

Model grafičkog znakovnog sustava za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama

Dolić, Jurica

Doctoral thesis / Doktorski rad

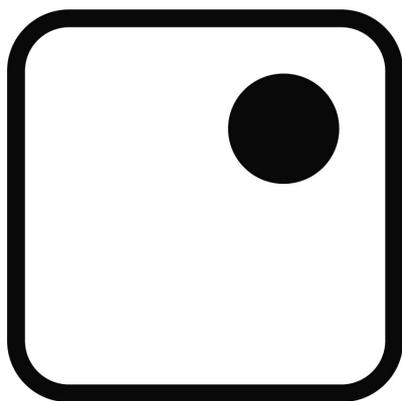
2014

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:216:980363>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-21**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu
GRAFIČKI FAKULTET

Jurica Dolić

**MODEL GRAFIČKOGA ZNAKOVNOGA
SUSTAVA ZA OSOBE SA SLOŽENIM
KOMUNIKACIJSKIM POTREBAMA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2014.



University of Zagreb

FACULTY OF GRAPHIC ARTS

Jurica Dolić

**MODEL OF GRAPHIC SIGN SYSTEM
FOR PEOPLE WITH COMPLEX
COMMUNICATION NEEDS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2014.



Sveučilište u Zagrebu

GRAFIČKI FAKULTET

Jurica Dolić

**MODEL GRAFIČKOGA ZNAKOVNOGA
SUSTAVA ZA OSOBE SA SLOŽENIM
KOMUNIKACIJSKIM POTREBAMA**

DOKTORSKI RAD

Mentori: Izv. prof. dr. sc. Jesenka Pibernik
Izv. prof. dr. sc. Željka Car

Zagreb, 2014.



University of Zagreb

FACULTY OF GRAPHIC ARTS

Jurica Dolić

**MODEL OF GRAPHIC SIGN SYSTEM
FOR PEOPLE WITH COMPLEX
COMMUNICATION NEEDS**

DOCTORAL THESIS

Supervisors: Izv. prof. dr. sc. Jesenka Pibernik
Izv. prof. dr. sc. Željka Car

Zagreb, 2014.

UDK: 7.045:316.74:004.7

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Grafička tehnologija

Institucija u kojoj je izrađen rad: Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

Voditelji rada: izv. prof. dr. sc. Jesenka Pibernik, izv. prof. dr. sc. Željka Car

Broj stranica: 265

Broj slika: 54

Broj tablica: 104

Broj literaturnih referenci: 233

Jezik teksta: Hrvatski

Jezik sažetka: Hrvatski i Engleski

Povjerenstvo za ocjenu doktorske disertacije:

1. prof. dr. sc. Diana Milčić, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, predsjednica
2. izv. prof. dr. sc. Jesenka Pibernik, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, mentorica
3. izv. prof. dr. sc. Željka Car, Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva, mentorica
4. izv. prof. dr. sc. Maja Brozović, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, članica
5. prof. dr. sc. Tanja Jurčević Lulić, Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje, vanjska članica

Povjerenstvo za obranu doktorske disertacije:

1. prof. dr. sc. Diana Milčić, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, predsjednica,
2. izv. prof. dr. sc. Jesenka Pibernik, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, mentorica,
3. izv. prof. dr. sc. Željka Car, Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva, mentorica,
4. izv. prof. dr. sc. Maja Brozović, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, članica,
5. prof. dr. sc. Tanja Jurčević Lulić, Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje, vanjska članica,
6. izv. prof. dr. sc. Lidija Mandić, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, zamjenska članica,
7. izv. prof. dr. sc. Nina Knešaurek, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, zamjenska članica,

Datum obrane doktorske disertacije: 27. lipanj 2014.

Mjesto obrane doktorske disertacije: Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

Povjerenstvo za obranu doktorske disertacije donijelo je sljedeću odluku:

„Obranio– jednoglasnom odlukom Povjerenstva“

Iskreno hvala prof. dr. sc. Jesenki Pibernik i prof. dr. sc. Željki Car na mentorstvu i nesebičnoj pomoći tijekom izrade ovog doktorskog rada. Svojim strpljenjem i brojnim savjetima pomogle su u savladavanju mnogih naizgled nepremostivih prepreka.

Zahvaljujem članovima povjerenstva prof. dr. sc. Diani Milčić, prof. dr. sc. Tanji Jurčević Lulić i prof. dr. sc. Maji Brozović na potpori i sugestijama usmjerenima na podizanje znanstvene razine rada.

Ovom prilikom želim zahvaliti i svim članovima projekta „Kompetencijska mreža zasnovana na informacijsko-komunikacijskim tehnologijama za inovativne usluge namijenjene osobama sa složenim komunikacijskim potrebama (ICT-AAC)“ na ugodnoj suradnji. Posebno zahvaljujem prof. dr. sc. Vesni Vlahović-Štetić s Filozofskog fakulteta te dr. sc. Jasmini Ivšac Pavliši i Maji Peretić iz Centra za edukacijsku rehabilitaciju na potpori i pomoći u provođenju istraživanja u kojima su sudjelovale osobe s razvojnim odstupanjima.

Iskreno hvala prof. dr. sc. Lidiji Mandić i dr. sc. Davoru Donevskom koji su svojim savjetima pomogli otkloniti brojne nedoumice. Osobito zahvaljujem dr. sc. Anti Poljičku na pomoći i brojnim savjetima te stalnoj spremnosti na diskusiju.

Veliko hvala majci Boženki i ocu Branku koji su me svojom ljubavlju i podrškom pratili kroz život i obrazovanje. Bez njih ne bi bilo ovog rada. Hvala braći Lukši i Andri koji su uvijek s interesom pratili moj napredak. Najveće hvala mojoj supruzi Latici na bezuvjetnoj potpori, ljubavi i razumijevanju koje mi je pružala tijekom izrade ovog rada te maloj Zari koja je strpljivo čekala da njen otac doktorira.

Sažetak

U okviru rada predložen je model prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama, namijenjen primjeni u aplikacijama za suvremene pokretne uređaje. U okviru rada ostvareni su sljedeći znanstveni doprinosi:

Pomoću teorijske analize rezultata dosadašnjih istraživanja definirano je 17 smjernica za oblikovanje prilagodljivih grafičkih znakova za potpomognutu komunikaciju (SGZ) i 26 smjernica za oblikovanje prilagodljivih grafičkih korisničkih sučelja za potpomognutu komunikaciju (SKS). Empirijski je istražen utjecaj stupnja vizualne složenosti i različitih metoda stilizacije grafičkih znakova na preferencije korisnika s razvojnim odstupanjima. Empirijskim istraživanjem reprodukcije boja na zaslonima 20 različitih suvremenih pokretnih uređaja ustanovljeno je značajno odstupanje evaluiranih uređaja od standardnog sRGB modela. Predložen je proces izgradnje modela standardnoga zaslona pokretnog uređaja utemeljenoga na empirijskim podacima za više različitih uređaja. Nakon evaluacije pet relevantnih metoda karakterizacije zaključeno je da je najprecizniji model izgrađen metodom poliharmonijskoga splajna. Proces generiranja i optimizacije paleta boja kojim se koristi izgrađeni model ispitan je na trima paletama s različitim faktorima segmentacije i područjima optimizacije. Na primjeru razvoja aplikacije „Komunikator +“ metodom studije slučaja predložen je i evaluiran model iterativnog procesa razvoja aplikacija koji sadrži prilagođene metode i aktivnosti karakteristične za pristup dizajnu usmjerenom korisniku.

Ključne riječi: potpomognuta komunikacija, grafičko korisničko sučelje, karakterizacija izlaznih uređaja, dizajn usmjeren korisniku.

Summary

In this thesis a model of adaptive graphical sign system for people with complex communication needs is proposed, intended for use in applications for modern mobile devices. The following scientific contributions are accomplished within the thesis:

Based on theoretical analysis of previous studies, 17 design guidelines for customizable graphical signs used for augmentative and alternative communication (AAC) and 26 design guidelines for AAC adaptive graphical user interfaces were defined. Empirical research was carried out to determine the effect of the degree of visual complexity and different methods of stylization for AAC graphic signs on preferences of users with special needs. Empirical research of display color reproduction on 20 different modern mobile devices has shown that there is a significant deviation from the standard sRGB model. A process for generating a model of standard mobile device display based on empirical data for multiple devices is proposed. After evaluating five relevant characterization methods, it was concluded that the most accurate model is generated by using polyharmonic splines. The process of generating and optimizing color palette based on the generated model was tested on three palettes with various factors of segmentation and optimization areas. A case-study research was carried on the example of the development of „Komunikator+“ application to evaluate a proposed model of an iterative user-centred process for the development of AAC applications.

Keywords: alternative and augmentative communication, graphical user interface, output device characterization, user-centered design.

Sadržaj

| | |
|--|-----------|
| 1. Uvod | 1 |
| 1.1 Ciljevi istraživanja i hipoteze | 4 |
| 1.2 Metode istraživanja | 7 |
| 1.3 Struktura rada | 8 |
| 1.5 Nazivlje | 9 |
| | |
| 2. Potpomognuta komunikacija pomoću grafičkih znakova | 11 |
| 2.1 Korisnici potpomognute komunikacije pomoću grafičkih znakova | 15 |
| 2.2 Visokotehnološki uređaji s dinamičkim zaslonom korišteni u PK pomoću grafičkih znakova | 19 |
| 2.3 Uporaba znakovnih sustava za PK iz perspektive hrvatskih korisnika | 21 |
| 2.3.1 Utjecaj kulturoloških razlika u potpomognutoj komunikaciji pomoću grafičkih znakova | 23 |
| 2.4 Povijesni razvoj potpomognute komunikacije pomoću grafičkih znakova | 24 |
| | |
| 3. Dizajn sustava za potpomognutu komunikaciju pomoću grafičkih znakova | 28 |
| 3.1 Uloga grafičkog dizajna u dizajnu interakcija sustava za potpomognutu komunikaciju | 28 |
| 3.2 Zahtjevi uporabljivosti sustava za PK | 30 |
| 3.2.1 Pristupačnost sustava i tehnologija korisnicima PK | 31 |
| 3.3 Smjernice za oblikovanje uporabljivih i pristupačnih sustava za PK | 33 |
| 3.3.1 Model procjene podudaranjem značajki | 35 |
| 3.4 Metode slikovnih prikaza korištenih u sustavima za potpomognutu komunikaciju | 36 |
| 3.5 Grafički znakovi | 36 |
| 3.5.1 Taksonomija grafičkih znakova | 37 |
| 3.5.2 Morfološki elementi grafičkih znakova | 38 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.6 | Prezentacija znakova unutar grafičkih korisničkih sučelja za PK | 39 |
| 3.6.1 | Metode vizualne organizacije vokabulara | 39 |
| 3.6.2 | Metode reprezentacije vokabulara | 42 |
| 3.7 | Principi vizualne kategorizacije grafičkih znakova u sustavima za PK | 44 |
| 3.7.1 | Kategorizacija bojom | 44 |
| 3.7.2 | Kategorizacija oblikom | 46 |
| 3.8 | Prilagodljivost sustava za PK | 47 |
| 4. | Elementi i principi oblikovanja prilagodljivog grafičkog sustava za PK | 51 |
| 4.1 | Linijaska struktura | 51 |
| 4.2 | Vizualna tekstura | 53 |
| 4.3 | Ikoničnost | 54 |
| 4.4 | Kanonske pozicije | 55 |
| 4.6 | Boja | 56 |
| 4.7 | Konzistentnost | 58 |
| 4.8 | Metafore | 59 |
| 4.9 | Percepcija mogućnosti akcije (<i>affordances</i>) | 60 |
| 4.9.1 | Generičke reprezentacije | 62 |
| 4.10 | Animacija | 63 |
| 4.10.1 | Potencijal implementacije animacije radi poboljšanja prezentacije grafičkih znakova za PK | 63 |
| 4.4.2 | Potencijal implementacije animacije unutar grafičkog korisničkog sučelja PK usluga | 64 |
| 4.12 | Tipografsko oblikovanje | 65 |
| 4.13 | Tehnološke karakteristike oblikovanja | 67 |
| 5. | Model prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama | 70 |
| 5.1 | Značajke modela prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za osobe s kompleksnim komunikacijskim potrebama | 73 |
| 5.1.1 | Vizualne prilagodbe | 73 |
| 5.1.2 | Prostorne prilagodbe | 76 |
| 5.1.3 | Temporalne prilagodbe | 79 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.1.4 | Prilagodba u kontekstu osnovnih čimbenika korištenja PK sustava..... | 81 |
| 5.2 | Prednosti i ograničenja predloženog modela..... | 83 |
| 6. | Određivanje karakteristika vizualne složenosti i stilizacije u oblikovanju znakova na temelju korisničkih preferencija | 87 |
| 6.1 | Cilj istraživanja..... | 88 |
| 6.2 | Ekperimentalni dio..... | 90 |
| 6.2.1 | Metode istraživanja i materijali..... | 90 |
| 6.2.2 | Postupak istraživanja..... | 94 |
| 6.2.3 | Ograničenja istraživanja..... | 95 |
| 6.3 | Rezultati i diskusija..... | 96 |
| 6.3.1 | Analiza preferencija reprezentacija za pojedine setove uzoraka..... | 96 |
| 6.3.2 | Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji reprezentacija triju pojmova..... | 102 |
| 6.3.3 | Analiza ovisnosti korisničke preferencije o stupnju vizualne složenosti i metodi stilizacije reprezentacija..... | 104 |
| 7. | Upotreba metoda kolorimetrijske karakterizacije za određivanje reproduksijskih karakteristika standardnog zaslona pokretnog uređaja | 117 |
| 7.2 | Tehnologije zaslona u pokretnim uređajima..... | 118 |
| 7.2.1 | LCD zaslone..... | 119 |
| 7.2.2 | OLED i AMOLED zaslone..... | 120 |
| 7.3 | Prostori boja..... | 122 |
| 7.3.1 | RGB..... | 122 |
| 7.3.2 | HSL..... | 123 |
| 7.3.3 | CIE 1931..... | 124 |
| 7.3.4 | CIE 1976 L*a* b*..... | 125 |
| 7.3.5 | Standard RGB (sRGB)..... | 125 |
| 7.4 | ICC profil..... | 128 |
| 7.5 | Modeli karakterizacije izlaznih uređaja..... | 129 |
| 7.6 | Fizikalni modeli karakterizacije..... | 129 |
| 7.6.1 | PLVC..... | 130 |
| 7.7 | Numerički modeli karakterizacije..... | 131 |
| 7.7.1 | Polinomna regresija..... | 132 |
| 7.7.2 | Umjetne neuronske mreže..... | 133 |

