Izaći na sigurno mjesto kada se dogodi potres
- Sa što manje stresa završiti fakultet

Frustracije

- Pogrešna informacija o potresu
- Nepreglednost aplikacije ili web stranice
- Teže raspoznavanje sadržaja na mobitelu pod suncem

“Najvažnija mi je jačina potresa jer s tom informacijom imam okvirnu sliku moguće opasnosti koja je bila na tom području i s tom informacijom mogu lakše predvidjeti mogućnost nove pojave potresa.”

Slika 30: Prva osoba koja koristi aplikaciju za praćenje potresa

Druga osoba zove se Davor Barišić (Slika 31), živi u Dobovi u Sloveniji i od rođenja ima protanopiju. Osjetio je jaki potres u Zagrebu i od tada je počeo koristiti LastQuake. Najviše ga zanimaju epicentar, magnituda i zahvaćenost potresa da bi mogao provjeriti je li netko od njegove obitelji i prijatelja osjetio taj potres. Međutim, za ovu aplikaciju ne uključuje lokaciju jer želi štititi svoju privatnost s obzirom na to gdje se nalazi. Davoru smeta ako je aplikacija nepregledna, ima slab kontrast između elemenata i kad se informacije oslanjaju samo na boje te ako je put do željene destinacije dugačak i kompliciran.



Davor Barišić

Back-end developer

Dob: 27

Spol: M

Mjesto: Zagreb, Dobova (Slovenija)

Uvjeti života: živi u novogradnji s dvoje kolega s posla u Zagrebu, ponekad živi kod roditelja u Krškom

Uređaji koje koristi: mobitel, laptop, računalo

Aplikacije koje koristi:



O Davoru

Davor je back-end developer koji radi u start-up kompaniji. Kako od rođenja ima protanopiju, na svom mobitelu si često prilagođuje boje kako bi bolje raspoznao sadržaje na njemu. U slobodno vrijeme voli programirati, gledati filmove i slušati glazbu. Na korištenje aplikacije za praćenje potresa potaklo ga je kada je osjetio razoran potres u Zagrebu dok je bio s roditeljima u Dobovi. Srećom, njegovi stanovi u Dobovi i u Zagrebu nisu oštećeni.

Korištenje aplikacije

Od jakog potresa u Zagrebu, Davor je počeo koristiti aplikaciju LastQuake. Najviše ju koristi doma i u uredu kada misli da je osjetio potres. Zanima ga epicentar, magnituda i zahvaćena područja kako bi mogao provjeriti da li su ga njegova obitelj i prijatelji osjetili. Pošto voli štititi svoju privatnost, za ovu aplikaciju ne uključuje lokaciju na svom mobitelu, ali prima obavijesti o pojavi potresa u njegovoj blizini. Ne voli kada se na neintuitivan način i kroz puno izbornika mora doći do neke destinacije u aplikaciji. Također, ako se informacije oslanjaju samo na boje, to ga zbunjuje s obzirom na njegove teškoće kolornog vida. Ako nema izbora i mora koristiti tu aplikaciju, naviknut će se na lošiji dizajn, ali ako postoji alternativa, radije će izbrisati nepreglednu aplikaciju.

Ciljevi

- Saznati epicentar i magnitudu potresa u njegovoj blizini
- Provjeriti da li su obitelj i prijatelji na sigurnom

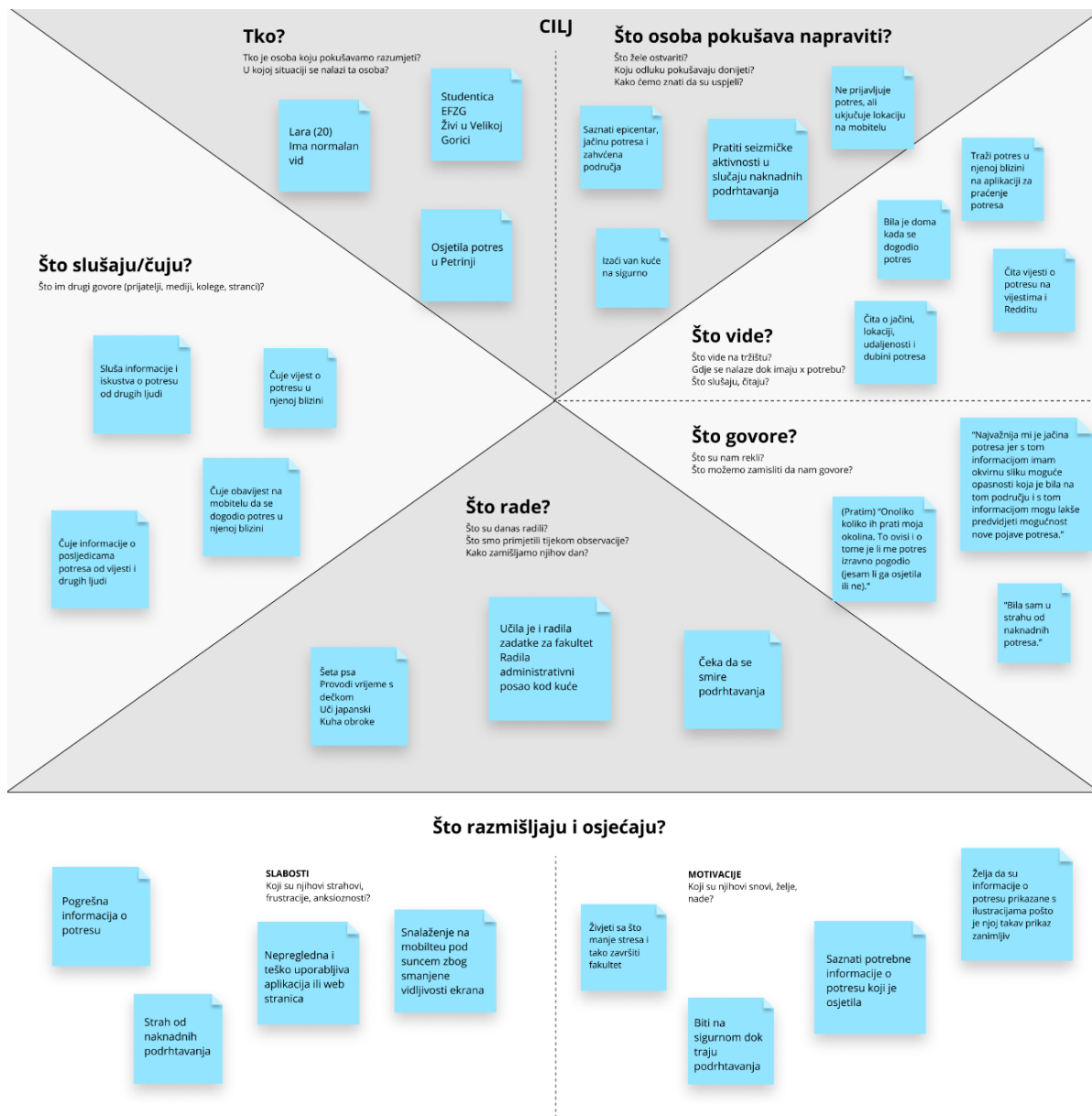
Frustracije

- Nepreglednost aplikacije i dugačak put do željene destinacije
- Informacije i elementi aplikacije koje se oslanjaju samo na boje
- Slabi kontrast između komponenti u aplikaciji

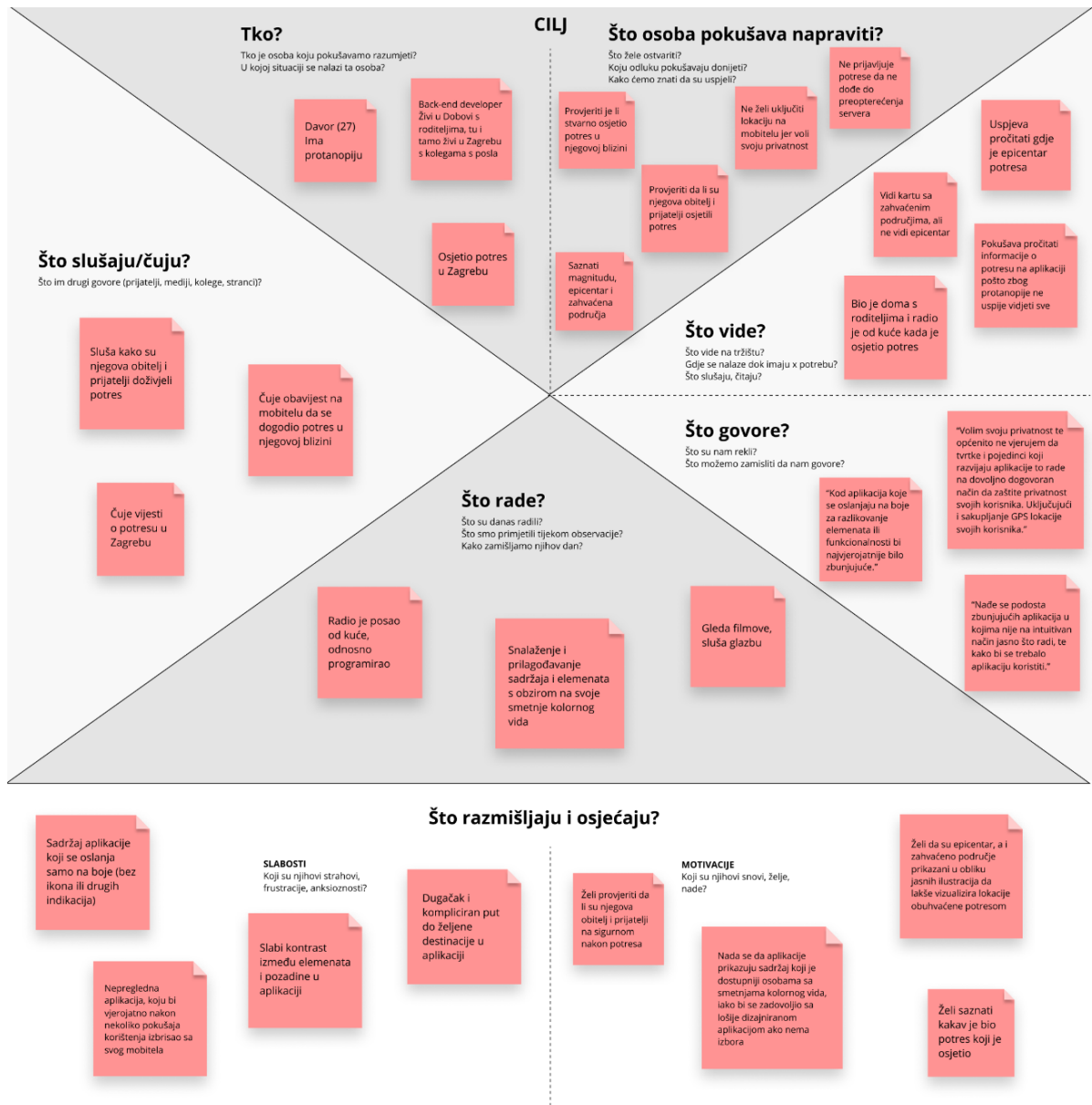
“Kod aplikacija koje se oslanjaju na boje za razlikovanje elemenata ili funkcionalnosti bi najvjerojatnije bilo zbunjujuće.”

Slika 31: Druga persona koja koristi aplikaciju za praćenje potresa

Za obje persone izrađene su mape empatije (Slika 32 i 33) koje opisuju njihove želje, potrebe i namjere pri korištenju aplikacije. Mape empatije sadrže odgovore na sljedeća pitanja: tko su oni, što pokušavaju napraviti, što rade, čuju, vide, govore te koje su njihove slabosti i motivacije.



Slika 32: Mapa empatije prve persone



Slika 33: Mapa empatije druge persone

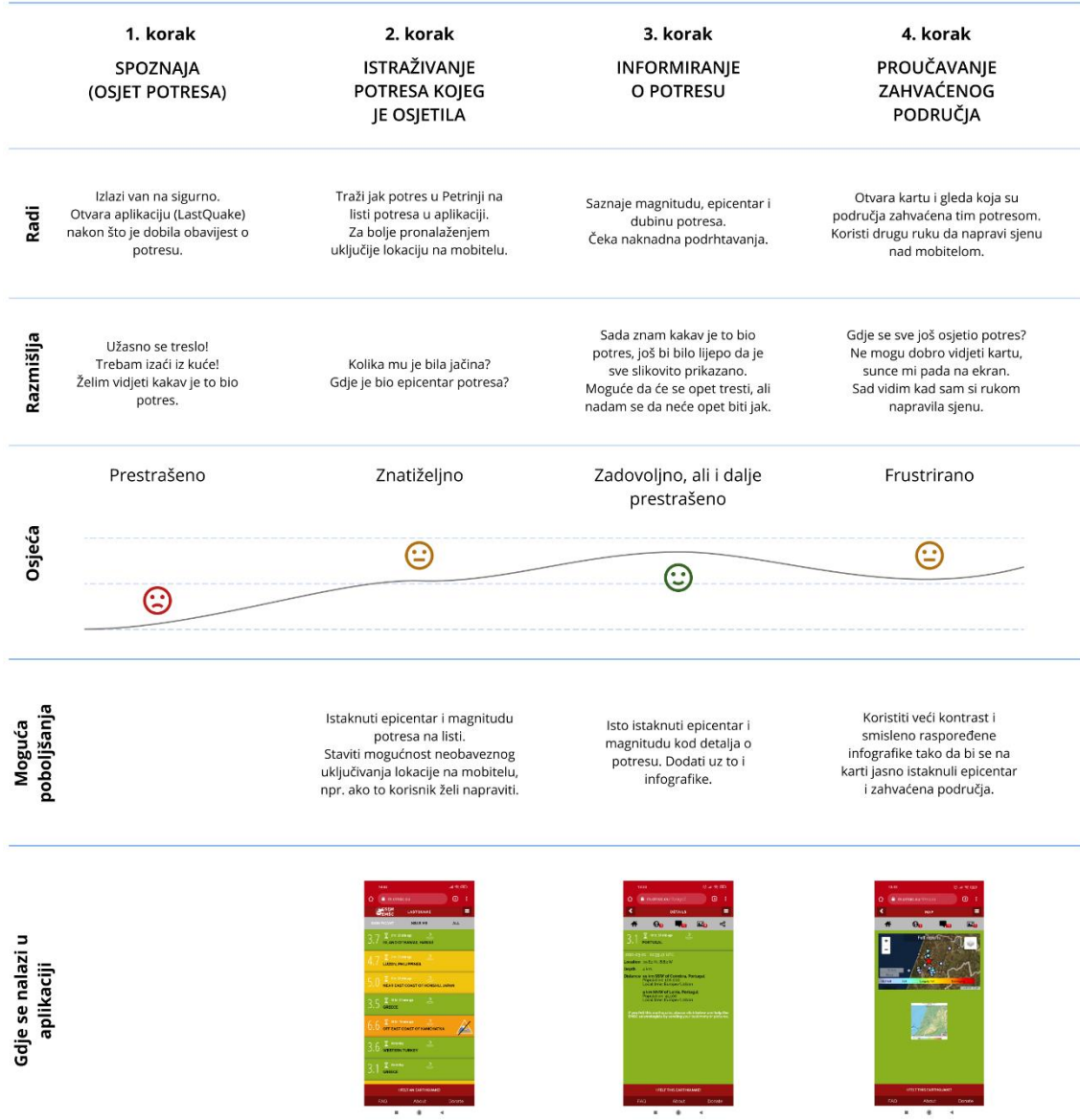
U tzv. mapi korisnikovog putovanja kroz (en. *user journey map*) opisani su scenariji i ciljevi koji persone žele postići pri korištenju aplikacije za praćenje potresa (Slika 34 i 35). Također je opisano kako koriste aplikaciju, što razmišljaju i osjećaju dok je koriste, što vide na njoj te koja bi bila moguća poboljšanja pri dizajniranju aplikacije za praćenje potresa.



Larin user journey kroz aplikaciju za praćenje potresa

Scenarij i ciljevi:

Lara je osjetila potres u Petrinji i izašla je na otvoreni prostor da bi na sigurnom dočekala naknadna podrhtavanja. Tada je počela je koristiti aplikaciju za praćenje potresa te želi saznati epicentar i magnitudu potresa.






Slika 34: User journey prve persone kroz aplikaciju za praćenje potresa



Davorov user journey kroz aplikaciju za praćenje potresa

Scenarij i ciljevi:

Davor je osjetio jak potres u Zagrebu dok je boravio kod roditelja u Dobovi. Želi saznati kolika je bila magnituda tog potresa i gdje je bio epicentar. Također želi saznati jesu li njegovi bližnji osjetili potres te jesu li dobro.

	1. korak SPOZNAJA (OSJET POTRESA)	2. korak ISTRAŽIVANJE POTRESA KOJEG JE OSJETILA	3. korak INFORMIRANJE O POTRESU	4. korak PROUČAVANJE ZAHVAĆENOG PODRUČJA
Radi	Otvora aplikaciju (LastQuake) nakon što je dobio obavijest o potresu.	Traži da li je bio potres u njegovoj blizini. Pronalazi potres u Zagrebu na listi, ali ne vidi sve potrebne podatke.	U detaljima potresa uspije vidjeti epicentar, ali i dalje ne vidi magnitudu.	Otvora kartu i gleda koja su područja zahvaćena tim potresom. Može vidjeti koja su zahvaćena područja, ali ovaj put ne vidi epicentar potresa. Kako dobar dio informacija ne vidi, odustaje od aplikacije.
Razmišlja	Osjetio sam da se treslo. Idem provjeriti da li je bio stvarno potres.	Vidim da je bio potres u Zagrebu. Ali ne vidim njegovu magnitudu. Nadam se da ću to saznati kad dodirnem na taj potres. Uostalom, po čemu se ovaj razlikuje od drugih potresa?	Da li su moji bližnji osjetili potres? Jesu li oni dobro? Kolika je magnituda? Opet ne vidim gdje to piše! Da se bar to može grafički prikazati.	Idem vidjeti na karti gdje se sve osjetio potres (mogao sam do karte doći i u mane koraka). Vidim da su i moji bližnji osjetili potres, ali gdje je epicentar? Idem koristiti drugu aplikaciju za potrese jer ovdje pola toga ne vidim.
Osjeća	Iznenadaeno	Nakratko zadovoljno, pa razočarano	Razočarano	Frustrirano
Moguća poboljšanja		Koristiti dovoljno velik kontrast između elemenata i pozadine za bolju preglednost. Koristiti druge indikacije za prikaz informacija osim boja.	Kombinirati grafički prikaz informacija uz tekstualni, npr. naznačiti razliku u magnitudi pomoću infografike.	Istaknuti epicentar na karti tako da se može razlikovati od pozadine. Jednostavnije označiti zahvaćena područja, npr. veliki, jasno istaknuti krug oko epicentra. Omogućiti da se u što manje koraka dođe do željene destinacije.
Gdje se nalazi u aplikaciji				

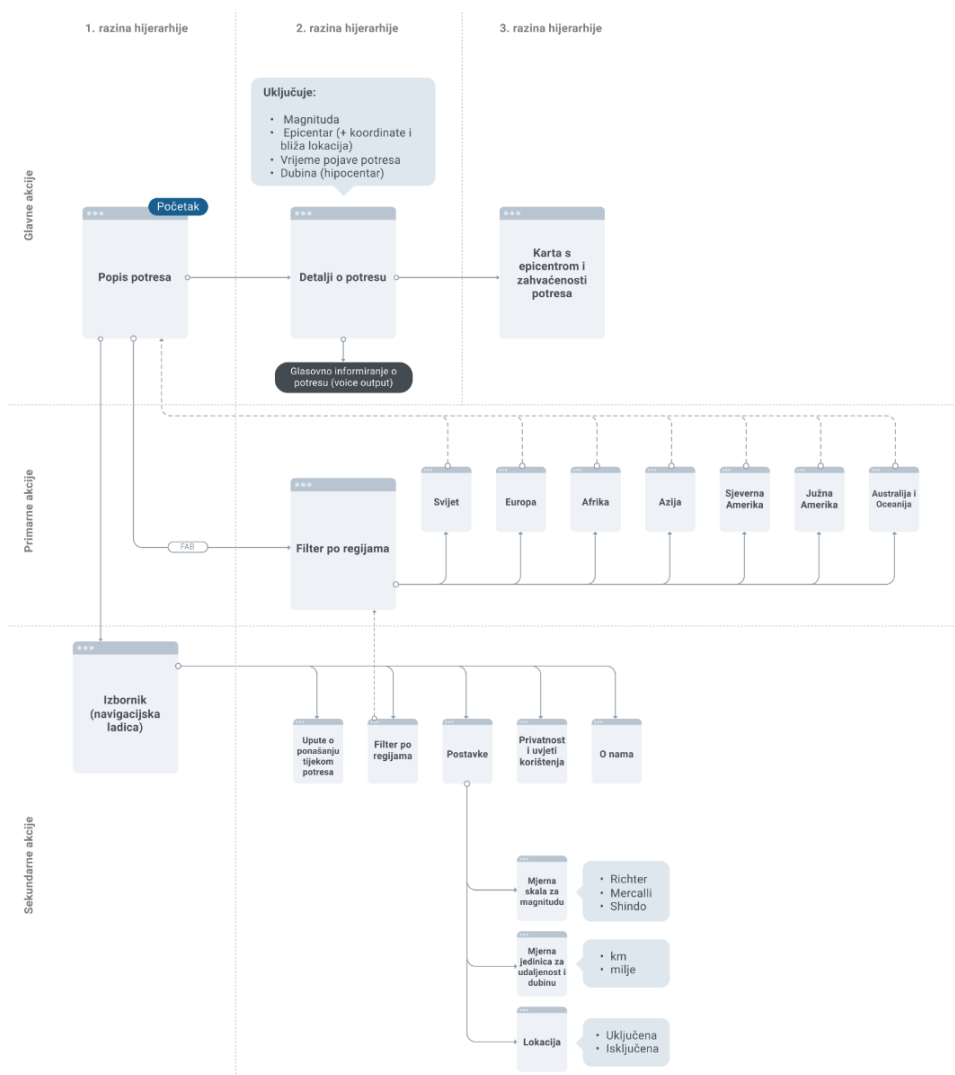
Slika 35: User journey druge persone kroz aplikaciju za praćenje potresa

3.3.4. Mapiranje korisnikovog kretanja kroz aplikaciju (en. userflow) i izrada žičanih prikaza (en. wireframes)

Nakon istraživanja korisnika i analize dobivenih podataka slijedila je mapiranje korisnikovog kretanja kroz aplikaciju (Slika 36). Tu se odredila hijerarhija pojedinih

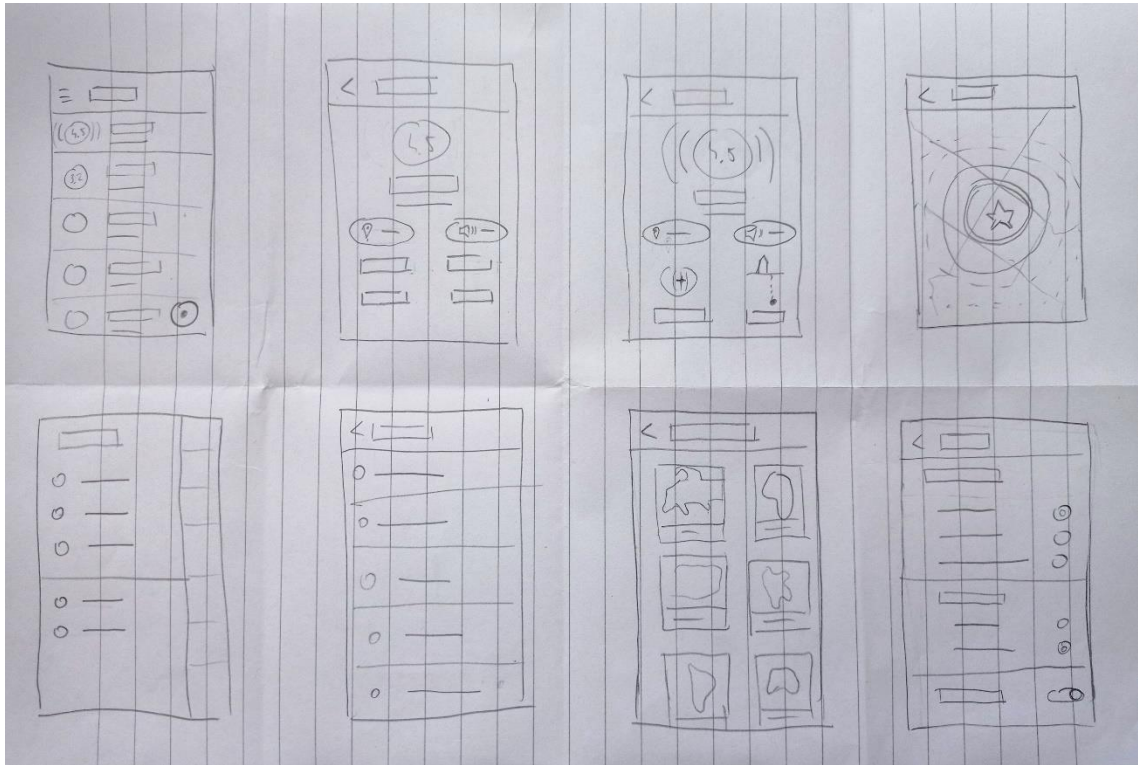
informacija koja bi sadržala aplikacija za praćenje potresa na dva načina. Prvi način je određivanje hijerarhije na osnovu najvažnijih informacija za korisnike. Informacije se tu dijele na glavne akcije (popis potresa, detalji o potresu te karta s epicentrom i zahvaćenosti potresa), primarne akcije (filter po regijama) i sekundarne akcije (izbornik s akcijama: „Upute o ponašanju tijekom potresa“, „Filter po regijama“, „Postavke“, „Privatnost i uvjeti korištenja“ te „O nama“). Drugi način je određivanje hijerarhije po razinama, odnosno kako će se korisnik kretati po aplikaciji. Tu se akcije dijele na prvu (popis potresa i izbornik), drugu (detalji o potresu, filter po regijama i sve akcije s izbornika) i treću razinu (karta s epicentrom i zahvaćenosti potresa).

Sve te informacije i akcije povezane su tako da se do njih u aplikaciji dolazi na smislen i korisnicima logičan način, uzimajući u obzir da put do destinacije ne bude kompliciran.



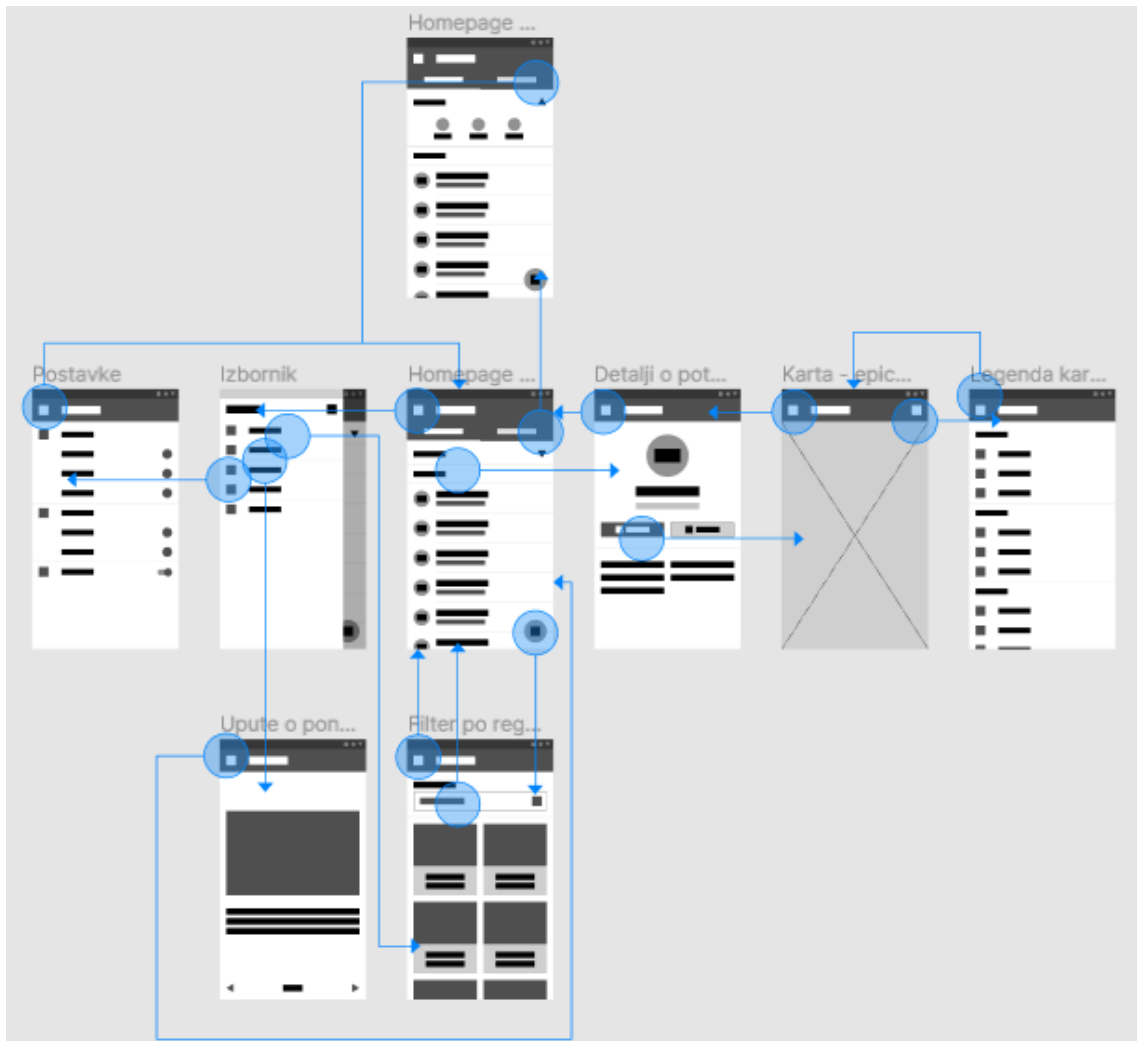
Slika 36: Userflow aplikacije za praćenje potresa

Prije izrade žičanih prikaza skicirane su ideje za dizajn pojedinih zaslona aplikacije za praćenje potresa metodom „ludih osmica“ (*Crazy Eights*). U toj metodi nakon savijanja papira na osam dijelova, u osam minuta nacrtano je osam grubih skica – različitih pristupa izgleda sučelja koji bi se mogli koristiti za daljnji proces dizajna aplikacije (Slika 37).