| | |
|---|------------|
| 7.7.3 Poliharmonijske splajn funkcije | 135 |
| 7.8 Ukupna razlika boja (kolorimetrijska razlika) | 136 |
| 7.9 Problem vjernosti boja na zaslonima pokretnih uređaja | 138 |
| 7.10 Pristup problemu i cilj istraživanja | 138 |
| 7.11 Pregled dosadašnjih istraživanja u području karakterizacije i evaluacije zaslona suvremenih pokretnih uređaja..... | 141 |
| 7.12 Ograničenja istraživanja | 142 |
| 7.13 Eksperimentalni dio | 142 |
| 7.13.1 Izrada testne karte | 142 |
| 7.13.2 Postupak mjerenja | 145 |
| 7.13.3 Postupak karakterizacije | 147 |
| 7.14 Rezultati i diskusija..... | 149 |
| 7.14.1 Odstupanje empirijskih podataka od sRGB standarda..... | 149 |
| 7.14.2 Karakterizacija PLVC metodom..... | 153 |
| 7.14.3 Karakterizacija upotrebom neuronskih mreža (NM) | 155 |
| 7.14.4 Karakterizacija upotrebom polinomne regresije 2. reda | 157 |
| 7.14.5 Karakterizacija upotrebom polinomne regresije 3. reda | 159 |
| 7.14.6 Karakterizacija upotrebom splajn funkcije | 161 |
| 7.14.7 Usporedba generiranih modela prosječnog uređaja | 163 |
| | |
| 8. Optimizacija paleta boja za reprodukciju na zaslonima pokretnih uređaja | 167 |
| 8.1 Model procesa generiranja i optimizacije palete boja na osnovi najmanjeg odstupanja karakterizacijskog modela standardnoga zaslona pokretnog uređaja..... | 169 |
| 8.2 Eksperimentalni dio | 173 |
| 8.3 Rezultati i diskusija..... | 175 |
| 8.3.1 Skup paleta A | 175 |
| 8.3.2 Skup paleta B..... | 176 |
| 8.3.3 Skup paleta C..... | 179 |
| | |
| 9. Metodologija izrade prilagodljivih grafičkih znakovnih sustava za potpomognutu komunikaciju namijenjenih suvremenim pokretnim uređajima | 183 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 9.1 | Dizajn usmjeren korisnicima (UCD) | 184 |
| 9.1.1 | Ostale strategije razvoja usmjerenog na korisnike s posebnim potrebama | 185 |
| 9.2 | Definiranje UCD procesa razvoja aplikacija utemeljenih na PK | 189 |
| 9.2.1 | Prednosti implementacije UCD metoda u procesu razvoja aplikacija za PK | 189 |
| 9.2.2 | Izazovi i ograničenja implementacije UCD metoda unutar procesa razvoja aplikacija za PK | 192 |
| 9.3 | Metode UCD-a primjenjive unutar procesa razvoja aplikacija za PK | 194 |
| 9.3.1 | Izrada prototipova | 195 |
| 9.3.2 | Persone | 197 |
| 9.3.3 | Scenariji upotrebe | 199 |
| 9.4 | Metode evaluacije uporabljivosti unutar UCD procesa za PK | 199 |
| 9.4.1 | Metode evaluacije uporabljivosti grafičkih znakova | 200 |
| 9.5 | Razvojni tim aplikacija za PK | 202 |
| 9.6 | Model UCD procesa za razvoj aplikacija namijenjenih PK | 206 |
| 9.6.1 | Aktivnosti planiranja razvoja, profiliranja korisnika i definiranja zahtjeva | 207 |
| 9.6.2 | Aktivnosti razvoja i realizacije grafičkih znakova za uporabu u aplikaciji | 209 |
| 9.6.3 | Aktivnosti razvoja i realizacije aplikacije | 210 |
| 9.6.4 | Aktivnosti nakon distribucije aplikacije | 213 |
| 9.7 | Evaluacija modela na primjeru razvoja aplikacije „Komunikator +“ | 214 |
| 9.7.1 | Planiranje | 217 |
| 9.7.2 | Prikupljanje podataka o korisnicima | 217 |
| 9.7.3 | Izrada persona | 221 |
| 9.7.4 | Sastanak svih interesnih skupina | 221 |
| 9.7.5 | Određivanje funkcijskih zahtjeva i ciljeva uporabljivosti i pristupačnosti aplikacije | 222 |
| 9.7.6 | Specifikacija sadržajnih i stilskih odrednica grafičkih znakova | 222 |
| 9.7.7 | Definiranje scenarija uporabe | 223 |
| 9.7.8 | Razvoj sučelja izradom brzih (papirnatih) prototipova niske i srednje vjernosti prikaza | 223 |
| 9.7.9 | Razvoj digitalnog prototipa srednje vjernosti prikaza i pregled sukladnosti smjericama | 225 |
| 9.7.10 | Multidisciplinarni pregled interaktivnog i videoprototipa niske vjernosti | 226 |
| 9.7.11 | Razvoj digitalnog prototipa visoke vjernosti prikaza i pregled sukladnosti smjericama | 227 |
| 9.7.12 | Pregled konzistentnosti prototipa visoke vjernosti | 227 |
| 9.7.13 | Multidisciplinarni pregled digitalnog prototipa visoke vjernosti prikaza | 228 |
| 9.7.14 | Razvoj funkcionalnog prototipa | 229 |

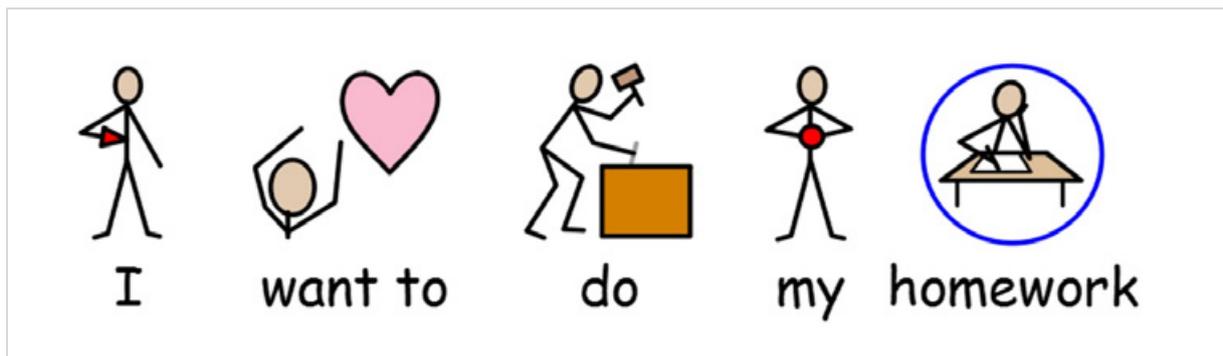
| | |
|-------------------------|------------|
| 10. Zaključak | 230 |
| Popis literature | 236 |
| Popis slika | 253 |
| Popis tablica | 258 |
| Prilozi | 266 |

1. Uvod

Razvojem informacijskih i komunikacijskih tehnologija (*Information and communications technology*, ICT) i popularizacijom „pametnih telefona“, tablet računala i ostalih suvremenih pokretnih uređaja, elektronička komunikacija i pristup informacijama prestaju biti povezani s fiksnim lokacijama. U vremenu kada se velik dio društvene interakcije odvija u virtualnom prostoru, u obliku e-pošte, foruma i društvenih mreža, ti suvremeni „stalno povezani“ uređaji omogućuju korisniku obavljanje profesionalnih i privatnih aktivnosti u pokretu, a njihove multimedijalne sposobnosti predstavljaju alat za konzumaciju i kreiranje novih sadržaja. Iako ovaj vid sudjelovanja u društvenim aktivnostima na prvi pogled predstavlja idealnu prigodu da se u njih uključe i osobe s teškoćama u govornoj komunikaciji, odnosno osobe sa složenim komunikacijskim potrebama (SKP), one su još uvijek velikim dijelom isključene iz ove „digitalne revolucije“. Dio ove skupine su i pojedinci koji se za potrebe komunikacije oslanjaju na uporabu grafičkih znakova (Slika 1), često ovisni o svojim analognim pomagalicama ili specijaliziranim uređajima s ograničenom funkcionalnošću i zastarjelom tehnologijom, što ih osuđuje na promatranje uzbudljivih društvenih promjena s margina.

Značajna su nastojanja razvoja tehnologija potpomognute komunikacije (PK) i upotrebe ICT-a kako bi se ostvarila veća pristupačnost suvremenim pokretnim uređajima i uslugama, čime bi se stvorile predispozicije za uključivanje širokog spektra korisnika sa složenim komunikacijskim potrebama među korisnike široko dostupnih pokretnih uređaja. Tako je i Europska unija 2005. godine pokrenula inicijativu „i2010“ u kojoj se promiče „e-Pristupačnost“ s ciljem omogućavanja jednakopravnog pristupa ICT aplikacijama, uslugama i uređajima širokom krugu korisnika [1]. Neupitan je potencijal koji suvremeni pokretni uređaji imaju za korisnike sa složenim komunikacijskim potrebama. Računala i pokretni uređaji takvim su članovima društva u većini slučajeva jedini vid komunikacije. Razvoj tanjih i lakših pokretnih uređaja, s bržim odzivom, kvalitetnijim zaslonima visoke razlučivosti, duljim vremenom autonomije može imati pozitivan utjecaj na komunikacijske performanse pojedinaca s kompleksnim komunikacijskim potrebama, ali i omogućiti im ostvarenje potencijala i u ostalim životnim područjima i aktivnostima, poput lakšeg pristupa informacijama i samostalnog djelovanja. Mogućnost jednostavne proširivosti funkcionalnosti suvremenih pokretnih uređaja pomoću softverskih paketa – aplikacija omogućuje prilagodbu uređaja korisniku sa složenim komunikacijskim potrebama, a da to nema utjecaj na druge korisnike. Stručnjaci i kompanije iz područja potpomognute komunikacije koja je usmjerena prema razvoju i primjeni

komunikacijskih metoda i alata za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama, prepoznali su ovaj potencijal te je u posljednje četiri godine u svijetu razvijeno više od sto aplikacija za suvremene pokretne uređaje [2]. Ova hiperprodukcija jeftinih, pristupačnih rješenja naišla je na mnogobrojne kritike [3], [4], koje izražavaju sumnju u kvalitetu i pristupačnost takvih aplikacija ukazujući na manjak istraživanja i upoznatosti njihovih autora s potrebama ciljane populacije i područjem potpomognute komunikacije. Grafičko korisničko sučelje (*graphical user interface*, GUI) od presudnog je značaja za funkcionalnost aplikacija za potpomognutu komunikaciju te ima centralnu ulogu u procesu interakcije korisnika s pokretnim uređajem. Većina sučelja postojećih aplikacija od korisnika traži visoku razinu perceptivnih, kognitivnih i motoričkih vještina, koje često korisnici sa složenim komunikacijskim potrebama nemaju [5]. Stoga se nameće potreba za razvojem kvalitetnijih i fleksibilnijih rješenja kojima bi se nastojalo obuhvatiti veći dio ove populacije.