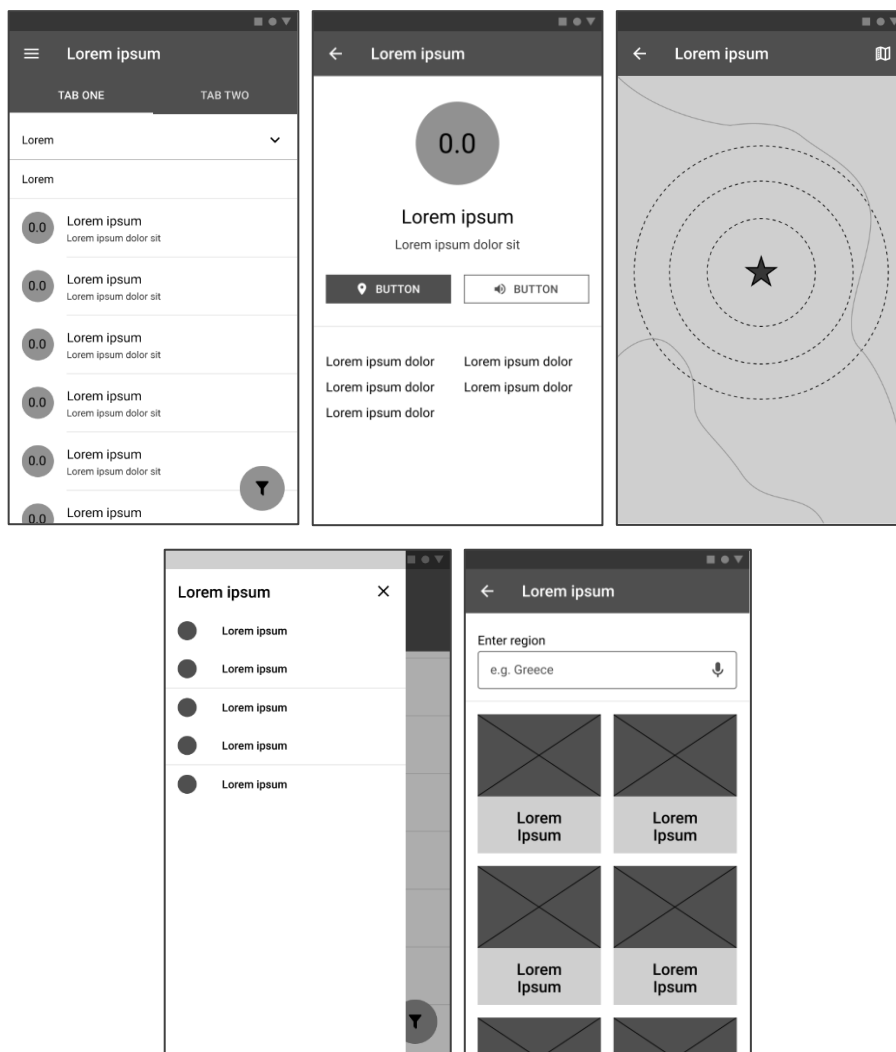
Slika 37: Ideje za zaslone aplikacije za praćenje potresa skicirane na papir metodom „ludih osmica“

Nakon skiciranja ideja za zaslone na papir, slijedila je izrada žičanih prikaza. Prvo je izrađen žičani prikaz niske razine vjernosti (Slika 38) koji se sastojao samo od grubih oblika koje čine komponente aplikacije u nijansama sive. Nijanse sive, odnosno svjetline su odabrane prema kriteriju adekvatnog međusobnog kontrasta kako bi podaci bili pregledni osobama sa smetnjama kolornog vida (npr. kontrast između teksta ili ikone i pozadine). Taj kontrast bi se zadržao kada bi se nijanse sive kasnije zamijenile bojama.



Slika 38: Žičani prikaz niske razine vjernosti (*wireflow*) aplikacije za praćenje potresa

Iz žičanog prikaza niske razine vjernosti izrađen je žičani prikaz srednje razine vjernosti gdje su crni, tamnosivi i bijeli pravokutnici koja označavaju mjesta za tekstualne informacije zamijenjene brojevima i tekстом „Lorem ipsum“ koji se popularno koristi u dizajnu u ulozi privremenog teksta koji će kasnije biti zamijenjen pravim informacijama (Slika 39). Također, umjesto jednostavne oznake pozicije za ikone, postavljene su ikone sa relevantnim značenjem, poput tzv. „hamburger“ izbornika, strelica za povratak, ikona filtera i sl. Ikone čiji izgled bi varirao u komponentama, npr. ikone u popisu akcija u postavkama, zamijenjene su krugovima. Na karti je dodana oznaka za epicentar i koncentrične kružnice koje označavaju zahvaćenost potresa.

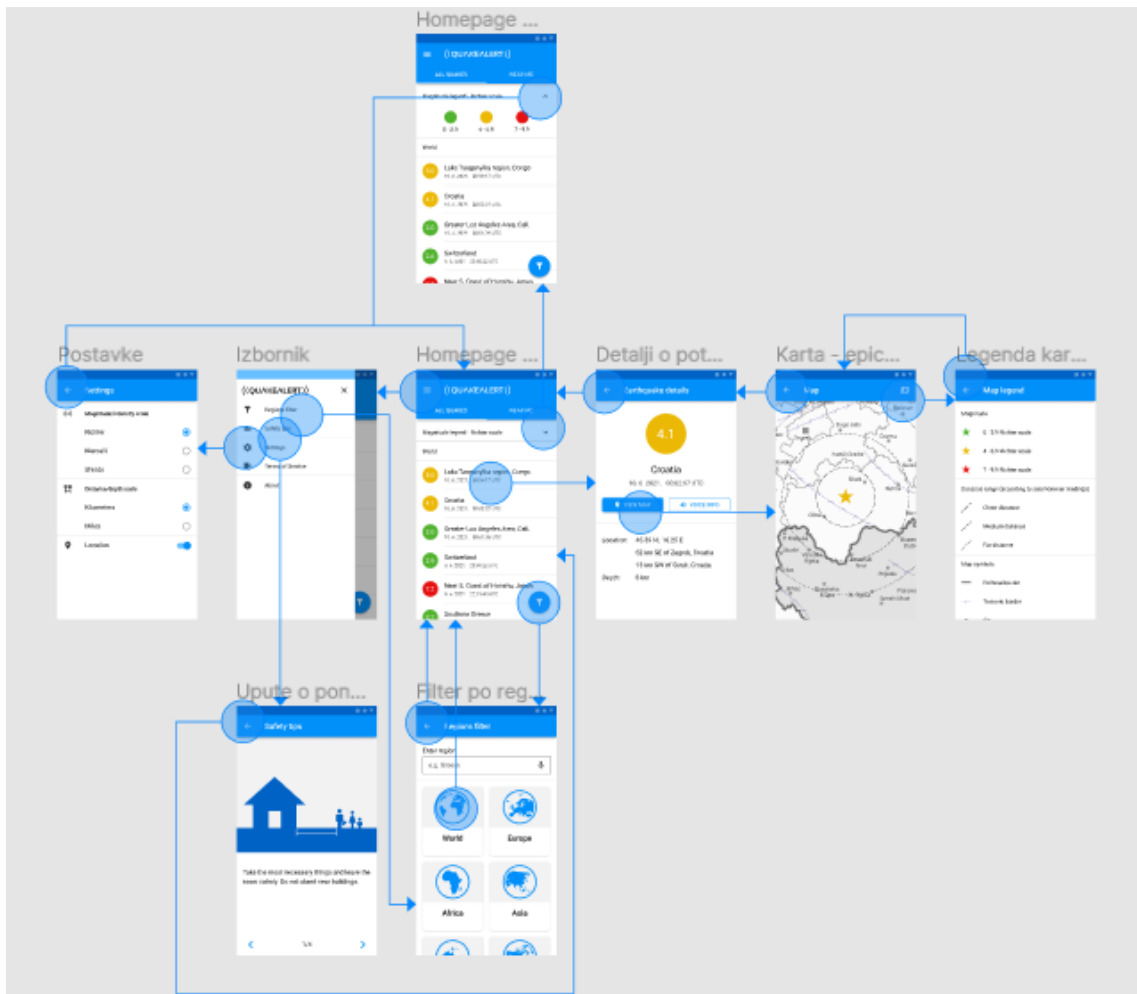


Slika 39: Neki zasloni žičanog prikaza srednje razine vjernosti

Iz žičanog prikaza srednje razine vjernosti izrađen je žičani prikaz visoke razine vjernosti (Slika 40) gdje su komponentama dodane boje, gornjoj aplikacijskoj traci na početnom zaslonu i izborniku dodan logo, kartice i gumbi su poprimili konačan oblik, krugovi su zamijenjeni pripadajućim ikonama te je privremeni tekst „Lorem ipsum“ zamijenjen konačnim tekstom poput informacija o potresima, nazivima destinacija i sl. Iza oznake za epicentar, kojoj je dodana boja, i one za zahvaćenost potresa dodana je jednostavna karta s gradovima te vizualno različito označenim političkim i tektonskim granicama, bez prikaza reljefa.

S obzirom na hipotezu o odabiru paleta boja i dodavanju slikovnih i tekstualnih oznaka uz boje, izrađeno je pet različitih prototipova za svaki dizajn, inače pet varijanti žičanih

prikaza visoke razine vjernosti. O njima i opširnije o dizajnu aplikacija za praćenje potresa opisano je u idućem poglavlju.



Slika 40: Žičani prikaz visoke razine vjernosti (*wireflow*) prve verzije aplikacije za praćenje potresa

3.3.5. Vizualne odrednice identiteta aplikacije

Izrađena aplikacija za praćenje potresa nazvana je QuakeAlert (Slika 41). Platforma aplikacije je hibridna (nativna, a može biti i temeljena na *webu*), a njena domena su vijesti specifične za potrese.

Aplikacija QuakeAlert daje korisnicima informacije o potresima koje su osjetili, kao što su magnituda, epicentar i zahvaćenost potresa. Njen ton je formalan i komunicira s korisnikom kao stručnjakom, odnosno seizmologom. Aplikaciju bi koristili svi ljudi koji se nalaze na (potencijalno) potresno pogođenim područjima.



((QUAKEALERT))

Slika 41: Logotip aplikacije QuakeAlert

Po dizajnu, zadržavajući dobro korisničko iskustvo kod korisnika s normalnim vidom, pristupačna je i osobama sa smetnjama kolornog vida. Pristupačnosti se temelji na odabiru paleta boja, kontrastu između elemenata i postavljanju drugih grafičkih oznaka uz određene informacije u svrhu bolje interpretacije sadržaja, posebno kod prikaza epicentra, jačine i zahvaćenosti potresa.

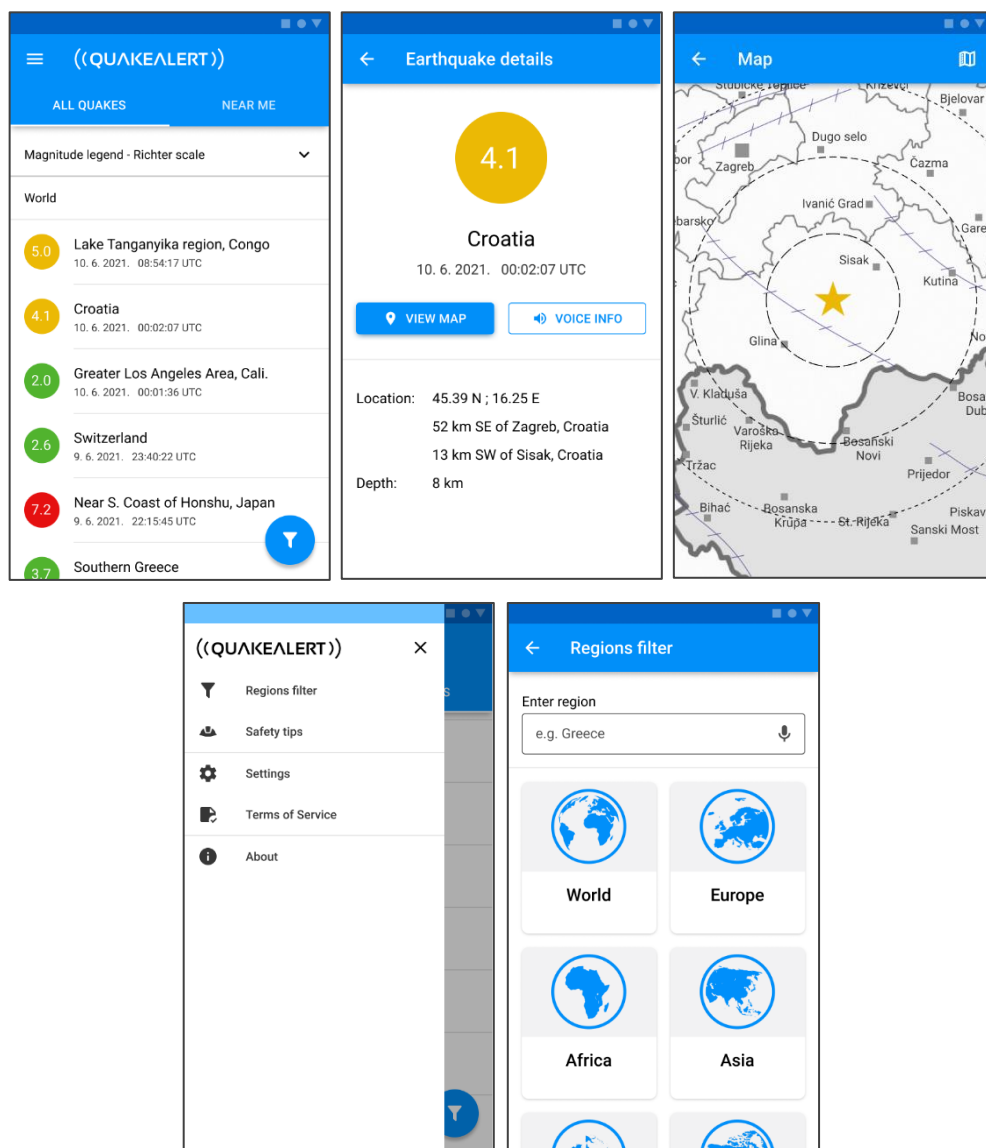
Dizajn komponenti za QuakeAlert izrađen je po smjernicama Material Designa [72]. Primarna boja za ovu aplikaciju je plava iz više razloga: najmanje utječe na preglednost kod osoba sa smetnjama kolornog vida te je povezana sa sigurnosti, zaštitom i smirenošću. Drugim riječima, ta boja može imati umirujuće djelovanje koje bi moglo djelovati na korisnike koji su uznemireni od pojave potresa. U ovoj aplikaciji su se za manje ilustracije najviše koristio element vala (u obliku koncentričnih kružnica, polukrugova i jednostavnih seizmičkih valova) jer to najviše podsjeća na potrese. Takve ilustracije su korištene za logotip i označavanje kategorija magnituda. Sve te ideje i inspiracije postavljene su na *moodboard* (Slika 42) koji se koristio u procesu dizajna aplikacije za praćenje potresa.