Slika 1. Primjer računalno generirane poruke sekvencioniranjem grafičkih znakova za PK u programu Widgit Communicate SymWriter

Iako stručnjaci smatraju da bi oblikovanje aplikacija za PK na suvremenim pokretnim uređajima trebalo biti utemeljeno na dostupnim istraživanjima [3], nepostojanje jasnih smjernica proizašlih iz rezultata provedenih istraživanja, ali i iz dostupne literature u području potpomognute komunikacije, grafičkog oblikovanja i dizajna interakcija, otežava dizajnerima i razvijateljima aplikacija za potpomognutu komunikaciju primjenu spoznaja iz ovih područja u procesu razvoja aplikacija. Međutim, zbog velike heterogenosti u mogućnostima korisnika sa složenim komunikacijskim potrebama, uz smjernice je potrebno osigurati i provjeru uporabljivosti s korisnicima aplikacije [6]. Iako je pristup razvoju interaktivnih proizvoda koji

je usmjeren na korisnike i njihove potrebe prisutan od 80-ih godina prošlog stoljeća [7], postoje samo ograničena nastojanja takve prilagodbe, a odnose se na primjenu pojedinih aktivnosti u procesu razvoja rješenja za potpomognutu komunikaciju [8], [9]. No izostala su istraživanja kojima bi se definirao cjelokupni proces razvoja aplikacija za potpomognutu komunikaciju.

Newel i Alm ističu da su za razvoj učinkovitog sustava za potpomognutu komunikaciju potrebna znanja širokog spektra različitih disciplina [10]. Česta je percepcija uloge grafičkog dizajna u kontekstu razvoja ICT usluga kao segmenta koji je zadužen za „uljepšavanje“ korisničkog sučelja u svrhu privlačenja korisnika [11]. Međutim, s obzirom na prirodu komunikacije putem sustava za potpomognutu komunikaciju, vizualna domena predstavlja presudni element funkcionalnosti sustava, a samim time i značajan utjecaj na njegovu pristupačnost i uporabljivost.

Dosadašnja istraživanja u području vizualnih karakteristika grafičkih znakova za potpomognutu komunikaciju bila su usmjerena gotovo isključivo na utjecaj ikoničnosti (transparentnosti) grafičkih reprezentacija na njihovo prepoznavanje, usvajanje i pamćenje [12]–[16]. Ovakav fokus razumljiv je s obzirom na važnost ikoničnosti kao funkcionalnog elementa komunikacije pomoću znakova, međutim nužno je proširiti spektar istraživanja kako bi se ustanovili problemi i ponudila nova, kvalitetnija rješenja. Tek su pojedini autori bili usmjereni na istraživanje ostalih čimbenika vizualnog oblikovanja koji utječu na uporabljivost sustava za PK, poput Patel et al [17] u čijem se radu uspoređuju semiološki i sintaktički principi vizualne komunikacije rabljeni za ostvarivanje značenja zadanih pojmova unutar jednog skupa grafičkih znakova za PK s onima korištenima u grafičkom dizajnu i umjetnosti. Međutim, dosadašnjim istraživanjima grafičkih znakova nije ustanovljen utjecaj oblikovanja na preferencije korisnika sustava za potpomognutu komunikaciju. U svojoj analizi trenutnog stanja i budućih smjerova istraživanja u području PK tehnologija za djecu, Light i Drager [18] ističu potrebu za daljnjim istraživanjem utjecaja vizualnih elemenata oblikovanja znakova i sučelja PK usluga radi povećavanja njihove privlačnosti.

Jedan od važnih aspekata prikaza grafičkih znakova na pokretnim uređajima jest i vjernost reprodukcije boja. Zbog izostanka mogućnosti kalibracije i implementacije ICC (*International Color Consortium*) profila unutar operacijskih sustava pokretnih uređaja, prigodom odabira palete boja za oblikovanje grafičkih znakova i grafičkog korisničkog sučelja dizajner se može osloniti jedino na pretpostavku da su proizvođači uređaja karakteristike reprodukcije zaslona nastojali uskladiti sa sRGB prostorom boja, koji predstavlja standardni model rabljen za prikaz

boja na širokom spektru uređaja te za reprodukciju internetskog sadržaja [19]. Međutim, uvođenjem i popularizacijom novih tehnologija ravnih zaslona u pokretne uređaje, poput AMOLED emisijskih zaslona te razvojem tehnologije LCD zaslona, upitno je oslanjanje na upotrebu standardiziranog sRGB prostora boja, razvijenog kako bi opisao karakteristike reprodukcije prosječnog zaslona zastarjele CRT tehnologije, za definiranje paleta boja grafičkih znakova za potpomognutu komunikaciju. Postojeća istraživanja u ovom području ukazuju na značajna odstupanja kolorimetrijskih karakteristika LCD i AMOLED zaslona ugrađenih u pokretne uređaje [20], [21], međutim nije ustanovljeno koliko je njihovo odstupanje od sRGB modela.

Iz svega navedenoga vidljivo je da je razvoj ICT usluga za potpomognutu komunikaciju na pokretnim uređajima široke dostupnosti novo i uzbudljivo područje, koje nudi prostor za unapređenje postojećih sustava potpomognute komunikacije, kao i prostor za razvoj novih, suvremenijih rješenja. Ovaj rad nastoji se nadovezati na već postojeće spoznaje i ponuditi doprinos s gledišta grafičkog dizajna i tehnologije razvojem modela prilagodljivog sustava za potpomognutu komunikaciju pomoću grafičkih znakova na suvremenim pokretnim uređajima. Predloženim modelom omogućio bi se razvoj aplikacija za potpomognutu komunikaciju koje bi bile pristupačne i uporabljive širem spektru korisnika sa složenim komunikacijskim potrebama te bi imale optimiziranu reprodukciju na različitim pokretnim uređajima.

1.1 Ciljevi istraživanja i hipoteze

Osnovni cilj istraživanja u okviru disertacije jest izrada modela prilagodljivog sustava za potpomognutu komunikaciju grafičkim znakovima prilagođenog uporabi na pokretnim uređajima i omogućavanje njegove primjene na razvoj aplikacija za potpomognutu komunikaciju. Iako će istraživanje biti usmjereno prvenstveno na hrvatske korisnike ranije životne dobi, model će biti univerzalno primjenjiv na razvoj aplikacija za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama.

Kako bi model bio primjenjiv za unapređenje postojećih i izradu novih ICT usluga za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama, potrebno je ustanoviti smjernice oblikovanja grafičkih znakova i grafičkog korisničkog sučelja. Zbog složenosti problema potpomognute komunikacije pomoću grafičkih znakova i izazova koje ti problemi predstavljaju u razvoju aplikacija za populaciju sa složenim komunikacijskim potrebama, smjericama je potrebno

obuhvatiti sustav iz nekoliko različitih gledišta: potpomognute komunikacije, ljudskih faktora, grafičkog dizajna i dizajna interakcija, tehnoloških karakteristika pokretnih uređaja i značajki reprodukcije na njihovim zaslonima.

Budući da same smjernice nisu dovoljne da bi se osigurala uporabljivost aplikacija na suvremenim pokretnim uređajima za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama [6], [22], potrebno je definirati proces razvoja aplikacija namijenjenih potpomognutoj komunikaciji koji će omogućiti iterativni razvoj i evaluacije uporabljivosti s korisnicima za vrijeme procesa razvoja aplikacija.

Zbog važne uloge vizualne privlačnosti u motivaciji i prihvaćanju interakcijskih sustava kod djece [23], kao i kod percipirane razine uporabljivosti [24], potrebno je empirijskim istraživanjem utvrditi kako oblikovanje grafičkih znakova namijenjenih potpomognutoj komunikaciji, koji predstavljaju primarni vizualni sadržaj grafičkih korisničkih sučelja za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama, utječe na preferencije korisnika.

S obzirom na nove tehnologije zaslona koji se ugrađuju u pokretne uređaje potrebno je empirijskim istraživanjem utvrditi u kojoj mjeri reprodukcija boja na zaslonima pokretnih uređaja odstupa od standardnog prostora boja, sRGB, i na koji je način moguće odrediti paletu boja adaptivnog sustava za potpomognutu komunikaciju koja će imati optimalne karakteristike vjernosti prikaza boja s obzirom na eventualne razlike u njihovoj reprodukciji na različitim uređajima.

S obzirom na ciljeve istraživanja postavljaju se sljedeća istraživačka pitanja:

- Na koji način unaprijediti postojeće znakovne sustave za potpomognutu komunikaciju na suvremenim pokretnim uređajima kako bi bili prikladni za što širi krug korisnika?
- Koje su preferencije korisnika u pogledu složenosti grafičkih znakova za potpomognutu komunikaciju?
- Koje su preferencije korisnika u pogledu likovnog stila grafičkih znakova za potpomognutu komunikaciju?
- U kolikoj mjeri postojeći standardni prostor boja uspješno opisuje reproduksijske karakteristike zaslona suvremenih pokretnih uređaja?
- Je li novim pristupom karakterizaciji zaslona suvremenih pokretnih uređaja moguće odrediti ponašanje „standardnog zaslona“ koje će preciznije opisivati reprodukciju na pokretnim uređajima u odnosu na postojeći standardni prostor boja te na osnovi

dobivenih rezultata razviti paletu boja koja će biti optimizirana za prikaz na zaslonima različitih pokretnih uređaja?

- Je li upotrebom principa grafičkog dizajna za pokretne uređaje, postojećih istraživanja u području potpomognute komunikacije, dizajna interakcija, psihologije percepcije i rezultata empirijskih istraživanja oblikovanja znakova i karakteristika reprodukcije zaslona pokretnih uređaja moguće definirati sveobuhvatne smjernice oblikovanja grafičkih znakova i grafičkih korisničkih sučelja za usluge namijenjene potpomognutoj komunikaciji za pokretne uređaje?
- Je li primjena postojećih načela dizajna usmjerenog korisnicima adekvatna za primjenu modela prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama u procesu razvoja aplikacija za suvremene pokretne uređaje ili je načela potrebno proširiti?

Na temelju ciljeva istraživanja postavlja se glavna hipoteza:

H1. *Na temelju principa proizašlih iz primjene metoda dizajna usmjerenog korisnicima i iz kolorimetrijske karakterizacije moguće je izraditi novi model prilagodljivog sustava za potpomognutu komunikaciju grafičkim znakovima prilagođen uporabi na pokretnim uređajima.*

Pomoćne hipoteze jesu:

H2. *Grafički znakovni sustavi s prilagodljivom reprodukcijom poboljšavaju uporabljivost ICT usluga na pokretnim uređajima osobama sa složenim komunikacijskim potrebama.*

H3. *Specificiranjem elemenata grafičkog korisničkog sučelja kao dijela novog PK sustava potrebno je osigurati ujednačenost oblikovanja i reprodukcije sustava.*

H4. *Ciljani korisnici preferiraju reprezentacije znakova visoke vizualne složenosti i slobodne metode stilizacije.*

H5. *Postojeći standardizirani prostori boja ne opisuju na adekvatan način ponašanje zaslona na pokretnim uređajima. Stoga je potreban nov pristup karakterizaciji zaslona na pokretnim uređajima s ciljem specifikacije kolorističkih elemenata oblikovanja sustava.*

1.2 Metode istraživanja

Smjernice za oblikovanje adaptivnog sustava grafičkih znakova i elemenata korisničkog sučelja ICT usluga za potpomognutu komunikaciju namijenjenih suvremenim pokretnim uređajima bit će utemeljene na sljedećim metodama:

- teorijskoj analizi učinka dosadašnjih rezultata istraživanja u području percepcije, oblikovanja i uporabe grafičkih znakova i grafičkih korisničkih sučelja na oblikovanje znakova i elemenata grafičkog korisničkog sučelja za potpomognutu komunikaciju,
- komparativnoj analizi pet popularnih postojećih skupova grafičkih znakova za potpomognutu komunikaciju: Picture Communication Symbols (PCS), Widgit Symbols, Symbolstix, ARASAAC i Sclera Pictos,
- evaluaciji četiriju postojećih aplikacija za potpomognutu komunikaciju: Proloquo2go, Avaz, MyFirstAAC i Tobii Sono Flex.

Na osnovi utvrđenih smjernica predložit će se novi prilagodljivi model grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama. Kako bi se za njih osigurala primjena modela u sklopu razvoja uporabljivih aplikacija, provedena su sljedeća istraživanja empirijskim putem:

- istraživanje utjecaja vizualne složenosti i stila oblikovanja grafičkih znakova za PK na preferencije korisnika,
- istraživanje vjernosti reprodukcije boja na zaslonima suvremenih pokretnih uređaja i optimizacije palete boja za reprodukciju na suvremenim pokretnim uređajima,
- istraživanje primjene principa dizajna usmjerenog korisniku na razvoj aplikacija za potpomognutu komunikaciju.

Za istraživanje utjecaja vizualne složenosti i stila uporabljen je eksploratorni pristup prezentacije podražaja koji su razvrstani u 3 skupine po 9 grafičkih reprezentacija. Kao metoda evaluacije primijenjena je prilagođena metoda višestrukih podražaja bez zamjene. Za statističku analizu podataka uporabljen je hi-kvadrat test za utvrđivanje statistički značajne razlike u odabirima i Spearmanov test za utvrđivanje postojanja korelacije.

Istraživanje vjernosti reprodukcije boja na zaslonima suvremenih pokretnih uređaja provedeno je na 20 različitih uređaja. Empirijski rezultati za sve uređaje uspoređeni su sa sRGB prostorom

boja na temelju srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike. Da bi se definirali modeli standardnog zaslona pokretnog uređaja, evaluirano je pet metoda karakterizacije zaslona: Piecewise linearni model koji podrazumijeva varijaciju u kromatičnosti (PLVC), umjetna neuronska mreža, polinomna regresija 2. reda, polinomna regresija 3. reda i poliharmonijska splajn funkcija. Modeli su evaluirani na temelju srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike u odnosu na empirijske podatke za uređaje. Odabrani model standardnog uređaja rabio se za optimizaciju vrijednosti boja pomoću predloženog modela procesa generiranja i optimizacije palete boja na osnovi najmanjeg odstupanja karakterizacijskog modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od vrijednosti evaluiranih uređaja.

Predloženi model UCD procesa za razvoj aplikacija namijenjenih potpomognutoj komunikaciji izrađen je na temelju teorijskih spoznaja u područjima dizajna usmjerenog korisnicima, potpomognute komunikacije, evaluacije uporabljivosti softverskih proizvoda i evaluacija s osobama s razvojnim poteškoćama te je evaluiran metodom studije slučaja (*case-study*). Model je primijenjen za proces razvoja aplikacije „Komunikator+“ u sklopu projekta „Kompetencijska mreža zasnovana na informacijsko-komunikacijskim tehnologijama za inovativne usluge namijenjene osobama sa složenim komunikacijskim potrebama (ICT-AAC)“.

1.3 Struktura rada

Ostatak ovog doktorskog rada organiziran je kako slijedi. Drugo poglavlje bavi se problematikom potpomognute komunikacije pomoću grafičkih znakova i korištenja grafičkih znakovnih sustava. U trećem poglavlju obrađuje se problematika dizajna sustava za potpomognutu komunikaciju pomoću grafičkih znakova te se razmatra sljedeće: uloga grafičkog dizajna u dizajnu interakcija, zahtjevi uporabljivosti sustava za PK pomoću grafičkih znakova, postojeće smjernice, metode slikovnih prikaza i njihove karakteristike te principi vizualne organizacije i kategorizacije unutar sustava za PK. Četvrto poglavlje posvećeno je analizi elemenata i principa oblikovanja prilagodljivih sustava za PK pomoću grafičkih znakova. U petom poglavlju predstavljen je predloženi model prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa SPK. U šestom poglavlju obrađen je problem utjecaja estetike na motivaciju i percepciju uporabljivosti te je opisana provedba empirijskog istraživanja utjecaja vizualne složenosti i stila oblikovanja grafičkih znakova za PK na preferencije korisnika, zajedno s prezentacijom i diskusijom o rezultatima. Sedmo poglavlje posvećeno je

problematici empirijskog istraživanja vjernosti reprodukcije boja na zaslonima suvremenih pokretnih uređaja. Opisane su karakteristike tehnologija zaslona koji se ugrađuju u pokretne uređaje, prostori boja i modeli karakterizacije. Presentiran je proces određivanja modela standardnog zaslona pokretnog uređaja te je opisana provedba istraživanja, zajedno s rezultatima i diskusijom. Osmo poglavlje opisuje predloženi model procesa generiranja optimizirane palete na osnovi najmanjeg odstupanja karakterizacijskog modela standardnog zaslona pokretnog uređaja te provedbu optimizacije paleta zajedno s rezultatima i diskusijom. U devetom poglavlju obrađuje se problematika primjene dizajna usmjerenoga korisniku (UCD) u domeni razvoja aplikacija za potpomognutu komunikaciju. Presentiran je model UCD procesa za razvoj aplikacija namijenjenih PK te empirijsko istraživanje njegove primjene za proces razvoja aplikacije „Komunikator+“. Zaključci provedenih istraživanja presentirani su u posljednjem poglavlju.

Radi lakšeg snalaženja i bolje preglednosti ovog rada ustanovljene smjernice izdvojene su od ostatka teksta bojom i uokvirivanjem. Oznakom „SGZ“ označene su smjernice za oblikovanje grafičkih znakova, a oznakom „SKS“ označene se smjernice za oblikovanje grafičkih korisničkih sučelja u okviru predloženog modela prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa SKP.

SGZ X: Predstavlja smjernice za oblikovanje grafičkih znakova prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za PK. Uz smjernice nužne za funkcioniranje prilagodljivosti sustava, ove smjernice obuhvaćaju i općenite smjernice za dizajn grafičkih znakova za PK.

SKS X: Predstavlja smjernice za oblikovanje grafičkih korisničkih sučelja (GKS) prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za PK. Uz smjernice nužne za funkcioniranje prilagodljivosti sustava, ove smjernice obuhvaćaju i općenite smjernice dizajna GKS za PK.

1.5 Nazivlje

Alternativna i augmentativna komunikacija (*Alternative and Augmentative Communication*, AAC) u stranoj literaturi predstavlja općeprihvaćen naziv za područje usmjereno na alate i

metode za zamjenu ili dodatak komunikaciji koja je namijenjena osobama s kompleksnim komunikacijskim potrebama. Za ovo se područje u hrvatskoj literaturi upotrebljava naziv „potpomognuta komunikacija“ (PK), koji se primarno rabi i u ovom radu.

Iako se grafički znakovi unutar područja potpomognute komunikacije najčešće nazivaju simbolima, u ovom se radu upotrebljava terminologija koja je u skladu s Pierceovom semiološkom kategorizacijom, prema kojoj se znakovi dijele na ikone, simbole i indekse. Prema toj definiciji većina slikovnih sustava rabljenih za PK sadržava nešto iz svake od navedenih kategorija. Stoga se umjesto pojma „simbol“ kao skup vizualnih reprezentacija unutar sustava za PK rabi pojam „grafički znak“.

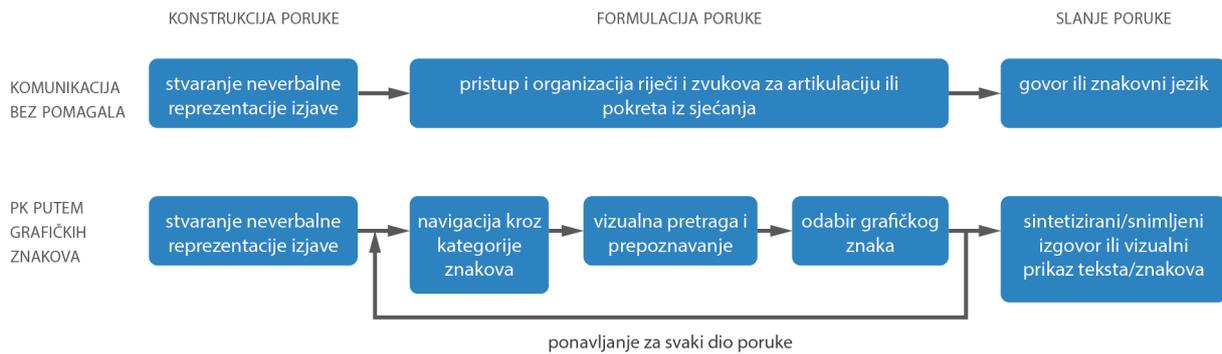
Pojmom „suvremeni pokretni uređaji“ u ovom radu objedinjuju se sve vrste široko dostupnih visokotehnoloških prijenosnih uređaja s dinamičnim zaslonom, osim prijenosnih računala koja nisu usko specijalizirana u svojoj namjeni, a čiji operacijski sustav korisniku omogućuje proširenje funkcionalnosti pomoću ICT usluga u obliku tzv. „aplikacija“. Stoga se u skupinu suvremenih pokretnih uređaja primarno ubrajaju uređaji poput tablet računala (*tablets*) i „pametnih“ telefona (*smartphones*). Pojam „specijalizirani pokretni uređaji za PK“ označava sve visokotehnološke pokretne uređaje razvijene s ciljem da budu rabljeni primarno za PK.

Potrebno je razlikovati pojam „grafički znakovni sustav za PK“ u jezičnoj domeni i domeni razvoja metoda i tehnologija za PK. Vanderheiden i Lloyd definiraju znakovni sustav (*symbol system*) kao „...skup znakova posebno oblikovanih kako bi funkcionirali zajedno u cilju pružanja potpune komunikacije. Znakovni sustavi uključuju pravila ili logiku za razvoj znakova koji nisu prisutni u sustavu.“ Za razliku od znakovnog sustava, Vanderheiden i Lloyd razlikuju znakovni skup koji definiraju kao „...skup znakova koji je po prirodi zatvoren... Znakovni skup može se proširiti, ali ne postoje jasno definirana pravila širenja“. S tehnološkog aspekta „sustavi za PK“ predstavljaju integraciju komponenti reprezentacije vokabulara, medija komunikacije i pristupa vokabularu u svrhu slanja poruke [25]. U ovom radu pojam „grafički znakovni sustav za PK“ rabi se u kontekstu razvoja metoda i tehnologija za PK, odnosno sustava za PK koji su usmjereni na uporabu grafičkih znakova kao sredstava za PK. U ove sustave ubrajaju se i uređaji za pomoć u glasovnoj komunikaciji (*Voice output communication aids*, VOCA) koji se koriste grafičkim znakovima. Kako bi se izbjegla konfuzija, umjesto pojma „grafički znakovni sustav za PK“ u jezičnoj domeni rabi će se pojam „sustav grafičkih znakova za PK“.

2. Potpomognuta komunikacija pomoću grafičkih znakova

Pravo na komunikaciju predstavlja jedno od temeljnih ljudskih prava. Međutim, nekim je pojedincima u društvu, zbog kongenitalnih ili stečenih poteškoća, uskraćena ili otežana mogućnost verbalne, a u nekim slučajevima i velikim dijelom neverbalne komunikacije. Kako bi ostvarili svoje komunikacijske potrebe, ovi pojedinci, u literaturi [26] nazivani osobe s teškim komunikacijskim poremećajima, osobe s ostacima govora ili bez funkcionalnoga govora, odnosno osobe sa složenim komunikacijskim potrebama, često se koriste sredstvima i strategijama potpomognute komunikacije. Potpomognuta komunikacija (PK, *Augmentative and Alternative communication*, AAC) jest područje istraživanja te kliničke i edukacijske prakse kojima je cilj proučavati ili, u nužnim slučajevima, pokušati kompenzirati trenutne ili trajne poteškoće, ograničenja u aktivnostima i restrikcije u sudjelovanju pojedinaca koji imaju znatna odstupanja u produkciji i razumijevanju jezično-govorne komunikacije, uključujući govorne i pismovne modalitete. Sažeto rečeno, cilj potpomognute komunikacije jest ostvarenje najboljeg mogućeg učinka komunikacije za pojedince sa složenim komunikacijskim potrebama.