Slika 42: Moodboard za aplikaciju za praćenje potresa QuakeAlert

Za ovu aplikaciju izrađeno je pet različitih prototipova dizajna korisničkog sučelja s obzirom na način prilagodbe osobama sa smetnjama kolornog vida. Prva verzija dizajna nema prilagodbe, druga verzija je prilagođena samo izmjenama u paleti boja, a treća, četvrta i peta verzija ima dodane slikovne i tekstualne oznake za razlikovanje informacija uz boje.

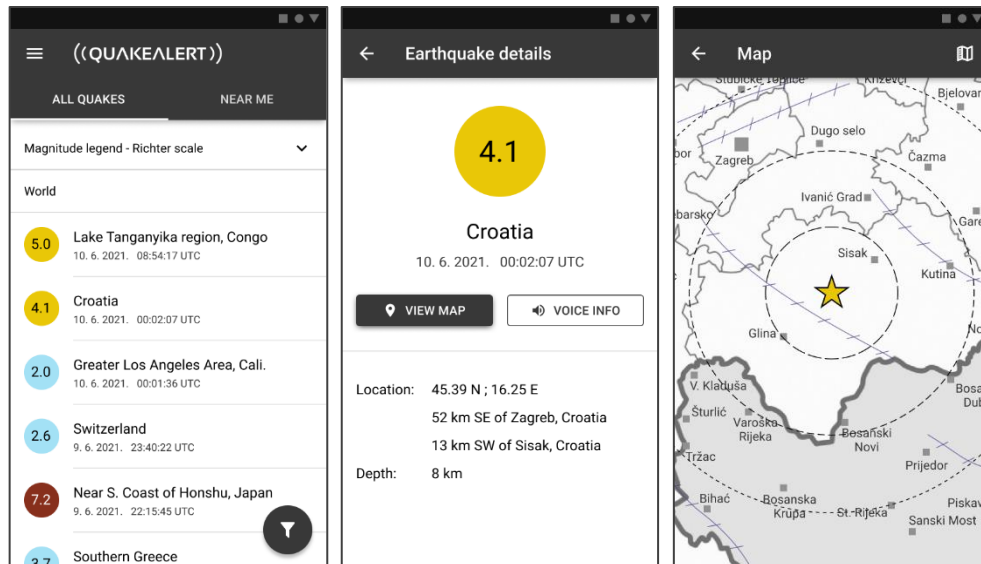
Prva verzija dizajna aplikacije (Slika 43) nije prilagođena osobama sa smetnjama kolornog vida, stoga se u njoj paleti boja nalaze se zelena (slabi potresi), žuta (potresi srednje jačine) i crvena (jaki potresi) koje su korištene za kategoriziranje potresa i kao pozadina ispod podataka o magnitudi. Kao primarna boja korištena je plava. Također, kategorije potresa označene su isključivo bojama uz magnitudu, bez slikovnih oznaka. Na bijelim pozadinama nalazi se crni i tamnosivi tekst, a na svim obojenim pozadinama bijeli tekst da se zadrži konzistentnost. Na karti je za oznaku epicentra korištena zvijezda u boji i bez obruba, kojom je kategoriziran pripadajući potres, a oko epicentra se nalaze tri isprekidane koncentrične kružnice koje svojom udaljenošću od epicentra označavaju zahvaćenost i jačinu osjeta potresa na određenim područjima. Kartice u opcijama filtriranja potresa po regijama sadrže kontinente unutar kružnice u primarnoj plavoj boji.



Slika 43: Zasloni prve verzije aplikacije QuakeAlert

Druga verzija prototipa sadrži prilagodbu za osobe sa smetnjama kolornog vida s obzirom na paletu boja te ona po primarnoj boji odstupa od ostalih verzija, tj. umjesto plave boje je korištena tamnosiva. Za kategoriziranje potresa korištena je svjetloplava (slabi potresi), žuta (potresi srednje jačine) i tamnocrvena boja (jaki potresi). Kao i kod prve verzije, nema drugih slikovnih ili tekstualnih oznaka za kategoriziranje potresa osim boja. Kod označavanja magnituda na početnom zaslonu i na detaljima o potresu, tekst magnitude je za slabe i srednje jake potrese crne boje, a za jake potrese bijele boje što daje jači dojam razlike u jačini pojedinih potresa. Na karti je za oznaku epicentra korištena zvijezda u

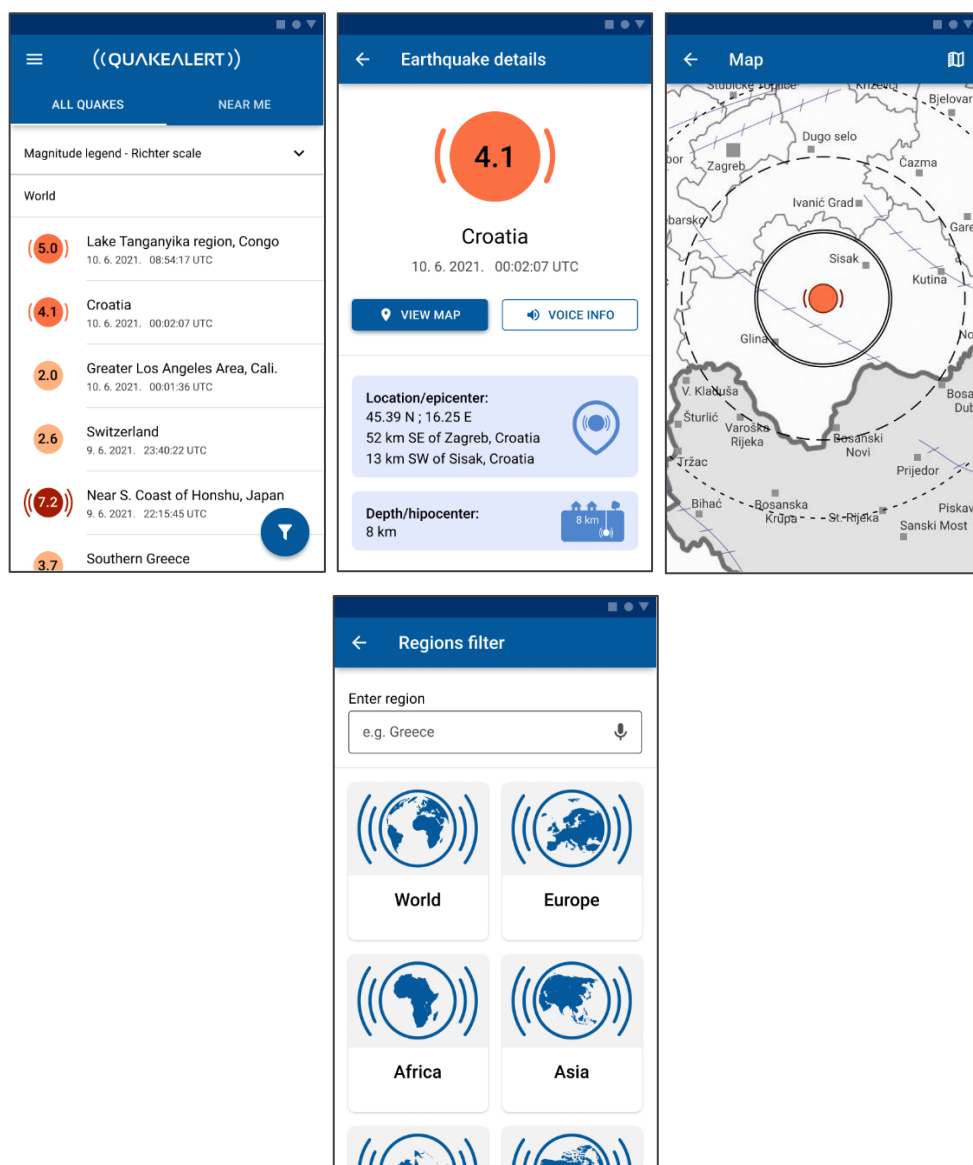
pripadajućoj boji po jačini potresa s obrubom da se bolje istakne od karte, a oko epicentra se nalaze tri isprekidane koncentrične kružnice čije se crte razlikuju u duljini: što su crte dulje, to je zahvaćenost bliža epicentru i na tim područjima se jače osjetio potres.



Slika 44: Zasloni druge verzije aplikacije QuakeAlert

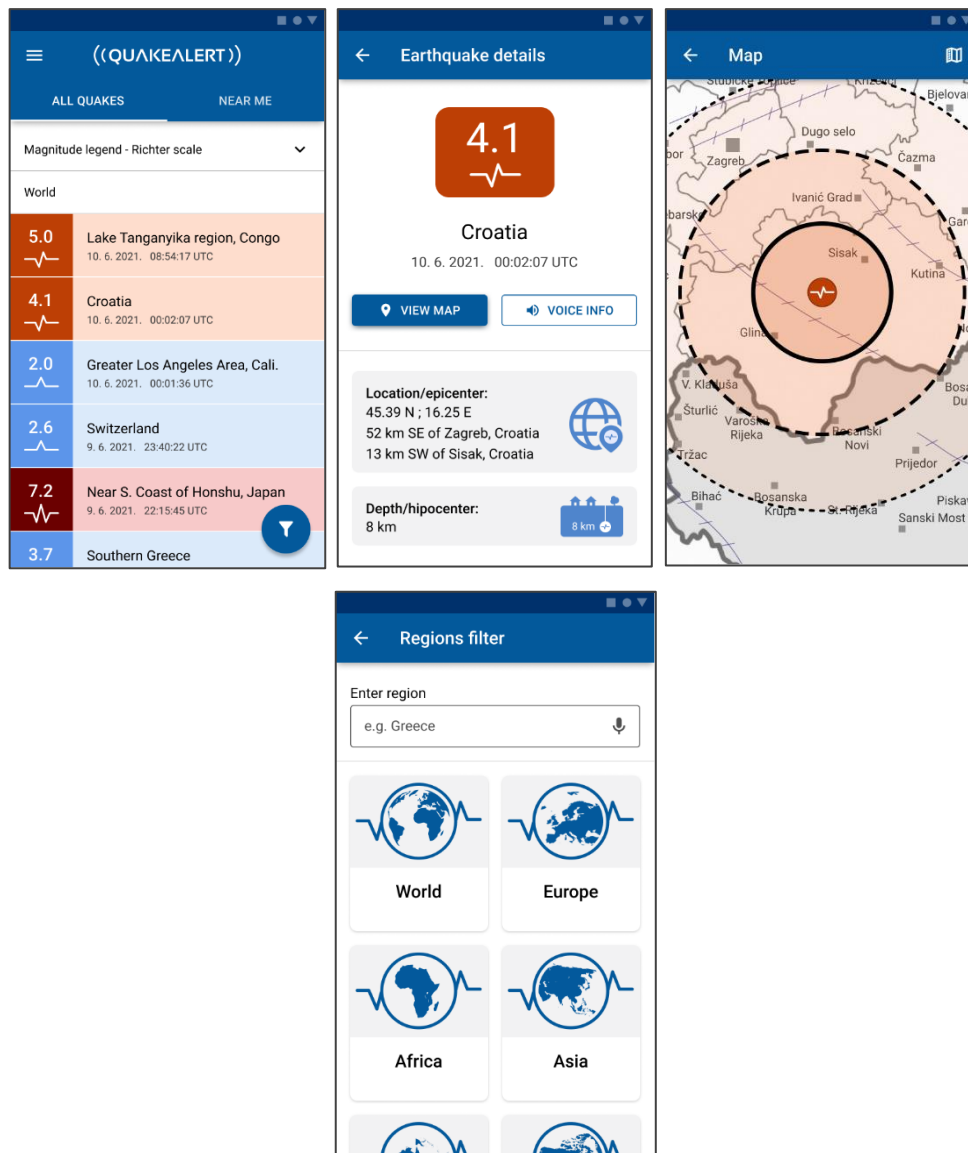
Treća verzija dizajna aplikacije QuakeAlert je prva koja ima prilagodbu za osobe sa smetnjama kolornog vida po kontrastu i slikovnim oznakama za razlikovanje podataka. Primarna boja ove verzije je tamnija nijansa plave u odnosu na prvu verziju dizajna kako bi se povećao kontrast između bijelog teksta i ikona te pozadine. Za kategoriziranje potresa, korištene su nijanse crvenonarančaste koje se razlikuju po svjetlini, npr. najsvjetlija nijansa označava slabe potrese, a najtamnija nijansa jake potrese. Također uz boje su postavljeni koncentrični valovi za lakše razlikovanje potresa po jačini, osobito osobama sa smetnjama kolornog vida. Primjerice, elementi s podatkom o magnitudi bez valova označava slabe potrese, elementi s valovima u jednom redu označava potrese srednje jačine, a elementi s valovima u dva reda označava jake potrese. U detaljnijim prikazima o određenom potresu lokacija i dubina potresa prikazani su unutar kartica s dodanim infografikama u jednakom stilu kao ostali vizualni elementi u ovoj verziji dizajna kako bi pomogle korisnicima za lakšu vizualizaciju podataka. Za lokaciju je prikazana ikona lokacije s krugom i koncentričnim valovima, a za dubinu potresa tlo s linijom za prikaz duljine s krugom i koncentričnim valovima na kraju te je sa strane ispisana vrijednost za dubinu potresa. Te infografike postavljene su kako bi korisnici

lakše percipirali značenje tih podataka. Na karti je za oznaku epicentra korišten krug s tamnijim obrubom koji, s obzirom na jačinu potresa, sadrži određeni broj valova (dakle, slikovne oznake za razlikovanje potresa po jačini su po dizajnu gotovo identične s onima na početnom zaslonu i zaslonu s detaljnijim podacima o potresu), a oko njega su postavljene sljedeće oznake: kružnica s dvije crte za bližu zahvaćenost, isprekidana kružnica s duljim crtama za srednju zahvaćenost i isprekidana kružnica s kraćim crtama za daleku zahvaćenost potresa. Kartice u opcijama filtriranja potresa po regijama sadrže kontinente unutar kružnice s istim stilom izvedbe valova koje se pojavljuju za označavanje magnitude, u primarnoj plavoj boji.