Sustavi PK podrazumijevaju sva sredstva koja omogućuju komunikacijski proces korisnicima sa SKP. Prema načinu komunikacije generalno su podijeljeni na PK bez pomagala (*unaided AAC*) i PK uz pomagala (*aided AAC*). Dok je u slučaju PK bez pomagala korisnik u stanju ostvariti komunikaciju koristeći se isključivo funkcijama vlastitoga tijela, PK uz pomagala podrazumijeva ostvarivanje potencijala pojedinčevih komunikacijskih sposobnosti uporabom pomoćnih sredstava, poput komunikacijskih ploča. Budući da uporaba grafičkih znakova radi komunikacije zahtijeva njihovo postojanje u fizikalnom obliku, takav oblik PK svrstava se u kategoriju potpomognute komunikacije uz uporabu pomagala, a sustavi utemeljeni na ovom obliku komunikacije zovu se znakovni komunikacijski sustavi za osobe sa SKP. Sastoje se od triju dijelova sredstva reprezentacije (grafički znakovi, grafičko korisničko sučelje, GKS), sredstva za odabir (pristup) i sredstva za slanje poruke (zvuk, tekst, slikovni prikaz) [27].



Slika 2. Usporedba procesa komunikacije bez pomagala i potpomognute komunikacije grafičkim znakovima

Unatoč svim nastojanjima za optimalnim rješenjima postoji nekoliko značajnih nedostataka potpomognute komunikacije grafičkim znakovima u odnosu na metode komunikacije koje ne uključuju pomagala, poput govora ili znakovnog jezika. Jedan od njih jest i sama brzina komunikacije, koja je određena i ograničena korisnikovom sposobnošću pronalaska ili odabira odgovarajućega grafičkoga znaka. Brzina komunikacije bez pomagala iznosi između 150 i 200 riječi u minuti, dok su korisnici PK uz pomagala u stanju proizvesti 6 do 20 riječi u minuti direktnim odabirom [28]. Međutim, brzina komunikacije smanjuje se na samo 3 do 5 riječi u minuti ukoliko korisnik vrši odabir metodom skeniranja [29], koja se zasniva na odabiru znakova i naredbi slanjem jednostavnoga signala u uređaj za PK, najčešće uporabom posebno prilagođenih sredstava za odabir, u obliku elektroničkih prekidača. Razvijeno je nekoliko različitih metoda skeniranja, odnosno kretanja kroz mrežni prikaz grafičkih znakova, od čega je najjednostavnije i najsporije linearno skeniranje, gdje se pokazivač u određenim vremenskim intervalima sekvencijalno pomiče po pojedinim znakovima unutar redaka, odnosno stupaca. Kako bi izvršio odabir, korisnik mora čekati da se pokazivač pozicionira na željeni znak. Navedeni proces može se ubrzati implementacijom metode redak-stupac ili grupa-redak-stupac, gdje korisnik prvo odabire redak, odnosno grupu pa redak te nakon toga željeni znak unutar retka. Ukoliko je korisnik sposoban dva ili više prekidača, proces odabira skeniranjem dodatno se ubrzava.

Osim fizikalnih zahtjeva interakcije korisnika s uređajem, svako sučelje za PK od korisnika zahtijeva ulaganje određene količine kognitivnog i percepcijskog napora [30]. Za razliku od procesa komunikacije bez pomagala, u kojem se korisnik prisjeća pojmova i koncepata kojima se želi služiti u komunikaciji te ih generira nekim od dostupnih modaliteta, korisnik PK

grafičkim znakovima, koji se za ostvarivanje komunikacije služi pomagalom, mora proći kroz nekoliko radnji: mora izvršiti pretragu ponuđenih grafičkih znakova, prepoznavanje željenog znaka i odabir željenog znaka. Kako bi oblikovao izjavu ili rečenicu, korisnik za svaki njezin dio mora ponovno prolaziti kroz sve navedene faze (Slika 2). Ukoliko svi potrebni znakovi korisniku nisu prezentirani na dostupnoj ploči ili zaslonu, on se mora prisjetiti željenoga znaka te ga zadržati u pamćenju cijelo vrijeme pretrage. U slučaju opsežnijega vokabulara ovo može biti iscrpljujući i dugotrajan proces koji od korisnika često zahtijeva i dodatne odabire, kao u slučaju da se željeni znak nalazi u nekoj od kategorija.

Sljedeći značajni nedostatak ovakvih sustava jest opseg vokabulara. U slučaju PK bez pomagala, gdje je opseg vokabulara ograničen jedino korisnikovim znanjem i memorijom, vokabular komunikacijskih sustava grafičkim znakovima ograničen je samim brojem znakova, osobito u sustavima koji se koriste jednoznačnim znakovima, odnosno njihovim mogućim kombinacijama u sustavima poput Blissymbols ili Minspeak. Ukoliko korisnik posjeduje jezične vještine koje su iznad ponuđenoga vokabulara u sustavu, ograničenje vokabulara onemogućuje mu ostvarenje komunikacijskog potencijala.

Još jedan nedostatak predstavlja sama ovisnost korisnika o sredstvu komunikacije jer nekima od njih komunikacijsko pomagalo predstavlja jedino sredstvo za ostvarenje komunikacije. U slučajevima kada mu je ono nedostupno, korisnik uopće nije u mogućnosti ostvariti svoje komunikacijske potrebe ili mu je ta mogućnost izrazito ograničena.

Odnos prema komunikacijskom partneru također može predstavljati problem. Budući da je tijekom komunikacije pozornost korisnika zaokupljena pretragom i odabirom grafičkih znakova, korisnici pomagala nisu u mogućnosti održavati kontakt s govornikom očima, te im je pažnja podijeljena na korištenje uređajem i na komunikacijskoga partnera. Značajke komunikacijskog sredstva diktiraju i korisnikov položaj u odnosu na sugovornika. Naime, već samo prisustvo komunikacijskog sredstva kod sugovornika može prouzročiti predrasude o komunikacijskoj kompetenciji korisnika.

Kako bi se korisniku PK grafičkim znakovima olakšala i ubrzala komunikacija sa sugovornikom, određeni sustavi omogućuju konstrukciju poruke prije njezina odašiljanja (zvučnim ili slikovnim putem) i njezinu pohranu u memoriju uređaja, čime se korisniku omogućuje da poruku slaže brzinom koja mu odgovara ili da unaprijed pripremi gotove poruke za konverzaciju. Slaganje poruka ne zahtijeva konstantnu prisutnost sugovornika, što korisnika

može osloboditi osjećaja pritiska i frustracije zbog nemogućnosti ostvarivanja ravnopravne dinamike komunikacije. Hoag et al [31] ustanovili su da sugovornici percipiraju komunikacijsku kompetenciju korisnika PK boljom ukoliko se za vrijeme komunikacije koriste unaprijed pripremljenim izjavama

SKS 1: Korisniku je potrebno omogućiti jednostavnu pripremu, pohranu i pristup unaprijed formuliranim porukama.

Svaki od navedenih razloga može imati utjecaj na efikasnost komunikacije ili motivaciju korisnika sustava za PK ili sugovornika u iniciranju i održavanju procesa komunikacije. Stoga implementacija novih tehnologija radi izrade što efikasnije pomoći u komunikaciji predstavlja jedan od fokusa PK. Međutim, iako razvoj i primjena novih tehnologija u području PK ima veliku važnost, Beukelman i Mirenda podsjećaju kako krajnji cilj PK nije pronaći tehnološko rješenje komunikacijskih problema, nego omogućiti pojedincima efikasne i učinkovite pristupe različitim metodama interakcije i sudjelovanja u aktivnostima prema vlastitom izboru [32]. Stoga se vrijednost tehnologije u području PK ogleda samo u njezinoj moći da maksimizira komunikaciju i sudjelovanje osobe čija komunikacija ovisi o uporabi PK. Bitno je da se ovaj cilj uzme u obzir već u procesu planiranja razvoja novih tehnologija i sustava za PK.

U kontekstu potpomognute komunikacije Lloyd, Quist i Windsor [33] odredili su tri glavne značajke ponašanja kako bi se određena interakcija mogla smatrati komunikacijom:

1. treba imati valjanu namjeru ili mora biti usmjereno k određenom cilju. Ponašanje pošiljatelja poruke treba biti planirano kako bi ona na određeni način utjecala na primatelja;
2. treba biti regulirano. Ponašanje ne treba biti univerzalno ili društveno prihvatljivo, ali treba biti adekvatno situaciji
3. treba funkcionirati u kontekstu s drugim elementima ponašanja koji se smatraju značajnima u klasifikaciji ponašanja kao komunikacije i određivanja njezina oblika i konteksta.

Izrazito je bitno da dizajn i funkcionalnost sredstva za PK pružaju potporu korisniku u ostvarivanju svih triju navedenih uvjeta. Kako bi se to moglo realizirati, potrebno je sagledati sve čimbenike koji utječu na proces komunikacije. Može se zaključiti da proces potpomognute komunikacije ovisi o trima glavnim čimbenicima: korisniku, pomagalu i kontekstu uporabe,

odnosno komunikacije. Stoga je, radi definiranja značajki grafičkog oblikovanja ovakvih sustava, prije svega potrebno definirati tko su korisnici ovakvih sustava, koje su im zajedničke karakteristike, koje su njihove potrebe i želje u vezi s navedenim sustavima, s kojim se izazovima i ograničenjima susreću prigodom njihove uporabe i na koje se načine koriste sustavima za PK. Karakteristike samog uređaja također su bitne za grafičko oblikovanje usluga za PK, poglavito značajke povezane s reprodukcijom slikovnih elemenata, mogućnošću njihova odabira i slanja. S obzirom na čestu ovisnost korisnika o uređaju za PK, on se PK uslugama može koristiti u nizu različitih situacija i okruženja: tijekom komunikacije u prisustvu komunikacijskog partnera ili za komunikaciju na daljinu, za komunikaciju kod kuće ili u školi/vrtiću itd. Svaki od ovih scenarija može rezultirati drugačijom uporabom sustava koji je potrebno predvidjeti u procesu njegova razvoja.

Iako se sustavi za PK koriste pretežno radi (neposredne) komunikacije, zbog fleksibilnosti koje suvremeni pokretni uređaji pružaju mogućnošću proširenja funkcionalnosti u formi aplikacija, jednim uređajem omogućuje se primjena PK u različitim aktivnostima:

- za neposrednu komunikaciju u prisustvu sugovornika pomoću glasovnog ili slikovnog izlaza
- za posrednu komunikaciju pomoću interneta,
- kao sredstvo za igru
- kao sredstvo za edukaciju, edukaciju igrom („ozbiljne igre“) ili prikupljanje informacija, odnosno prijenos informacija na relaciji uređaj-korisnik

Ukoliko se u obzir uzmu svi naveden čimbenici, svaka od ovih primjena predstavlja zaseban izazov u kontekstu dizajna GKS i njegove implementacije unutar programskog sustava.

2.1 Korisnici potpomognute komunikacije pomoću grafičkih znakova

Ne postoji jedinstveni profil korisnika potpomognute komunikacije. Obuhvaćene su sve dobne skupine, a međusobno se mogu znatno razlikovati po osjetilnim, motoričkim te kognitivnim sposobnostima, kao i prema ciljevima, zahtjevima i potrebama korištenja PK. Jedina im je zajednička karakteristika da trebaju adaptivnu pomoć za govor i/ili pisanje zbog činjenice da je njihova govorna, gestikularna i/ili pisana komunikacija privremeno ili permanentno

neadekvatna za zadovoljenje svih njihovih komunikacijskih potreba [32]. Blackstone [34] smatra da 0,2 - 0,6% svjetske populacije školske dobi ima teške govorne poremećaje.

Najčešći uzroci složenih komunikacijskih potreba mogu biti kongenitalni i stečeni ili degenerativni. U kongenitalna oboljenja koja uzrokuju potrebu za PK ubrajaju se intelektualne teškoće, cerebralna paraliza, autizam i razvojna govorna apraksija, dok su stečena oboljenja moždano krvarenje, ozljede glave, oštećenja leđne moždine i rak. Amiotrofična lateralna skleroza, mišićna distrofija, sindrom stečene imunodeficijencije i Huntingtonova bolest najčešći su uzroci degenerativnih bolesti gdje oboljeli mogu imati prednost od intervencije PK.