Slika 45: Zasloni treće verzije aplikacije QuakeAlert

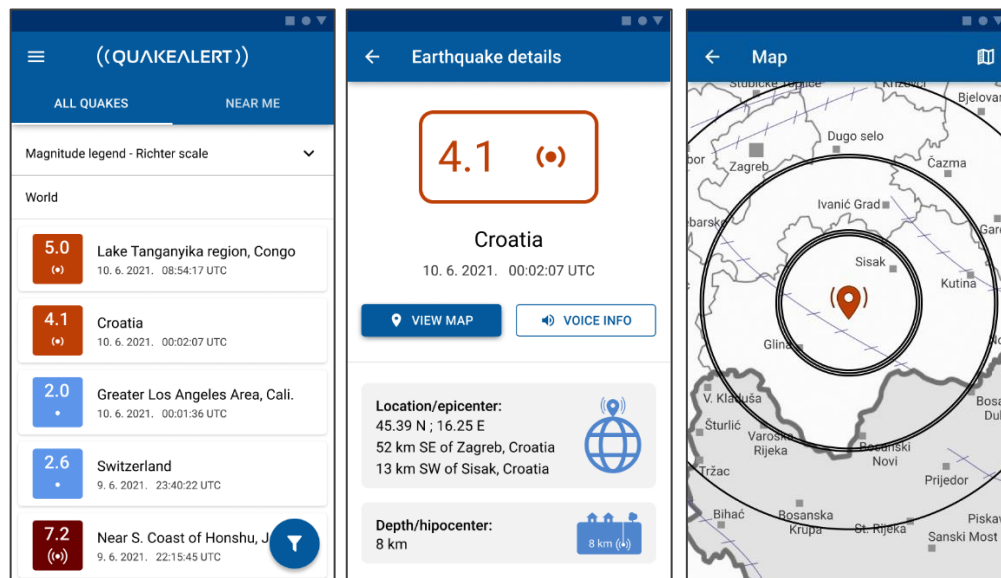
Četvrta verzija dizajna druga je s prilagodbom za osobe sa smetnjama kolornog vida po principu kontrasta i prisustva slikovnih oznaka za razlikovanje podataka. Ova verzija ima jednaku primarnu boju kao treća verzija dizajna, a boje koje su se koristile za kategoriziranje potresa su sljedeće: plava (slabi potresi), narančasta (potresi srednje jačine) i tamnocrvena (jaki potresi). Da bi se zadržala konzistencija, svaka komponenta s podacima o magnitudi potresa sadrži tekst i piktogram bijele boje na obojenim pozadinama. Također, piktogrami u tim komponentama predstavljaju jednostavne seizmičke valove koje se međusobno razlikuju s obzirom na jačinu potresa. Npr. seizmički val s jednim brijegom označava slabe potrese, val s jednim dolom i brijegom označava potrese srednje jačine, a val s dva dola i jednim brijegom označava jake potrese. Pozadine svake komponente liste na početnom zaslonu obojene su svjetlijom nijansom njima pripadajuće boje za kategoriziranje potresa. Kartice s podacima o lokaciji i dubini potresa na zaslonu s detaljnijim informacijama o određenom potresu imaju gotovo identičan dizajn, koji se jedino razlikuje u načinu prikaza infografika. Unutar piktograma za lokaciju i krajnje oznake za dubinu potresa nalazi se seizmički val umjesto koncentričnih valova te je iza ikona za lokaciju dodan piktogram globusa. Na karti se nalazi oznaka za epicentar u obliku kruga s tamnijim obrubom i unutar njega seizmičkim valovima koji su korišteni za označavanje jačine potresa. Za zahvaćenost potresa korištene su isprekidane koncentrične kružnice različitih debljina s obzirom na raspon zahvaćenosti (npr. najdeblje crte za bližu zahvaćenost, a najtanje za daleku). Također, unutar kružnica su područja transparentno obojena bojom ekvivalentnom onoj u oznaci epicentra. Transparentnost i svjetlina obojenih područja ovise o blizini zahvaćenosti potresa (najtransparentnija i najsvjetlija područja označavaju daleku zahvaćenost, a najtamnija područja s najvećim postotkom opaciteta označavaju bližu zahvaćenost). Kartice u filteru potresa po regijama sadrže kontinente unutar kružnice sa seizmičkim valovima u primarnoj plavoj boji.



Slika 46: Zaslone četvrte verzije aplikacije QuakeAlert

Peta verzija dizajna aplikacije QuakeAlert je treća s prilagodbom za osobe sa smetnjama kolornog vida po principu kontrasta i slikovnih oznaka za razlikovanje podataka. Primarna boja je ista kao kod treće i četvrte verzije, a boje za kategoriziranje potresa su iste kao kod četvrte verzije. Za razliku od ostalih verzija koje na početnom zaslonu imaju klasičan popis podataka o potresima, odnosno destinacija, ova verzija za popis potresa koristi niz kartica koje su lagano uzdignute od pozadine zaslona. Sama komponenta s podacima o magnitudi potresa je po dizajnu slična onoj iz četvrte verzije, jedino je umjesto seizmičkih valova korištena ikona s koncentričnim valovima. Ta ikona je slična oznakama za magnitudu kod treće verzije, samo što je krug manji i bijele je boje,

pozicioniran ispod vrijednosti magnituda u Richterima. U detaljnijim prikazima o određenom potresu lokacija i dubina potresa prikazani su unutar kartica s infografikama; kod lokacije je prikazan globus s ikonom lokacije na vrhu tako da ta ikona ima sa strane koncentrične valove, a kod dubine potresa prikazana je slična infografika kao kod treće verzije, samo što je krug na kraju linije manji. Na karti je za oznaku epicentra postavljena ikona lokacije s onolikim brojem koncentričnih valova kolika je jačina tog potresa, uz to prateći odgovarajuće boje. Za zahvaćenost potresa korištene su sljedeće oznake: kružnica s tri linije za bližu zahvaćenost, kružnica s dvije linije za srednju zahvaćenost i ona s jednom linijom za daleku zahvaćenost potresa. Kartice za filtriranje potresa po regiji jednake su onima kao kod treće verzije dizajna aplikacije.



Slika 47: Zasloni četvrte verzije aplikacije QuakeAlert

3.3.6. Ispitivanje preferencija izgleda komponenti između 3., 4. i 5. verzije dizajna aplikacije

U cilju redukcije broja varijanti dizajna koje će se koristiti u glavnom istraživanju, po završetku kreiranja prikaza visoke razine vjernosti, iz posljednjih triju verzija dizajna aplikacije za praćenje potresa izvučene su pojedine komponente, infografike i palete boja koje su se koristile za ispitivanje preferencija. Ispitivanje preferencija je bilo formirano u obliku upitnika koji sadrži devet pitanja s ponuđenim komponentama, infografikama i paletama boja.




Sudionici su trebali odabrati komponente, infografike i palete boja koje bi po njihovim mišljenjima najviše odgovarale aplikaciji za praćenje potresa. Od komponenti aplikacije za anketu su odabrani različiti dizajni lista, odnosno popisa potresa, ikona, indikacija za razlikovanje potresa po magnitudi, oznaka epicentra i zahvaćenosti potresa na karti, piktograma za lokaciju i dubinu potresa te piktograma za filtriranje po regijama.

Ovu anketu riješilo je 24 sudionika. Iz ispitivanja se saznalo da su sudionicima odgovarale oznake za kategoriziranje po magnitudi, paleta boja, piktogram za lokaciju potresa i filtriranje po regijama te oznake za epicentar na karti iz treće verzije aplikacije. Također, najviše su preferirali dizajn popisa potresa na početnom zaslonu, oznake za zahvaćenost potresa na karti i oznake za kategoriziranje po magnitudi koji se nalazi na zaslonu s detaljnijim informacijama o nekom potresu iz četvrte verzije aplikacije, a od piktograma za dubinu potresa sudionicima najviše im je odgovarala ona iz pete verzije.

Na osnovu rezultata odabrana je treća verzija prototipa za glavno istraživanje, pošto su ispitanici iz te verzije odabrali najviše komponenti. Ona je dodatno modificirana tako da su joj implementirane komponente iz drugih verzija prototipa koje su ispitanici najviše preferirali (Slika 48).

U nastavku je priložene tablice s komponentama i rezultatima ispitivanja preferencije (Tablica 1-9). Komponente s podebljanim rezultatima su one koje su implementirane u prototip za glavno istraživanje.




Tablica 1: Rezultati ispitivanja preferencija ikona za kategoriziranje potresa

Komponente	Rezultati ispitivanja preferencija
<p>Magnitude legend - Richter scale ^</p>  <p>0 - 3.9 4 - 6.9 7 - 9.9</p>	37.5%
<p>Magnitude legend - Richter scale ^</p>  <p>0 - 3.9 4 - 6.9 7 - 9.9</p>	29.2%
<p>Magnitude legend - Richter scale ^</p>  <p>0 - 3.9 4 - 6.9 7 - 9.9</p>	33.3%



Tablica 2: Rezultati ispitivanja preferencija dizajna popisa potresa

Komponente	Rezultati ispitivanja preferencija
 <p>2.6 Switzerland 9. 6. 2021. 23:40:22 UTC</p> <p>4.1 Croatia 10. 6. 2021. 00:02:07 UTC</p> <p>7.2 Near S. Coast of Honshu, Japan 9. 6. 2021. 22:15:45 UTC</p>	37.5%
 <p>2.6 Switzerland 9. 6. 2021. 23:40:22 UTC</p> <p>4.1 Croatia 10. 6. 2021. 00:02:07 UTC</p> <p>7.2 Near S. Coast of Honshu, Japan 9. 6. 2021. 22:15:45 UTC</p>	54.2%
 <p>2.6 Switzerland 9. 6. 2021. 23:40:22 UTC</p> <p>4.1 Croatia 10. 6. 2021. 00:02:07 UTC</p> <p>7.2 Near S. Coast of Honshu, Japan 9. 6. 2021. 22:15:45 UTC</p>	8.3%




Tablica 3: Rezultati ispitivanja preferencija infografika za kategoriziranje potresa

Komponente	Rezultati ispitivanja preferencija
 <p>2.6 (4.1) ((7.2))</p>	29.2%
 <p>2.6 4.1 7.2</p>	45.8%
 <p>2.6 • 4.1 (•) 7.2 (••)</p>	25%

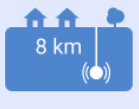

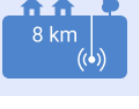
Tablica 4: Rezultati ispitivanja preferencija paleta boja za kategoriziranje potresa

Paleta boja	Rezultati ispitivanja preferencija
 <p>Slabi potres Srednji potres Jaki potres</p>	66.7%
 <p>Slabi potres Srednji potres Jaki potres</p>	33.3%


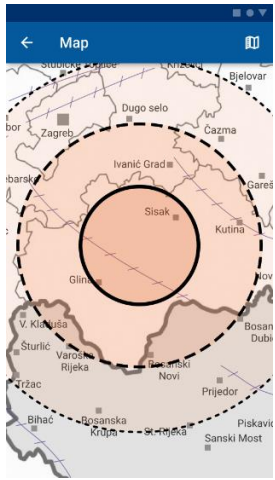

Tablica 5: Rezultati ispitivanja preferencija piktograma uz podatke o lokaciji potresa

Komponente	Rezultati ispitivanja preferencija
<p>Location/epicenter: 45.39 N ; 16.25 E 52 km SE of Zagreb, Croatia 13 km SW of Sisak, Croatia</p> 	41.7%
<p>Location/epicenter: 45.39 N ; 16.25 E 52 km SE of Zagreb, Croatia 13 km SW of Sisak, Croatia</p> 	25%
<p>Location/epicenter: 45.39 N ; 16.25 E 52 km SE of Zagreb, Croatia 13 km SW of Sisak, Croatia</p> 	33.3%




Tablica 6: Rezultati ispitivanja preferencija piktoograma uz podatke o dubini potresa

Komponente	Rezultati ispitivanja preferencija
Depth/hipocenter: 8 km 	33.3%
Depth/hipocenter: 8 km 	20.8%
Depth/hipocenter: 8 km 	45.8%

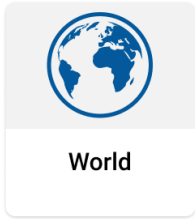
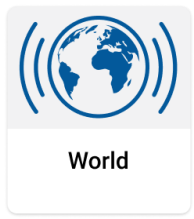

Tablica 7: Rezultati ispitivanja preferencija prikaza zahvaćenosti potresa na karti

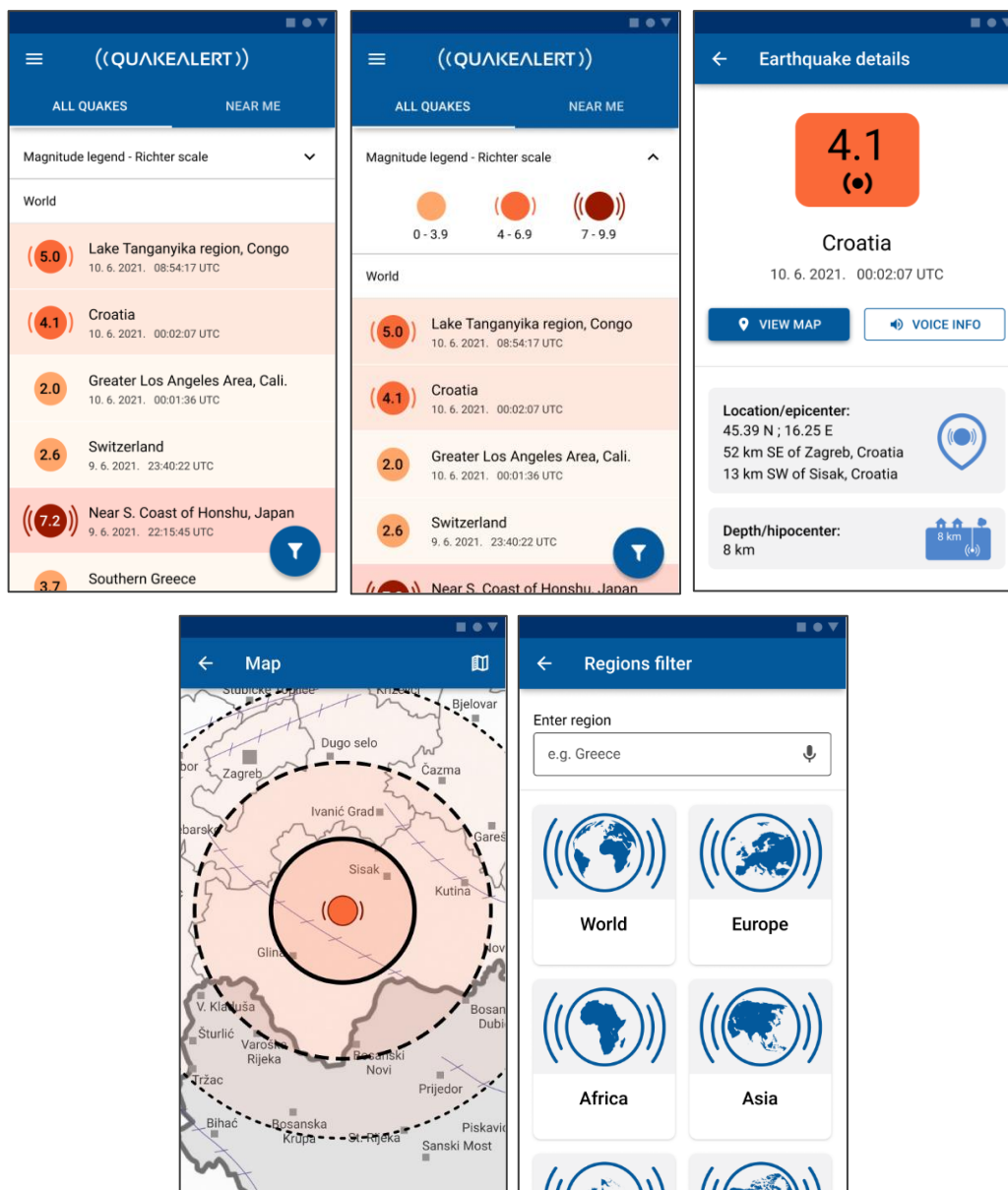
Komponente			
Rezultati ispitivanja preferencije	4.2%	95.8%	0%