Budući da pojedinci s dijagnozom sličnom gore navedenima mogu imati različit stupanj komunikacijskih sposobnosti, u kontekstu svrhe i načina korištenja sredstva za PK vjerojatno je najprilagođenija klasifikacija Tetzchnera i Martinsena, koji su korisnike potpomognute komunikacije podijelili u tri glavne funkcionalne skupine [35]:

- ekspresivna jezična skupina - pripadaju joj osobe koje mogu imati dostatnu sposobnost razumijevanja jezika, ali zbog poteškoća nisu u mogućnosti jasno se izražavati govorom. Ovoj su skupini sredstva PK trajni način izražavanja tijekom života. Česti pripadnici ove skupine jesu djeca s Downovim sindromom i cerebralnom paralizom;
- podupiruća jezična skupina - podijeljena je na dvije podskupine:
 - a) razvojna skupina kojoj uporaba sredstava PK znači korak prema razvoju jezičnih sposobnosti
 - b) situacijska skupina - obuhvaća osobe koje su naučile govoriti, ali ih u pojedinim situacijama zbog nejasnoga govora sugovornici ne mogu razumjeti. Ovoj skupini sredstva PK služe za osnaživanje vlastitih govornih sposobnosti;
- Alternativna jezična skupina - pripadnici ove skupine imaju poteškoća u razumijevanju jezika i u izražavanju govorom te im PK postaje najčešće korišten način komunikacije s okolinom. Ovoj skupini često pripadaju osobe s poremećajem iz autističnog spektra i osobe sa značajnim intelektualnim poteškoćama.

SKS 2: Oblikovanje GKS treba podržavati potrebe svih triju funkcionalnih skupina korisnika potpomognute komunikacije.

Djeca sa složenim komunikacijskim potrebama pripadaju osjetljivoj skupini te su podložna rizicima u nekoliko segmenata razvoja, poput razvoja funkcionalnih komunikacijskih vještina, govora, jezičnoga, kognitivnoga i konceptualnoga razvoja, razvoja pismenosti, sudjelovanja u društvu, pristupa edukaciji i sveukupnoj kvaliteti života [36]. Stoga je toj djeci pristup sredstvima PK potrebno omogućiti u ranoj fazi razvoja kako bi mogla optimalno ostvariti svoj komunikacijski i razvojni potencijal te pozitivan ishod u navedenim područjima. Razvoj „slikovne kompetencije“ - sposobnosti da se percipiraju, interpretiraju i razumiju grafički simboli u komunikaciji, odvija se postupno tijekom prvih godina života. Smatra se da tek od 3. godine djeca počinju shvaćati dualnu reprezentaciju slikovnih reprodukcija, odnosno da slike mogu predstavljati reprezentaciju objekata ili koncepata te da sadržaji mogu biti prikazani na nekoliko različitih načina [37].

Međutim, uz nemogućnost izražavanja govorom u komunikacijskom procesu, korisnici PK grafičkim znakovima često su suočeni i s dodatnim poteškoćama koje im otežavaju proces komunikacije. Stoga, prigodom planiranja oblikovanja sustava znakova i korisničkog sučelja za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama potrebno je uvažiti procese koji su aktivni za vrijeme komunikacije pomoću grafičkih znakova. Oni se mogu podijeliti na osjetilne, kognitivne i motoričke.

Za razliku od verbalne komunikacije, osjetilni i kognitivni procesi povezani s vizualnim podražajima esencijalni su za komunikaciju grafičkim znakovima. Mogućnost diskriminacije u domenama svjetlosti, prostora i boja osnovni su preduvjeti za uspješnu interakciju s većinom GKS. Značajan udio korisnika sustava za PK ima neki oblik poremećaja vida [38], [39], što za posljedicu može imati znatno otežanu interakciju sa sustavima za PK u kojima se koriste grafički znakovi. Empirijski je utvrđeno da veličina prikazanih znakova i naredbi GKS, kao i odnos figura i pozadine u kontekstu boje i kontrasta imaju značajniji utjecaj na performanse korištenja GKS korisnika s poremećajima vida u odnosu na korisnike s normalnim vidom [40].

U svojem najjednostavnijem obliku komunikacija pomoću grafičkih znakova uz korištenje pomagala usmjereno je na prepoznavanje s ciljem smanjenja memorijskih zahtjeva, odnosno korisniku je ponuđen niz „vizualnih podsjetnika“ koji mu mogu olakšati iskazivanje trenutnih želja i potreba. Međutim, kao što je i opisano na početku ovog poglavlja, kompleksniji sustavi za PK od korisnika zahtijevaju značajne kognitivne napore u području vizualne pretrage, kretanju kroz sučelje, u području prepoznavanja i pamćenja.

SKS 3: Oblikovanje GKS treba služiti u funkciji smanjenja razine kognitivnog i motoričkog opterećenja na korisnika.

Higginbotham et al [41] opisuju motoričke sposobnosti korisnika PK kao „konstantno nekonzistentne“. Korisnici često nisu u mogućnosti postići konzistentan, pouzdan i neumarajući fizikalni pristup uređaju. Ovo posebno vrijedi za PK pomoću grafičkih znakova jer predstavlja komunikacijsko rješenje koje se nastoji prilagoditi i korisnicima s izrazito ograničenim motoričkim predispozicijama. Korisnici direktni ili indirektni odabir simbola mogu izvoditi gotovo svakim pokretnim dijelom tijela, ali u nekim slučajevima to je moguće samo uz uporabu pomagala. S obzirom na napor koji korisnici ulažu kod interakcije, dizajneri sustava trebaju uzeti u obzir nekonzistentnost pristupa prigodom određivanja značajki oblikovanja sustava, poput veličine, pozicioniranja i vremena odabira znakova i naredbi na dinamičkom zaslonu, kao i principa kretanja kroz dinamične prikaze na zaslonu.

SKS 4: GKS svojim oblikovanjem i funkcionalnošću treba omogućiti pristup korisnicima širokog spektra perceptivnih, kognitivnih i motoričkih sposobnosti.

Pojedini korisnici zbog svojih motoričkih i drugih poteškoća nisu u mogućnosti samostalno upravljati uređajem za PK, pa umjesto njih GKS koriste roditelji, nastavno osoblje ili skrbnici. Stoga je pri razvoju znakovnih sustava i ostale opreme uređaja za PK potrebno predvidjeti scenarije u kojima se osoba SPK sustavom koristi posredno, uz pomoć. Česta je i uzajamna, istovremena uporaba sustava između korisnika sa SPK i sugovornika, stoga je sustave potrebno napraviti funkcionalnima za obje vrste korisnika. U ovoj radnji korisnici sa SPK koji se koriste sustavom u svrhu PK mogu biti navedeni kao „primarni korisnici“, dok se ostali korisnici sustava, koji mogu biti u ulozi potpore korisnicima sa SPK ili njihovih sugovornika, navode kao „sekundarni korisnici“.

SKS 5: GKS svojim oblikovanjem i funkcionalnošću treba omogućiti pristup sekundarnim korisnicima: roditeljima i skrbnicima korisnika sa SPK, edukacijskim rehabilitatorima i ostalim sugovornicima korisnika sa SPK.

2.2 Visokotehnološki uređaji s dinamičkim zaslonom korišteni u PK pomoću grafičkih znakova

Budući da komunikacija putem grafičkih znakova podrazumijeva prisutnost grafičkoga znaka u fizikalnoj ili digitalnoj formi, karakteristike medija u kojem su prikazani, kao i mogućnosti i ograničenja uređaja pomoću kojih se prikazuju, predstavljaju značajne čimbenike koji utječu na izvedbu grafičkih znakova. U svojoj osnovnoj kategorizaciji uređaji za PK podijeljeni su na niskotehnološke, poput komunikacijskih kartica ili taktilnih znakova, i visokotehnološke, čija je funkcionalnost bar jednim dijelom ovisna o uporabi elektroničkih sklopova.

U kontekstu prezentacije vokabulara uređaji se dijele na sustave sa statičkim i dinamičkim zaslonom. Korisnici uređaja sa statičkim zaslonima ograničeni su na uporabu ograničenog broja znakova na jednoj površini.

Visokotehnološko sredstvo za PK ne mora nužno imati dinamički zaslon za prikaz podataka. Česta je pojava da se elektronički sklopovi u uređaju rabe primarno za generiranje zvuka, dok je prikaz znakova izveden pomoću otisnutih komunikacijskih ploča. U slučaju da korisnik želi promijeniti vokabular, potrebno je najprije s uređaja ukloniti ploču i postaviti drugu. Ukoliko korisnik nema dovoljno motoričke sposobnosti za uspješnu izvedbu ove operacije, za pristup željenom vokabularu ovisan je o skrbniku ili asistentu. Prednost ovog pristupa jest što znakovi imaju taktilne karakteristike s naglašenom separacijom, što kod pojedinih korisnika omogućuje veću preciznost i taktilnu povratnu informaciju prilikom odabira. Sustavi sa statičnim zaslonom ograničeni su u pogledu ograničenog prikaza vokabulara i u pogledu adaptacije prezentacije znakova i korisničkog sučelja. Iako je moguća implementacija znakova različitih vizualnih karakteristika, njihove dimenzije su fiksne i ne omogućuju korisnicima prilagodbu prema njihovim perceptivnim mogućnostima. Zadani raspored kontrola korisniku uvjetuje i nužnost prilagodbe uređaju.

U sustavu s dinamičkim zaslonom korisnik je u mogućnosti u kratkom vremenu izmijeniti sadržaj cijelog zaslona ili njegova dijela. Očigledna je prednost ovih uređaja što broj znakova nije ograničen dimenzijama zaslona, već je moguć dinamički prikaz velikog broja znakova korištenjem iste površine zaslona. Znakovi korišteni za formuliranje poruke često su podijeljeni u kategorije, što korisniku omogućuje pristup relevantnom segmentu vokabulara i njegovo „prelistavanje“, odnosno pretragu znakova unutar kategorije.

Tablica 1. Analiza tehničkih specifikacija suvremenih pokretnih uređaja i specijaliziranih pokretnih uređaja za PK dijagonale zaslona 7-9 inča. Podaci prikupljeni s web sjedišta proizvođača i s <http://www.gsmarena.com>

| | Suvremeni pokretni uređaji | | | Specijalizirani uređaji za PK | | | | | | |
|---------------------------|--|--|--|---|---|---|---|---|-----------------------|--|
| Naziv uređaja | Samsung Galaxy Tab 8.9 | Barnes&Neble Neok Tablet | Samsung Galaxy Tab 7 Plus | Springboard Lite | Vantage Lite | Jabbla Mobi 2 | Tobii C8 Communication aid | Jabbla Zingui | Words+ Sam Tablet SM1 | Dynavox V+ |
| Tehnologija zaslona | LCD | IPS LCD | LCD | LCD | LCD | LCD | LCD | LCD | LCD | LCD |
| Dijagonala zaslona | 8.9 in | 7 in | 7 in | 7 in | 8.7 in | 8.4 in | 8.4 in | 8.4 in | 8.4 | 8.4 |
| Broj sl. elemenata | 1280 x 800 px | 1024 x 600 px | 1024 x 600 px | 800 x 480 px | 800 x 600 px | 800 x 600 px | 800 x 600 px | 640 x 480 px | 800 x 600 px | 800 x 600 px |
| Razlučivost | 170 ppi | 170 ppi | 170 ppi | 133 ppi | 115 ppi | 119 ppi | 119 ppi | 91 ppi | 119 ppi | 119 ppi |
| Procesor | dual-core, 1 GHz | T.I. OMAP 4 dual-core, 1 GHz | ExyNes dual-core, 1.2 GHz | N/A | N/A | AMD Geode LX800, 500MHz | Intel Core Duo U2500 | Marvell Xscale PXA | AMD Geode, 800MHz | Intel Atom, 1.6 GHz |
| Radna memorija | 1 GB | 1 GB | 1 GB | N/A | N/A | 1 GB | 2 GB | 128 MB | 128 MB | 1 GB |
| Kapacitet pohrane | 16 GB (32 GB opcionalno) | 16 GB | 32 GB | N/A | N/A | 8 GB | 60 GB | 1 GB | 2 GB | 80 GB |
| Kamera | Da, 2 | Ne | Da, 2 | Ne | Ne | Ne | Da | Ne | Ne | Ne |
| Razlučivost kamere | straga – 3 MP sprijeda – 2 MP | / | straga – 3 MP sprijeda – 2 MP | / | / | / | 0.3 MP | / | / | / |
| Mogućnost povezivanja | Wi-Fi Bluetooth USB 2.0 microSD memorijska kartica slušalice (3G/4G opcionalno) | Wi-Fi USB 2.0 microSD memorijska kartica slušalice | Wi-Fi Bluetooth IC odašiljač USB 2.0 microSD memorijska kartica slušalice (3G/4G opcionalno) | IC odašiljač USB SD memorijska kartica mikrofon slušalice prekidač (Bluetooth opcionalno) | Bluetooth IC odašiljač USB SD memorijska kartica speakers slušalice prekidač | Wi-Fi IC odašiljač USB prekidač (Bluetooth opcionalno) | USB SD memorijska kartica LAN prekidač port slušalice (Wi-Fi, Bluetooth opcionalno) | USB prekidač (IC odašiljač opcionalno) | USB prekidač | Wi-Fi Bluetooth IC odašiljač USB prekidač slušalice mikrofon |
| GPS | Da | Ne | Da | Ne | Ne | Ne | Ne | Ne | Ne | Ne |
| Zvučnici | Da | Da | Da | Da | Da | Da | Da | Da | Da | Da |
| Mikrofon | Da | Da | Da | Ne | Ne | Da | Da | Da | Ne | Da |
| Vrijeme autonomije | 9 h | 9 – 11.5 h | 8 h | 6 - 8 h | 5 – 7 h | N/A | 6 h | N/A | 4 – 6 h | 9.5 h |
| Operacijski sustav | Android OS, v3.1 | Android OS | Android OS, v3.2 | Unity Language System | Unity Language System | Windows XP home | Windows 7 | Windows CE | Windows CE | Windows 7 |
| Dimenzije uređaja (ŠxVxD) | 231 x 157 x 8 mm | 205 x 127 x 12 mm | 194 x 122 x 10 mm | 185 x 185 x 45 mm | 220 x 234 x 41 mm | 327 x 245 x 40 mm | 239 x 201 x 38 mm | 215 x 165 x 38 mm | 267 x 220 x 51 mm | 230 x 200 x 70 mm |
| Masa uređaja | 448 g | 400 g | 343 g | 1133 g | 1530 g | 1750 g | 1800 g | 1080 g | 1769 g | 2040 g |
| Cijena (USD) | \$ 400 | \$ 250 | \$ 449 | \$ 2595 | \$ 7495 | \$ 7795 | \$ 6395 | \$ 4095 | \$ 7095 | \$ 7800 |