Tablica 8: Rezultati ispitivanja preferencija oznaka za epicentar na karti

Komponente	Rezultati ispitivanja preferencija
	<p>58.3%</p>
	<p>16.7%</p>
	<p>25%</p>

Tablica 9: Rezultati ispitivanja preferencija piktoograma za filtriranje potresa po regijama

Komponente	 <p>World</p>	 <p>World</p>	 <p>World</p>
Rezultati ispitivanja preferencije	<p>20.8%</p>	<p>58.3%</p>	<p>20.8%</p>



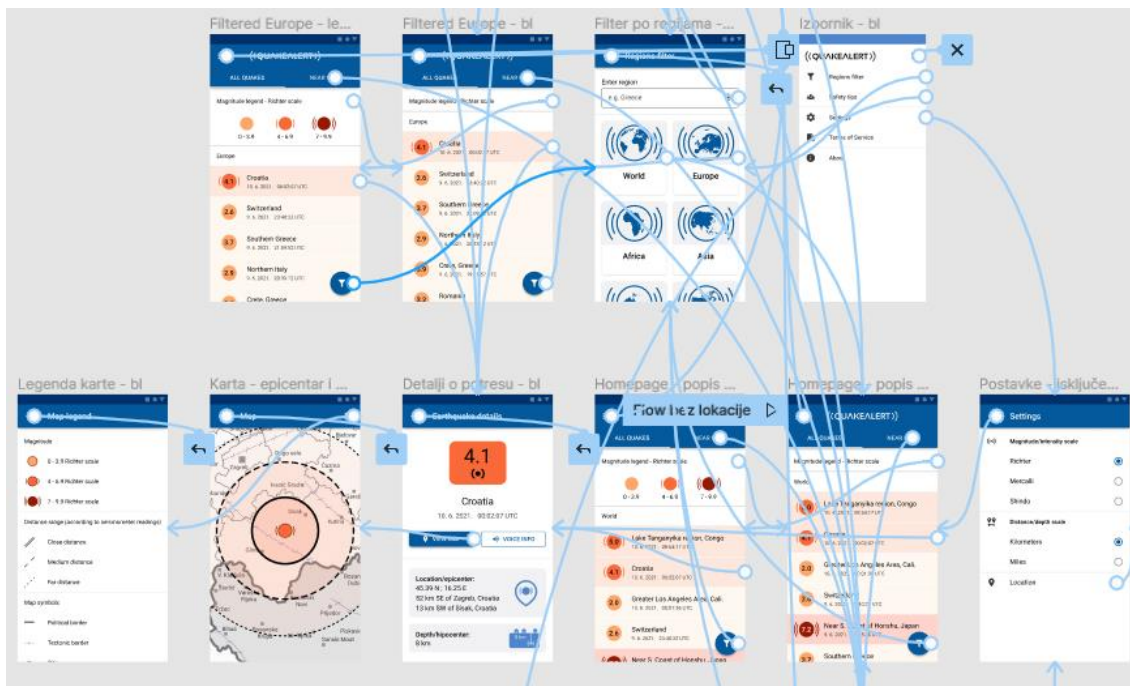
Slika 48: Zasloni modificirane verzije aplikacije za glavno istraživanje

3.3.7. Izrada prototipova za provedbu glavnog istraživanja

Nakon izrade žičanih prikaza visoke razine vjernosti i provođenja ispitivanja preferencija izrađeni su prototipi prve dvije verzije te formirane verzije aplikacije po rezultatima ankete. Zasloni su međusobno povezani u smislenim tokovima tako da se nad prototipom može vršiti interakcija, bilo na računalu ili na pametnom telefonu.

Početni zaslon aplikacije za praćenje potresa QuakeAlert sadrži popis potresa koji su se dogodili u cijelom svijetu. Ako se dodirne na legendu kategorije potresa s obzirom na magnitudu po Richterovoj ljestvici, komponenta se proširuje i prikazuje tri kategorije

potresa po jačini (slabi potresi: 0 – 3.9; potresi srednje jačine: 4 – 6.9; jaki potresi: 7 – 9.9) koje se razlikuju po bojama i grafičkim indikacijama. Kada se dodirne na jedan od potresa na popisu, aplikacija prikazuje detaljnije podatke o odabranom potresu kao što su magnituda, epicentar, vrijeme pojave potresa, geografska lokacija i dubina potresa. Nadalje, kada se dodirne na gumb za pregled karte prikazuje se karta s oznakom za epicentar i zahvaćenost potresa te gradovima, političkim i tektonskim granicama. Dodirom na ikonu legende karte, prikazuje se tumač pojedinih oznaka koje se nalaze na karti, odnosno njihovo značenje. Oznake za epicentar razlikuju se s obzirom na jačinu potresa na isti način kako su prikazane kategorije na popisu potresa na početnom zaslonu, a po udaljenosti od epicentra razlikuju se oznake za zahvaćenost potresa. Pomoću kartice korisnik može modificirati popis potresa tako da bira između svih potresa u svijetu ili onih koji su se dogodili blizu njega, pod uvjetom da ima uključenu lokaciju, inače dobije poruku da ju je potrebno uključiti. Ako korisnik želi pregledati potrese bez uključene lokacije, može ih filtrirati s obzirom na regije (kontinente) na kojoj se nalazi tako da dodirne na gumb za pozivanje na akciju. Kada odabere željenu regiju, pod tabom „All Quakes“ prikazuju se potresi koji su se dogodili na tom kontinentu (npr. u Europi) i oko njega. U zaslonu „Regions filter“ također može upisati željenu državu ili regiju pa mu se prikazuju samo potresi u toj regiji. Dodirom na „hamburger“ izbornik otvara se izbornik s pet destinacija: filter po regijama, sigurnosne upute za ponašanje nakon potresa (gdje vodi do kratkih uputa s infografikama što u takvim situacijama učiniti), postavke, uvjeti pružanja usluge i informacije o aplikaciji. U postavkama aplikacije korisnik može uključiti ili isključiti lokaciju te podesiti mjerne jedinice za jačinu potresa i duljinu (za udaljenost i dubinu potresa) (Slika 49).



Slika 49: Dio prototipa verzije aplikacije sastavljene po rezultatima ispitivanja preferencija

3.3.8. Test uporabljivosti različitih verzija aplikacije

U testu uporabljivosti testirane su prve dvije verzije te verzija aplikacije za praćenje potresa sastavljena od rezultata ispitivanja preferencija. U istraživanju je sudjelovalo ukupno 19 ispitanika: tri ispitanika po prototipu sudjelovali su u istraživanju bez simulacije poteškoća s kolornim vidom, dok je deset ispitanika (dva ispitanika za prvi prototip i četiri ispitanika za ostala dva prototipa) su ih ispitala s različitim simulacijama smetnji kolornog vida. Za svaki prototip ispitana je njegova preglednost, funkcionalnost i privlačnost.

Ispitanik je kod testa uporabljivosti koristio jedan od triju prototipova aplikacije. Svakom ispitaniku dan je scenarij u kojem su se nalazili i pomoću prototipova aplikacije trebali su izvršavati određene zadatke. Scenarij je bio da su korisnici osjetili jači potres koji se dogodio u Hrvatskoj i da trebaju pomoću aplikacije za praćenje potresa QuakeAlert saznati njegovu magnitudu, epicentar, dubinu i zahvaćenost. Drugim riječima, test uporabljivosti sadržao je tri zadatka koji su ispitanici trebali riješiti: pronaći najjači potres u Hrvatskoj, pročitati bitne podatke o njemu i pomoću karte iščitati epicentar i zahvaćenost potresa. Tijekom izvršavanja zadataka korisnici su govorili što rade, vide te su izražavali svoja zadovoljstva, odnosno nezadovoljstva.

Nakon što su izvršili zadatke, korisnici su proučavali korisnička sučelja onih prototipova koje nisu koristili u testu uporabljivosti u svrhu subjektivne usporedbe korisničkog iskustva. Korisnicima su potom distribuirani standardizirani upitnici pomoću kojih su ocijenili svaki od tri prototipa tako da su svoje ocjene u određenom stupnju dojma pridružili jednoj od suprotnih osobina proizvoda (npr. dobra – loša, privlačna – neprivlačna i dr.).

4. REZULTATI I RASPRAVA

U ovom radu ispitale su se tri hipoteze:

H1. Dizajn aplikacije s prilagodbama za osobe sa smetnjama kolornog vida može postići usporedivu razinu korisničkog iskustva kod korisnika bez smetnji kolornog vida kao i aplikacija s neprilagođenim dizajnom.

H2. Kod dizajna pristupačnih aplikacija, dodavanjem slikovnih i tekstualnih oznaka, uz označavanje bojom, moguće je postići bolje korisničko iskustvo u usporedbi s ostvarivanjem pristupačnosti izmjenom palete boja.

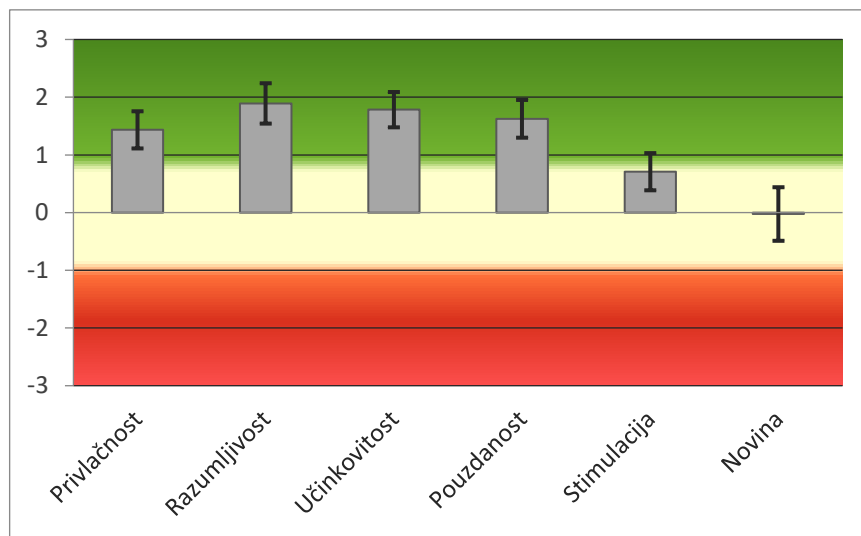
H3. Dizajn aplikacije s dodanim slikovnim i tekstualnim oznakama, uz označavanje bojom može postići bolju uporabljivost, u smislu vremena potrebnog za rješavanje zadataka, od dizajna s izmjenama u paleti boja kod osoba sa smetnjama kolornog vida.

Standardizirani upitnik za subjektivnu procjenu korisničkog iskustva koji su riješili ispitanici nakon testa uporabljivosti razvrstava parove ispitanih atributa u šest skupina karakteristika koji čine aspekte korisničkog iskustva. Karakteristike koje su se ispitale su sljedeće: privlačnost, razumljivost, učinkovitost, pouzdanost, stimulacija i novina. Navedene karakteristike mogu se dodatno razvrstati u tri skupine: privlačnost, pragmatična kvaliteta (razumljivost, učinkovitost i pouzdanost) i hedonistička kvaliteta (stimulacija i novina). Za svaku karakteristiku odredila se srednja vrijednost koja se može kretati od -3 do 3 i varijanca koja prikazuje presjek odstupanja od srednje vrijednosti. [72].

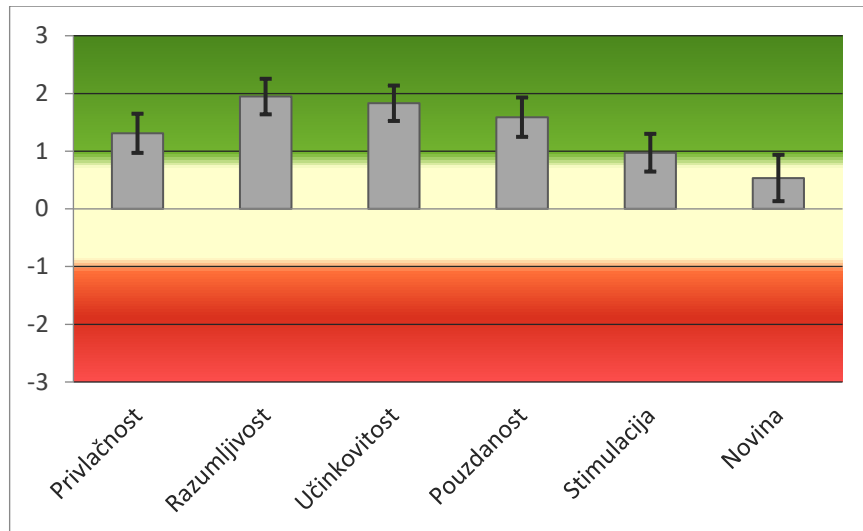
Skale šest karakteristika pokazuju koliko je korisničko iskustvo ispitanog proizvoda dobro. U nastavku su priložene tablice (Tablica 10) i grafovi (Slike 50, 51 i 52) s tim skalama i pridruženim rezultatima, odnosno srednjim vrijednostima i varijancama za tri prototipa aplikacije za praćenje potresa.