Iako proizvedeni specifično za potrebe korisnika sa SKP, specijalizirani uređaji za PK u većini slučajeva rabe zastarjelu tehnologiju, ugrađeni zasloni imaju nisku rezoluciju i ograničenja u reprodukciji boja, većih su dimenzija, znatno su teži, imaju kraće vrijeme autonomije, nisu pristupačni cijenom, ograničenih su softverskih mogućnosti, nemaju mogućnost komunikacije putem interneta ili je ona ograničena te nisu dio platforme koja je namijenjena i ostalim korisnicima (Tablica 1, Tablica 2). Njihova pojava također često stigmatizira korisnika sa SKP u društvu. U kontekstu tehničkih specifikacija suvremeni pokretni uređaji u većini slučajeva

predstavljaju značajno unapređenje u odnosu na specijalizirane uređaje te su dostupniji cijenom. Dostupnost velikog opsega različitih dimenzija i specifikacija omogućuju korisnicima odabir u skladu s vlastitim potrebama. Isto tako korištenjem uređaja koji svojim izgledom ne odstupa od uređaja kojima se koriste vršnjaci bez razvojnih odstupanja, povećavaju šansu korisnika da se uklopi u društvene aktivnosti [4], [42]. Stoga je razvojem aplikacija za PK na suvremenim pokretnim uređajima moguće unaprijediti softverski, hardverski i društveni aspekt rješenja za PK.

Tablica 2. Analiza tehničkih specifikacija suvremenih pokretnih uređaja i specijaliziranih pokretnih uređaja za PK dijagonale zaslona veće od 9 inča. Podaci prikupljeni s web sjedišta proizvođača i s <http://www.gsmarena.com>

| | Suvremeni pokretni uređaji | | | Specijalizirani uređaji za PK | | |
|---------------------------|---------------------------------------|---|---|--|--|---|
| Naziv uređaja | Apple iPad Wi-Fi +3G | Samsung Galaxy Tab 10.1 4G | ASUS Transformer Prime | Words+ Conversa | DynaVox Maestro | Tobii C12 AAC device |
| Tehnologija zaslona | IPS LCD | LCD | Super IPS LCD | LCD | LCD | LCD |
| Dijagonala zaslona | 9.7 in | 10.1 in | 10.1 in | 12 in | 10.4 in | 12 in |
| Broj sl. elemenata | 1024 x 768 | 1280 x 800 | 1280 x 800 | N/A | 1024 x 768 | 1024 x 768 |
| Razlučivost | 132 ppi | 149 ppi | 149 ppi | N/A | 123 ppi | 107 ppi |
| Procesor | Apple A5 dual-core, 1 GHz | Cortex A9 dual-core, 1 GHz | Cortex A9 quad-core, 1.3 GHz | Intel Core 2 Duo, 1.5 GHz | Intel Atom, 1.6 GHz | Intel Core Duo U2500 |
| Radna memorija | 512 MB | 1 GB | 1 GB | 2 GB (4 GB opcionalno) | 1 GB | 2 GB |
| Kapacitet pohrane | 32 GB (64 GB opcionalno) | 32 GB (64 GB opcionalno) | 32 GB (64 GB opcionalno) | 120 GB | 64 GB | 60 GB |
| Kamera | Da, sprijeda i straga | Da, sprijeda i straga | Da, sprijeda i straga | Ne | Ne | Da |
| Razlučivost kamere | straga - 0.7 MP sprijeda - 0.3 MP | straga - 3 MP sprijeda - 2 MP | straga - 8 MP sprijeda - 1.2 MP | / | / | 0.3 MP |
| Mogućnost povezivanja | Wi-Fi Bluetooth 3G slušalice | Wi-Fi Bluetooth USB microSD memorijska kartica 3G/4G slušalice | Wi-Fi Bluetooth microSD memorijska kartica slušalice mikrofon tipkovnica | Wi-Fi LAN Modem USB IEEE 1394a | Wi-Fi Bluetooth IC odašiljač USB slušalice mikrofon prekidač | LAN USB SD memorijska kartica prekidač slušalice (Wi-Fi, Bluetooth opcionalno) |
| GPS | Da | Da | Da | Ne | Ne | Ne |
| Zvučnici | Da | Da | Da | Da | Da | Da |
| Mikrofon | Da | Da | Da | Da | Da | Da |
| Vrijeme autonomije | 9 – 10 h | 9 h | 12 h | 3.5 h (7h s proširenim baterijom) | 3 h (9.5h s proširenim baterijom) | 5 h |
| Operacijski sustav | iOS | Android OS | Android OD, v3.2 | Windows XP Home | Windows 7 | Windows 7 |
| Dimenzije uređaja (ŠxVxD) | 241 x 186 x 9 mm | 257 x 175 x 9 mm | 263 x 181 x 8 mm | 293 x 220 x 89 mm | 270 x 216 x 47 mm | 312 x 264 x 46 mm |
| Masa uređaja | 613 g | 567 g | 586 g | 2041 g | 1250 g | 2900 g |
| Cijena (USD) | \$ 729 | \$ 630 | \$ 500 | \$ 8295 | \$ 8025 | \$ 7395 |

2.3 Uporaba znakovnih sustava za PK iz perspektive hrvatskih korisnika

U školskoj godini 2009./2010. osnovne škole za djecu s poteškoćama u razvoju pohađalo je ukupno 2007 učenika [43], a prema posljednjim dostupnim podacima u Hrvatskoj je

registrirano 15954 osoba s oštećenjem glasovno-govorne komunikacije i poteškoćama u učenju, što iznosi 0,37% ukupnog stanovništva [44].

S obzirom na dinamičan razvoj visokotehnoloških uređaja za PK u obliku komunikatora s glasovnim mogućnostima, zabrinjavajuća je činjenica da ih u svojem radu rabi svega 5,9% hrvatskih logopeda [45], te da u većini slučajeva iz područja grafičkih metoda PK prakticiraju uglavnom uporabu PECS niskotehnološke metode. Ova alarmantna činjenica ukazuje na potrebu za širom dostupnosti visokotehnoloških rješenja i korisnicima i profesionalnim djelatnicima u području PK.

Jedna od glavnih prepreka u uporabi već dostupnih sustava jezične je prirode - gotovo niti jedan sustav grafičkih znakova za PK ili njihova integracija u visokotehnološke uređaje nema prijevod na hrvatski jezik. Ovo od roditelja i skrbnika zahtijeva mukotrpan proces prevođenja značenja znakovlja. Visokotehnološki uređaji ili ICT usluge za PK često zahtijevaju izmjene u kôdu, koje proizvođači ne dozvoljavaju. Često ni integracija prevedenih znakova u vlastite ICT usluge nije moguća zbog autorske zaštite proizvođača znakova.

Pojedini proizvođači pokušavaju riješiti ovaj problem izradom prijevoda i nadopunama skupova grafičkih znakova za pojedine zemlje, međutim do danas ne postoji niti jedan skup ili sustav grafičkih znakova za PK koji bi bio specifičan za Hrvatsku, niti postoje naznake da će uskoro biti napravljen. Problem predstavlja i činjenica da su popularniji sustavi grafičkih znakova za PK u svijetu, poput Picture Communication Symbols, Widgit Symbols i Symbolstix, licencirani od svojih proizvođača koji ne dopuštaju njihovu implementaciju i uporabu unutar softverskih rješenja, sprečavajući time razvoj ICT usluga posebno prilagođenih hrvatskim korisnicima i ograničavajući ih na uporabu licenciranih rješenja koja funkcioniraju isključivo na stranim jezicima.

Nadalje, ne postoje hrvatski specijalizirani uređaji za PK, ali postoje ICT usluge razvijene u Hrvatskoj. Međutim, radi se o malom broju usluga koje nisu sustavno razvijane. Ovakva situacija predstavlja oštar kontrast u odnosu na popularna američka i britanska tržišta ICT usluga za PK, gdje korisnici imaju širok izbor te su logopedi i ostali stručnjaci u mogućnosti odabrati i preporučiti usluge primjerene zahtjevima i mogućnostima korisnika. Međutim, zbog znatno manjeg broja korisnika u Hrvatskoj i na ostalim manjim tržištima, razvoj velikog broja usluga nije održiv. Stoga je potreban drugačiji pristup razvoju ICT usluga, koji bi bio u skladu s veličinom tržišta. Nove usluge trebale bi omogućiti pristupačnost što širem spektru populacije

koja rabi PK, a kako bi se osigurao takav stupanj pristupačnosti, potrebno je ustanoviti nove metode u oblikovanju navedenih sustava.

2.3.1 Utjecaj kulturoloških razlika u potpomognutoj komunikaciji pomoću grafičkih znakova

Ovisnost prepoznavanja i tumačenja grafičkih znakova o kulturološkim razlikama tema je koja je potaknula mnoga istraživanja. Kroz povijest bilo je nekoliko pokušaja da se uporabom slikovnih prikaza u komunikaciji premoste ograničenja nametnuta jezičnim razlikama [46], [47]. Potreba za unificiranim slikovnim prikazima rezultirala je uvođenjem standardiziranih sustava prometnih znakova i znakova upozorenja koji se upotrebljavaju u velikom broju različitih zemalja. Međutim, kako bi komunikacija između navedenih znakovnih sustava i korisnika bila efikasna, potrebno je da korisnik prethodno upozna njihova značenja i konvencije. Za razliku od njih, piktogramski sustavi koji se upotrebljavaju na aerodromima i ostalim javnim prostorima gdje postoji protok ljudi različitih kultura oblikovani su tako da na što transparentniji način prikazuju sadržano značenje te su vjerojatno najbliže konceptu „univerzalnog jezika“. Velika razina transparentnosti u slikovnim reprezentacijama također je cilj mnogih skupova grafičkih znakova za PK. Međutim, iako su sustavi komunikacije pomoću grafičkih znakova u usporedbi s jezičnim sustavima u manjoj mjeri kulturološki i jezično ograničeni, mnoga dosadašnja istraživanja ipak ukazuju na postojanje razlika u tumačenju znakova, ovisno o kulturološkim značajkama promatrača [48]–[50]. Zbog visokog stupnja transparentnosti pojedini skupovi znakova sadrže detaljne reprezentacije specifične za kulturu u kojoj su nastali, čime se dodatno otežava prepoznavanje i tumačenje pojedinih znakova u skupovima (Slika 3).