Tablica 10: Srednje vrijednosti i varijance za šest karakteristika triju verzija aplikacije za praćenje potresa

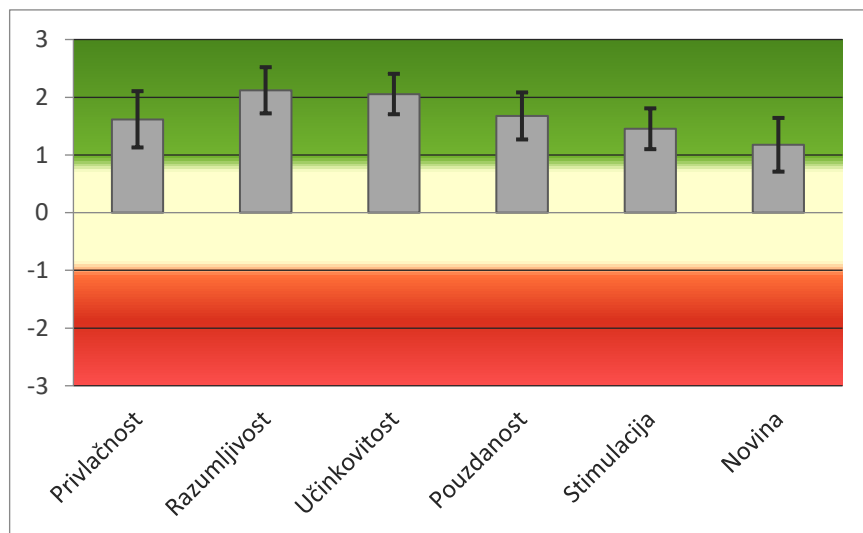
	Neprilagođena verzija (prototip 1)		Prilagodba po paleti boja (prototip 2)		Prilagodba sa slikovnim oznakama uz boje (prototip 3)	
	Sr. vrijed.	Varijanca	Sr. vrijed.	Varijanca	Sr. vrijed.	Varijanca
Privlačnost	1,433	0,81	1,310	0,84	1,617	1,67
Razumljivost	1,892	0,96	1,946	0,69	2,120	1,13
Učinkovitost	1,783	0,73	1,830	0,69	2,056	0,86
Pouzdanost	1,625	0,84	1,589	0,85	1,676	1,17
Stimulacija	0,708	0,81	0,973	0,78	1,454	0,88
Novina	-0,025	1,68	0,536	1,18	1,176	1,52



Slika 50: Grafički prikaz rezultata korisničkog iskustva za prototip 1

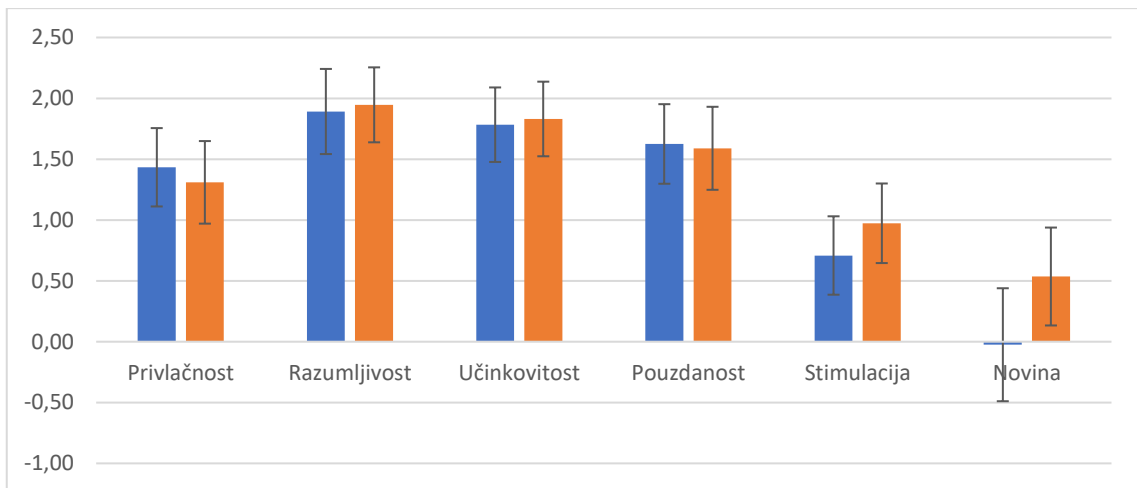


Slika 51: Grafički prikaz rezultata korisničkog iskustva za prototip 2

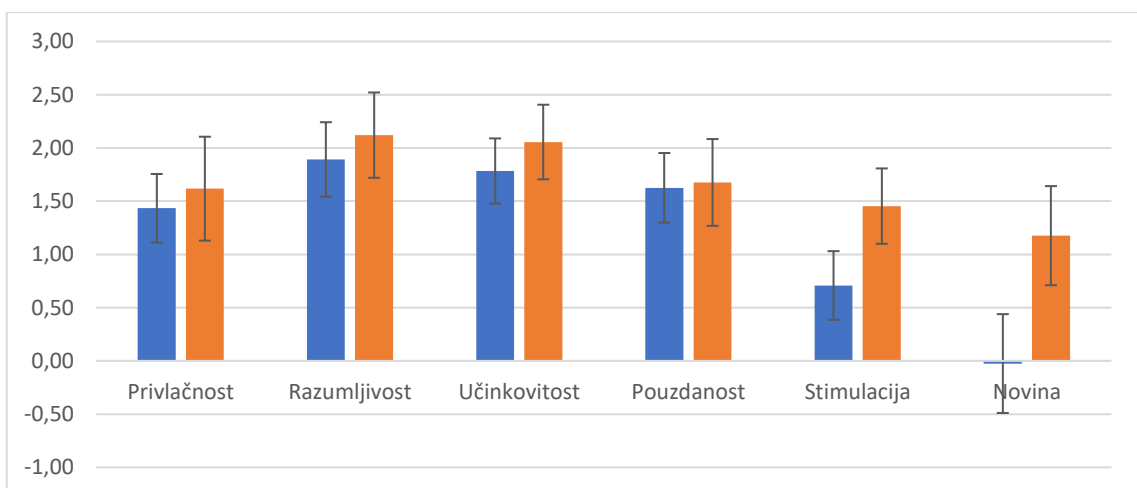


Slika 52: Grafički prikaz rezultata korisničkog iskustva za prototip 3

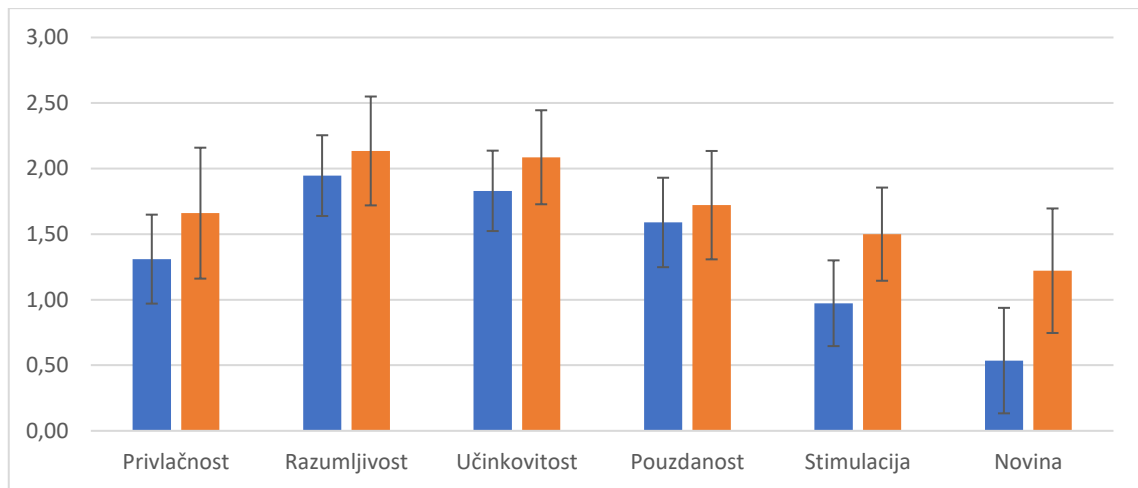
Nadalje, sljedeći graf prikazuje usporedbu prvog i drugog (Slika 53), prvog i trećeg (Slika 54) te drugog i trećeg prototipa aplikacije (Slika 55) s obzirom na skale šest karakteristika po srednjoj vrijednosti i varijanci.



Slika 53: Grafički prikaz usporedbe korisničkog iskustva pomoću šest karakteristika između prvog (lijevi, plavi graf) i drugog prototipa (desni, narančasti graf)



Slika 54: Grafički prikaz usporedbe korisničkog iskustva pomoću šest karakteristika između prvog (lijevi, plavi graf) i trećeg prototipa (desni, narančasti graf)



Slika 55: Grafički prikaz usporedbe korisničkog iskustva pomoću šest karakteristika između drugog (lijevi, plavi graf) i trećeg prototipa (desni, narančasti graf)

Prvo se krenulo s ispitivanjem H1. Na temelju rezultata subjektivne procjene, generirani su rezultati usporedbe korisničkog iskustva između prvog i drugog prototipa, odnosno između prvog i trećeg prototipa gdje prvi prototip ima neprilagođeni dizajn, a drugi i treći prototip imaju prilagodbe u dizajnu za osobe sa smetnjama kolornog vida. Razlike u korisničkim iskustvima s obzirom na šest karakteristika između neprilagođenog i prilagođenih prototipova nisu statistički značajne, izuzev značajnih razlika između prvog i trećeg prototipa kod stimulacije i novine, pri čemu je prema ocjenama ispitanika prilagođeni dizajn aplikacije ponudio bolje korisničko iskustvo u navedenim dimenzijama. Čak po ocjenama ispitanika prilagođeni dizajn aplikacije ima malo bolje korisničko iskustvo od neprilagođenog dizajna. Time se može reći da je ova hipoteza potvrđena.

Nadalje se ispitala H2, koja se ocjenjivala na osnovu rezultata usporedbe korisničkog iskustva između drugog i trećeg prototipa. Podsjetimo se, drugi prototip ima prilagođeni dizajn za osobe sa smetnjama kolornog vida s obzirom na pomno odabranu paletu boja, a treći prototip ima prilagodbu po slikovnim i tekstualnim oznakama uz boje. Kod svih šest dimenzija, treći prototip ima veću prosječnu vrijednost nakon riješenih standardiziranih upitnika od drugog prototipa, s time da dimenzije stimulacije i novine imaju razlike koje su statistički relevantne. Drugim riječima, ukupno korisničko iskustvo bolje je kod dizajna aplikacije s dodanim slikovnim i tekstualnim oznakama uz boje nego kod dizajna s izmjenama u paleti boja, čime se potvrđuje ova hipoteza.

U konačnici ispitana je H3. Kod testova uporabljivosti gdje su ispitanici koristili drugi i treći prototip pod različitim simulacijama smetnji kolornog vida mjerilo se vrijeme potrebno da ispitanik riješi svaki od tri zadatka. Posebno za drugi i za treći prototip od dobivenih podataka računala se geometrijska sredina vremena rješavanja zadataka po sljedećoj formuli:

$$(\prod_{i=1}^n t_i) = \sqrt[n]{t_1 t_2 \dots t_n} \quad (4.1)$$

gdje je \prod geometrijska sredina, n broj pojedinih vremena izvršavanja zadatka i t_i vrijeme izvršavanja zadatka u sekundama. Lijevi dio formule od znaka jednakosti može se zamijeniti znakom G_a gdje bi a označavao određeni prototip za kojeg se računala geometrijska sredina (tako bi G_2 označavao geometrijsku sredinu vremena rješavanja zadatka pomoću drugog prototipa, a G_3 geometrijsku sredinu vremena rješavanja zadatka pomoću trećeg prototipa).

U testu uporabljivosti sudjelovala su četiri ispitanika za svaki prototip koji su koristili pod različitim simulacijama smetnji kolornog vida. Međutim, kako se ovo istraživanje provelo u vrijeme pandemije koronavirusa, nije bilo moguće osigurati veći broj ispitanika koji bi sudjelovali u testu uporabljivosti, a ako je u ispitivanju sudjelovalo mali broj korisnika, rezultati istraživanja nisu jako pouzdani. Unatoč malom broju ispitanika, kako je svaki korisnik rješavao po tri zadatka, broj pojedinih vremena izvršavanja zadatka bio je dovoljan da se mogu odrediti konačni rezultati rješavanja zadataka posebno za drugi i za treći prototip, odnosno njihove geometrijske sredine.

U analizi testa uporabljivosti prikupljeno je 12 pojedinih vremena izvršavanja zadatka za svaki prototip, s time da dva vremena po prototipu koja su imala najveće odstupanje nisu uvrštena u formulu za geometrijsku sredinu tako da je za ovaj račun $n = 10$.

Slijedi račun geometrijske sredine vremena izvršavanja zadatka pomoću drugog prototipa, odnosno onog koji ima prilagođeni dizajn po paleti boja.

Skup vremena izvršavanja zadatka pomoću a -tog prototipa:

$$T_a = \{t_1 t_2 \dots t_n\} \quad (4.2)$$

Skup vremena izvršavanja zadatka pomoću drugog prototipa:

$$\begin{aligned} T_2 &= \{26,61,37,20,25,51,39,34,56,89\} \\ G_2 &= \sqrt[10]{26 \cdot 61 \cdot 37 \cdot 20 \cdot 25 \cdot 51 \cdot 39 \cdot 34 \cdot 56 \cdot 89} \\ G_2 &= 39.76 \text{ s} \end{aligned} \tag{4.3}$$

Zatim slijedi račun geometrijske sredine vremena izvršavanja zadatka pomoću trećeg prototipa, odnosno onog koji ima prilagođeni dizajn po dodatku slikovnih i tekstualnih oznaka uz boje.

Skup vremena izvršavanja zadatka pomoću trećeg prototipa:

$$\begin{aligned} T_3 &= \{35,41,21,39,42,32,44,16,12,25\} \\ G_3 &= \sqrt[10]{35 \cdot 41 \cdot 21 \cdot 39 \cdot 42 \cdot 32 \cdot 44 \cdot 16 \cdot 12 \cdot 25} \\ G_3 &= 28.33 \text{ s} \end{aligned} \tag{4.4}$$

Iz ovih izračuna ustanovljeno je da pomoću trećeg prototipa ispitanici pod simulacijama smetnji kolornog vida, odnosno korisnici sa smetnjama kolornog vida brže riješe zadatke nego pomoću drugog prototipa. Drugim riječima, dizajn aplikacije s dodanim slikovnim i tekstualnim oznakama, uz označavanje bojom postigla je bolju uporabljivost od dizajna s izmjenama u paleti boja kod osoba sa smetnjama kolornog vida, čime je hipoteza H3 potvrđena.

5. ZAKLJUČAK

Poznato je da UX/UI dizajneri trebaju dizajnirati svoje proizvode tako da za sve korisnike, uključujući i one s različitim teškoćama, budu pregledni i pristupačni te na taj način doprinesu dobrom korisničkom iskustvu. S druge strane treba zadržati privlačnost i atraktivnost proizvoda kako bi većini korisnika, odnosno onima bez teškoća bio oku ugodan za korištenje.

Kod prilagodbe grafičkih korisničkih sučelja osobama sa smetnjama kolornog vida preporučuje se da se elementi i komponente za razlikovanje informacija ne oslanjaju samo na boje, nego da se dodaju i druge indikacije kao što su tekst, ilustracije i sl., što su istraživanja na ovom radu i dokazala. Također, za bitne informacije u grafičkim korisničkim sučeljima poželjno je da je između elemenata (npr. tekst, ikone, infografika) i pozadine postignut barem minimalni kontrast boja po kriterijima WCAG-a. Ako dizajneri te smjernice primjene na svoje proizvode, veće su šanse da će ti proizvodi biti pristupačniji i imati bolje korisničko iskustvo.

Pitanje koje se postavljalo u ovom istraživanju je da li grafička korisnička sučelja s prilagodbama za osobe sa smetnjama kolornog vida mogu zadržati svoju privlačnost i zanimljiv dizajn. Ako se pažljivo bira paleta boja, postavlja uredan raspored elemenata i komponenti, smisljeno i uredno postavljaju podaci u *web* stranici i/ili aplikaciji, postavljaju dovoljne količine infografike da bi korisničko sučelje bilo zanimljivije i poštuju pravila pristupačnosti, dobro korisničko iskustvo će se zadržati kod obje skupine korisnika, s i bez smetnji kolornog vida. Ta pretpostavka je također dokazana provedenim istraživanjem.

Pristupačnost u kombinaciji s dobrom estetikom grafičkog korisničkog sučelja je ono čime se može postići da krajnji korisnici budu zadovoljni proizvodom koji koriste. Drugim riječima, primjena principa inkluzivnog dizajna pospješuje šanse da proizvod bude uspješan na tržištu zbog svoje dostupnosti za veći broj korisnika bez obzira na njihove sposobnosti.

6. LITERATURA

- [1] Material Design, *Accessibility*, dostupno na: <https://material.io/design/usability/accessibility.html>, 18. 5. 2021.
- [2] Hausler J. (2015), Salesforce Design, Medium, *7 Things Every Designer Needs to Know about Accessibility*, dostupno na: <https://medium.com/salesforce-ux/7-things-every-designer-needs-to-know-about-accessibility-64f105f0881b>, 19. 5. 2021.
- [3] Adiseshiah E. G. (2018), Justinmind, *5 ways to achieve better accessibility in UI design*, dostupno na: <https://www.justinmind.com/blog/prototyping-accessibility-in-web-and-mobile-ui-design/>, 19. 5. 2021.
- [4] Boskin L. (2020), UsableNet, *6-Step Mobile App Accessibility Checklist*, dostupno na: <https://blog.usablenet.com/mobile-app-accessibility-techniques-for-inclusive-design-part-1>, 18. 5. 2021.
- [5] Apple Developer, Human Interface Guidelines, *Accessibility*, dostupno na: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/accessibility/overview/introduction/>, 18. 5. 2021.
- [6] Kollin Z., UX Myths, *Myth #6: Accessible sites are ugly*, dostupno na: <https://uxmyths.com/post/702066202/myth-6-accessible-sites-are-ugly>, 19. 5. 2021.
- [7] Kollin Z., UX Myths, *Myth #5: Accessibility is expensive and difficult*, dostupno na: <https://uxmyths.com/post/654091803/myth-5-accessibility-is-expensive-and-difficult>, 19. 5. 2021.
- [8] Interaction Design Foundation, *Accessibility*, dostupno na: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/accessibility>, 19. 5. 2021.
- [9] Blair I., BuildFire, *App Accessibility is The New Must in Mobile Development*, dostupno na: <https://buildfire.com/app-accessibility-mobile-development/>, 20. 5. 2021.
- [10] Henry S. L. (2005, izmjenjeno 2021), Web Accessibility Initiative (WAI), *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview*, dostupno na: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>, 20. 5. 2021.
- [11] Lawrence N. (2020), UX Planet, *UI/UX Design: Accessibility*, dostupno na: <https://uxplanet.org/ui-ux-design-accessibility-e0cc368251aa>, 20. 5. 2021.
- [12] Wikipedia (2021), *Web Content Accessibility Guidelines*, dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Web_Content_Accessibility_Guidelines, 20. 5. 2021.

- [13] May M. (2018), Adobe Blog, *The Same, But Different: Breaking Down Accessibility, Universality, and Inclusion in Design*, dostupno na: <https://blog.adobe.com/en/publish/2018/04/02/different-breaking-accessibility-universality-inclusion-design.html#gs.19u12d>, 20. 5. 2021.
- [14] Centre for Excellence in Universal Design, National Disability Authority, *What is Universal Design*, dostupno na: <http://universaldesign.ie/What-is-Universal-Design/>, 20. 5. 2021.
- [15] Adiseshiah E. G. (2017), Justinmind, *Making your UI accessible with Universal Design*, dostupno na: <https://www.justinmind.com/blog/making-your-ui-accessible-with-universal-design/>, 21. 5. 2021.
- [16] Centre for Excellence in Universal Design, National Disability Authority, *Definition and overview*, dostupno na: <http://universaldesign.ie/what-is-universal-design/definition-and-overview/>, 21. 5. 2021.
- [17] Centre for Excellence in Universal Design, National Disability Authority, *10 things to know about UD*, dostupno na: <http://universaldesign.ie/what-is-universal-design/the-10-things-to-know-about-ud/>, 21. 5. 2021.
- [18] University of Cambridge, Inclusive Design Toolkit, *What is inclusive design?*, dostupno na: <http://www.inclusivedesigntoolkit.com/whatis/whatis.html>, 24. 5. 2021.
- [19] Doyle S. (2019), UX Collective, *Inclusive Design: the what, the why, and the how*, dostupno na: <https://uxdesign.cc/inclusive-design-the-what-the-why-and-the-how-a8cfcc855ed4>, 24. 5. 2021.
- [20] Querini V. (2021), CareerFoundry, *What Is Inclusive Design? A Beginner's Guide*, dostupno na: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/beginners-guide-inclusive-design/>, 24. 5. 2021.
- [21] Centre for Excellence in Universal Design, National Disability Authority, *The 7 Principles*, dostupno na: <http://universaldesign.ie/What-is-Universal-Design/The-7-Principles/>, 21. 5. 2021.
- [22] Say Yeah! (2020), Digital Insights from Say Yeah!, Medium, *What are the differences between universal design, accessibility, and inclusive design?*, dostupno na: <https://medium.com/digital-insights-from-say-yeah/what-are-the-differences-between-universal-design-accessibility-and-inclusive-design-9de58c1820f9>, 24. 5. 2021.

- [23] Xiao L. (2018), UX Planet, *6 Principles for Inclusive Design*, dostupno na: <https://uxplanet.org/6-principles-for-inclusive-design-3e9867f7f63e>, 24. 5. 2021.
- [24] Csincsak F., Toptal, *All Together Now – An Overview of Inclusive Design*, dostupno na: <https://www.toptal.com/designers/ux/inclusive-design>, 24. 5. 2021.
- [25] Swan H., Pouncey I., Pickering H., Watson L., *Inclusive Design Principles*, dostupno na: <https://inclusivedesignprinciples.org/>, 25. 5. 2021.
- [26] Canvs Editorial, UX Collective, *3 principles of inclusive design and why it matters*, dostupno na: <https://uxdesign.cc/3-principles-of-inclusive-design-and-why-it-matters-970b10a17982>, 25. 5. 2021.
- [27] Chapman C., Toptal, *Accessible Design vs Inclusive Design (with Infographic)*, dostupno na: <https://www.toptal.com/designers/ui/inclusive-design-infographic>, 26. 5. 2021.
- [28] They Make Design, UX Planet, *What is UI design? What is UX design? UI vs UX: What's the difference*, dostupno na: <https://uxplanet.org/what-is-ui-vs-ux-design-and-the-difference-d9113f6612de>, 26. 5. 2021.
- [29] Lamprecht E. (2021), CareerFoundry, *The Difference Between UX And UI Design - A Beginner's Guide*, dostupno na: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/the-difference-between-ux-and-ui-design-a-laymans-guide/>, 27. 5. 2021.
- [30] White C. (2021), CareerFoundry, *What Does A UX Designer Actually Do?*, dostupno na: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/what-does-a-ux-designer-actually-do/>, 27. 5. 2021.
- [31] Interaction Design Foundation, *User Experience (UX) Design*, dostupno na: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ux-design>, 27. 5. 2021.
- [32] Stevens E. (2021), CareerFoundry, *What Is User Experience (UX) Design? Everything You Need To Know To Get Started*, dostupno na: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/what-is-user-experience-ux-design-everything-you-need-to-know-to-get-started/>, 27. 5. 2021.
- [33] Veal R. L. (2019), CareerFoundry, *How To Conduct User Experience Research Like A Professional*, dostupno na: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/how-to-conduct-user-experience-research-like-a-professional/>, 27. 5. 2021.

- [34] Schroeter E. (2020), CareerFoundry, *What Is a Persona? Everything You Need to Know*, dostupno na: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/what-is-a-persona/>, 28. 5. 2021.
- [35] Browne C. (2021), CareerFoundry, *What Is Information Architecture in UX Design?*, dostupno na: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/what-is-information-architecture/>, 28. 5. 2021.
- [36] Browne C. (2019), CareerFoundry, *What Are User Flows In User Experience (UX) Design?*, dostupno na: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/what-are-user-flows/>, 28. 5. 2021.
- [37] Hannah J. (2021), CareerFoundry, *What Exactly Is Wireframing? A Comprehensive Guide*, dostupno na: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/what-is-a-wireframe-guide/>, 28. 5. 2021.
- [38] Hannah J. (2021), CareerFoundry, *What's The Difference Between A Wireframe, A Prototype, And A Mockup?*, dostupno na: <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/difference-between-wireframes-prototypes-mockups/>, 28. 5. 2021.
- [39] Hotjar (2021), *A beginner's guide to user & usability testing*, dostupno na: <https://www.hotjar.com/usability-testing/>, 29. 5. 2021.
- [40] Interaction Design Foundation, *User Interface Design*, dostupno na: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ui-design>, 30. 5. 2021.
- [41] Computer Hope (2021), *What is a GUI (Graphical User Interface)?*, dostupno na: <https://www.computerhope.com/jargon/g/gui.htm>, 2. 6. 2021.
- [42] OmniSci, *What is a Graphical User Interface? Definition and FAQs*, dostupno na: <https://www.omnisci.com/technical-glossary/graphical-user-interface>, 2. 6. 2021.
- [43] Wikipedia (2021), *Graphical user interface*, dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Graphical_user_interface, 2. 6. 2021.
- [44] Vaniukov S., Usability Geek, *Colors in UI Design: A Guide for Creating the Perfect UI*, dostupno na: <https://usabilitygeek.com/colors-in-ui-design-a-guide-for-creating-the-perfect-ui/>, 3. 6. 2021.
- [45] Material Design, *The color system*, dostupno na: <https://material.io/design/color/the-color-system.html#color-usage-and-palettes>, 3. 6. 2021.

- [46] Material Design, *Applying color to UI*, dostupno na: <https://material.io/design/color/applying-color-to-ui.html#usage>, 3. 6. 2021.
- [47] Material Design, *Color usage*, dostupno na: <https://material.io/design/color/color-usage.html#hierarchy>, 4. 6. 2021.
- [48] Pabini G. P. (2007), UXmatters, *Ensuring Accessibility for People With Color-Deficient Vision*, dostupno na: <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2007/02/ensuring-accessibility-for-people-with-color-deficient-vision.php>, 16. 6. 2021.
- [49] Reyna J. (2018), Inside Design Blog, InVision, *A guide to color accessibility in product design*, dostupno na: <https://www.invisionapp.com/inside-design/color-accessibility-product-design/>, 5. 6. 2021.
- [50] Web Accessibility Initiative (WAI), *Understanding Success Criterion 1.4.1: Use of Color*, dostupno na: <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/use-of-color.html>, 5. 6. 2021.
- [51] Sparks T. M. (2019), *The Effects of Color Choice in Web Design on the Usability for Individuals with Color-Blindness*, diplomski rad, Missouri State University, dostupno na: <https://bearworks.missouristate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4376&context=theses>, 5. 6. 2021.
- [52] Rosberry (2017), RosberryApps, Medium, *Accessibility: what you need to know about mobile app development for people with special needs*, dostupno na: <https://medium.com/rosberryapps/accessibility-what-you-need-to-know-about-mobile-app-development-for-people-with-special-needs-b52d713f8c95>, 5. 6. 2021.
- [53] Apple Developer, Human Interface Guidelines, Accessibility, *Color and Contrast*, dostupno na: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/accessibility/overview/color-and-contrast/>, 5. 6. 2021.
- [54] WebAIM, *Contrast and Color Accessibility - Understanding WCAG 2 Contrast and Color Requirements*, dostupno na: <https://webaim.org/articles/contrast/>, 5. 6. 2021.
- [55] AppSoGreat (2017), Medium, *How to make your App colorblind friendly (resources and experience sharing)*, dostupno na: <https://medium.com/@appsogreat/how-to-make-your-app-colorblind-friendly-resources-and-experience-sharing-b46615c5a007>, 6. 6. 2021.

- [56] Tuchkov I. (2018), UX Collective, *Color blindness: how to design an accessible user interface*, dostupno na: <https://uxdesign.cc/color-blindness-in-user-interfaces-66c27331b858>, 6. 6. 2021.
- [57] Arellano S. (2020), CSS-Tricks, *Understanding Web Accessibility Color Contrast Guidelines and Ratios*, dostupno na: <https://css-tricks.com/understanding-web-accessibility-color-contrast-guidelines-and-ratios/>, 6. 6. 2021.
- [58] Van Beveren T. (2018), Inside Design Blog, InVision, *Designing with the colorblind in mind will improve your design for everyone*, dostupno na: <https://www.invisionapp.com/inside-design/designing-for-colorblind-improves-design/>, 16. 6. 2021.
- [59] Silver A. (2016), Smashing Magazine, *Improving The Color Accessibility For Color-Blind Users*, dostupno na: <https://www.smashingmagazine.com/2016/06/improving-color-accessibility-for-color-blind-users/>, 16. 6. 2021.
- [60] Staats R., Secret Stache, *Designing UI with color blind users in mind*, dostupno na: <https://www.secretstache.com/blog/designing-for-color-blind-users/>, 17. 6. 2021.
- [61] Stanley P. (2018), UX Collective, *Designing for accessibility is not that hard*, dostupno na: <https://uxdesign.cc/designing-for-accessibility-is-not-that-hard-c04cc4779d94>, 18. 6. 2021.
- [62] Liu J. (2010), Usability.gov, *Color Blindness & Web Design*, dostupno na: <https://www.usability.gov/get-involved/blog/2010/02/color-blindness.html>, 18. 6. 2021.
- [63] European Commission (2021), Shaping Europe's digital future, *Web Accessibility*, dostupno na: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/web-accessibility>, 9. 9. 2021.
- [64] Wikipedia (2021), *Color vision*, dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Color_vision, 19. 6. 2021.
- [65] Wikipedia (2021), *Color blindness*, dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Color_blindness, 19. 6. 2021.
- [66] Kulčar R., doc. dr. sc. (2019), *Kvalitativne metode ispitivanja reprodukcije boja*, prvi dio predavanja, Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 6. semestar, ak. god. 2018/2019

- [67] Bureau of Internet Accessibility (2020), *Myths and Facts About Color Blindness and Accessibility*, dostupno na: <https://www.boia.org/blog/myths-and-facts-about-color-blindness-and-accessibility>, 19. 6. 2021.
- [68] WebAIM, *Visual Disabilities - Color-blindness*, dostupno na: <https://webaim.org/articles/visual/colorblind>, 20. 6. 2021.
- [69] Wikipedia (2021), *Figma (software)*, dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Figma_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Figma_(software)), 7. 7. 2021.
- [70] MDN, Firefox Developer Tools, *Color vision simulation*, dostupno na: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Tools/Accessibility_inspector/Simulation, 8. 7. 2021.
- [71] Basques K. (2020), Chrome Developers, *What's New In DevTools (Chrome 83)*, dostupno na: <https://developer.chrome.com/blog/new-in-devtools-83/>, 8. 7. 2021.
- [72] Material Design, *Components*, dostupno na: <https://material.io/components>, 21. 9. 2021.
- [73] Schrepp M. (2019), User Experience Questionnaire, *User Experience Questionnaire Handbook*, Version 8, dostupno na: <https://www.ueq-online.org/>, 7. 9. 2021.