U kontekstu oblikovanja visokotehnoloških PK sustava, ovisno o jeziku komunikacije, Nakamura et al [51] napominju da bi sekvencijalni raspored naredbi grafičkog korisničkog sučelja i njihov razmještaj na zaslonu trebao biti oblikovan prema značajkama jezika na kojem se odvija komunikacija.



a)



b)



c)

Slika 3. Usporedba a) izgleda poštanskog sandučića u RH i slikovnih reprezentacija pojma "poštanski sandučić" u skupovima b) Symbolstix i c) Widgeit

SGZ 1: U grafičkim sustavima za PK poželjna uporaba reprezentacija onih objekata koji su karakteristični za korisnikovu sredinu i kulturu.

SKS 6: Razmještaj znakova i naredbi unutar GKS treba biti prilagođen značajkama jezika na kojem se odvija komunikacija.

2.4 Povijesni razvoj potpomognute komunikacije pomoću grafičkih znakova

Čovjekovo korištenje vizualnim reprezentacijama radi komunikacije i prenošenja informacija prisutna je još od paleolitika, čemu svjedoče spiljski crteži iz Lascauxa i Altamire. Tijekom povijesti razvila su se mnoga logogramska pisma koja su sadržavala piktograme, ideograme ili fonograme; neki od primjera jesu prvotni oblici sumeranskog klinastog pisma, egipatskih hijeroglifa i kineskog pisma.

Zahvaljujući razvoju društvene svijesti o osobama s problemima u komunikaciji i ostalim poteškoćama, početkom druge polovice 20. st. u SAD-u i Europi počinje razvoj discipline potpomognute komunikacije. U početku je PK rabljena samo u slučajevima kada govorna terapija nije davala rezultate [52], a nije bila omogućena korisnicima s kognitivnim poteškoćama jer se smatralo da nemaju potrebne predispozicije za njezinu uporabu. U prvim

dvama desetljećima razvoja PK sredstva koja su se upotrebljavala bili su znakovni jezik, komunikacijske ploče i Morseova abeceda.

Začetak i razvoj grafičkih znakovnih sustava za PK usko je povezan s nastojanjima da se razvije jedinstveno slikovno pismo u prvoj polovici 20. st. Prvi značajni produkt tih nastojanja bio je ISOTYPE [46], slikovni jezik namijenjen poboljšanju edukacije i komunikacije bez obzira na jezične barijere. Znakovi ISOTYPE-a, koje su dizajnirali G. Arntz i E. Bernath pod vodstvom idejnog začetnika Otta Neuratha, predstavljani su 1925. g. [53]. U sličnom nastojanju da se razvije univerzalno znakovno pismo, Charles Bliss 1949. predstavlja sustav Blissymbolics, a 1965. predstavlja njegovu revidiranu verziju [47]. Oblikovani po uzoru na kinesko pismo, znakovi sustava Blissymbolics bili su apstraktniji od onih rabljenih u ISOTYPE-u. Iako Blissymbolics kao univerzalni slikovni jezik nikada nije zaživio, ipak se upotrebljavao te se upravo ta upotreba smatra početkom sustavne PK korištenjem grafičkim znakovima. Prvi slučaj primjene zabilježen je 1971. g. u Torontu, gdje se upotrebljavao kao pismo za djecu s motoričkim smetnjama koja nisu imala sposobnost govora [35]. Godine 1968. na George Peabody College u Tennesseeu Richard Woodcock u sklopu Peabody Rebus programa za učenje čitanja razvija Rebus sustav grafičkih znakova [54]. Iako su u svojoj osnovnoj namjeni Rebus znakovi služili kao sredstvo za učenje čitanja, mogli su biti rabljeni i kao alternativno sredstvo komunikacije.

Godine 1972. pod vodstvom Margaret Walker započinje „Projekt razvoja Makaton vokabulara“ koji je bio orijentiran na razvoj znakovnog jezika za odrasle s kognitivnim poteškoćama. U sklopu programa 1984. g. implementirani su Rebus grafički znakovi za potrebe multimodalne komunikacije, a kasnije su razvijeni dopunski znakovi unutar sustava.

Početak 80-ih godina prošlog stoljeća u SAD-u se počinje razvijati jedan od najpopularnijih skupova grafičkih znakova za PK – Picture Communication Symbols (PCS). Inicijalno je ovaj visokoikonični skup bio namijenjen tinejdžerima s mentalnim poteškoćama, međutim kasnije se njegova upotreba proširila na različite korisnike PK.

Pojedini autori sustava za PK počinju eksperimentirati u različitim medijima. Tako je Touch 'n' Talk sustav, razvijen 1983. u SAD-u, prvotno distribuiran u obliku naljepnica. Nudile su se i prazne naljepnice koje su roditeljima i skrbnicima omogućavale proširivanje vokabulara vlastoručno kreiranim znakovima. Popularizacijom osobnih računala i razvojem

visokotehnoloških uređaja s dinamičkim zaslonima, znakovni skupovi i sustavi počinju se prilagođavati zahtjevima digitalne reprodukcije.

Od 1985. počinje snažan razvoj sustava za PK u zemljama izvan SAD-a, Velike Britanije i Kanade Tako nastaju skupovi znakova poput COMPIC (Australija), Conuniquer et Apprendre par Pictogrammes (Belgija), Löb-Symbole (Njemačka), Parlerpictos (Francuska), Sclera Pictos (Belgija), Axelia (Francuska), Metacom (Njemačka), ARASAAC (Španjolska).

Početak 21. st. u Velikoj Britaniji nastaje Widgit skup znakova, koji predstavlja temeljiti redizajn popularnog Rebus sustava. U istom periodu u SAD-u nastaje i skup znakova Symbolstix, razvijen radi potpore tekstu u posebnim *online* novinama „News-2-you“ koje su namijenjene djeci s i bez razvojnih odstupanja kao pomoć u savladavanju jezika. Pojavom suvremenih pokretnih uređaja Symbolstix i Widgit postaju popularna opcija za reprezentaciju vokabulara u ICT PK uslugama za PK.

Ubrzani razvoj ovog relativno mladog područja rezultirao je uvođenjem više od 50 različitih skupova grafičkih znakova koji se koriste za PK diljem svijeta. Međutim, kako bi znakovi korisniku bili i od kakve koristi, metode njihove distribucije, prezentacije i odabira trebale su biti pristupačne i uporabljive. Stoga je bio potreban podjednako dinamičan razvoj pomagala za PK koja bi zajedno sa skupovima znakova tvorila efikasan komunikacijski sustav.

Iako su se na početku razvoja PK upotrebljavala niskotehnološka pomagala u obliku kartica i komunikacijskih ploča, 1960-ih počinje razvoj visokotehnoloških uređaja za PK. Prvi visokotehnološki uređaj vjerojatno je bio sustav „Patient Operated Selector Mechanism (POSM)“ iz 1960. g., podrijetlom iz Velike Britanije, a radilo se o kombinaciji pisaćega stroja i elektroničkog dodatka za upravljanje pomoću udisaja i izdisaja pacijenta (*sip-and-puff* metoda) [55]. U sljedećim godinama razvijali su se elektronički uređaji s različitim metodama unosa i ispisa podataka, a u 1970-ima počinju se razvijati i prenosiva rješenja. Godine 1975. dr. Alan Newell predstavlja jedan od prvih pokretnih visokotehnoloških uređaja za PK, nazvan „broš koji govori“ („*The Talking Brooch*“) [56]. Taj je uređaj bio namijenjen prvenstveno gluhim i/ili nijemim osobama s dobrom motorikom, a sastojao se od prijenosne alfanumeričke tipkovnice i zaslona spojenih s izvorom električne energije pomoću kontrolnoga elektroničkoga sklopa. Elektronički sklop s emisijskim zaslonom, koji je bio u mogućnosti prikazati pet slovnih znakova pomičnoga teksta, bio je namijenjen za nošenje u prednjem džepu odjevnih predmeta poput sakoa ili košulje. U istom razdoblju Toby Churchill razvija uređaj Lightwriter SL2, koji

je, iako prijenosan, bio dimenzijama znatno veći i teži od „broša koji govori“ te je prvenstveno bio namijenjen montaži na invalidska kolica.

Jedan od prvih visokotehnoloških uređaja koji je imao sposobnost implementacije skupova grafičkih znakova za PK bio je „Auto Monitoring Communication Board“ razvijen 1974. g. [57]. Glavna komponenta ovog uređaja bila je elektronička komunikacijska ploča s izmjenjivim poljima, što je korisniku omogućavalo široku mogućnost personalizacije u razmještanju slovnih znakova, ali ujedno i implementacije skupova grafičkih znakova za PK.

Krajem 70-tih godina prošlog stoljeća Canon predstavlja Canon Communicator, tada najmanji pokretni uređaj za PK, koji je unesene riječi ispisivao na papirnatu traku. U istom razdoblju počela je implementacija zvučnih sintetizatora u pokretne uređaje, a prvi uređaj na tržištu s mogućnošću generiranja govora iz korisnikova unosa bio je Handvoice koji je predstavljen 1978.

Razvoj visokotehnoloških uređaja za PK s dinamičnim zaslonom počinje 90-tih godina 20. st. Tako je 1991. kompanija DynaVox proizvela prvi pokretni uređaj koji je imao dodirnik i dinamički zaslon s mogućnošću izmjene prikaza vokabulara ovisno o korisnikovoj selekciji [58]. Uređaj se isporučivao s posebno izrađenim DynaSims sustavom grafičkih znakova. Ista je kompanija 1996. proizvela i prvi pokretni PK uređaj s dinamičkim zaslonom u boji. U ovom razdoblju tržište pokretnih PK uređaja naglo se širi i pojavljuje se niz specijaliziranih pokretnih uređaja različitih karakteristika i načina odabira znakova.

Pojavom mobilnih telefona i dlanovnika koji su imali mogućnost prikaza kompleksnih grafičkih elemenata na svojim dinamičkim zaslonima krajem 20. i početkom 21. st., počinje se istraživati pristup široko dostupnim tehnologijama osobama koje koriste PK [59], [60]. Međutim, značajni interes za implementaciju PK rješenja u komercijalne pokretne uređaje nastaje 2007., u vrijeme pojave „pametnih telefona“ s kapacitivnim dodirnicima, a dodatno se intenzivira predstavljanjem tablet računala s mobilnim operacijskim sustavima 2010. g. Prva PK usluga za pokretne uređaje temeljene na iOS operativnom sustavu - Proloquo2go, na tržištu se pojavljuje 2009. U kratkom periodu između 2009. i 2011. razvijeno je više od 110 PK usluga za pokretne uređaje sa iOS operativnim sustavom [2].

3. Dizajn sustava za potpomognutu komunikaciju pomoću grafičkih znakova

Zbog prethodno opisane heterogenosti korisnika sa SPK i ostalih čimbenika, dizajn i razvoj sustava namijenjenih ovoj populaciji složen je problem, kojemu se do sada pristupalo pretežno s gledišta edukacijske rehabilitacije [3], [23], [61]–[63] i razvoja inteligentnih softverskih sustava [59], [64]–[66], uz manji udio istraživanja u području ergonomije i ljudskih faktora [30] te percepcije i kognicije [67]. S obzirom na samu prirodu ovih sustava začinjuća je sporedna uloga grafičkog oblikovanja, koje je samo djelomično zastupljeno u pojedinim istraživanjima [17], [68], [69]. Budući da se glavna motivacija ovog rada očituje u unapređenju sustava za PK primjenom znanja i metoda iz područja grafičkog dizajna i grafičke tehnologije, u sljedećem poglavlju analizirati će se osnovne značajke dizajna ovih sustava s aspekta dvaju navedenih područja.. Light et al izdvojili su 4 varijable koje se odnose na prikaz grafičkih znakova unutar sustava, od čega su 3 varijable u domeni grafičkog oblikovanja: reprezentacija koncepata (grafički znakovi), kategorizacija koncepata i prezentacija koncepata na dostupnoj površini sustava [68]. Detaljnija analiza ovih varijabli ponuđena je u drugom dijelu ovog poglavlja.

3.1 Uloga grafičkog dizajna u dizajnu interakcija sustava za potpomognutu komunikaciju

U većini područja primjene izgled i funkcionalnost grafičkog korisničkog sučelja predstavljaju bitan čimbenik uporabljivosti suvremenih interaktivnih sustava. Zadužen za ostvarivanje komunikacije između korisnika i sustava, zadaća GKS jest omogućiti jasnu i efikasnu interakciju te lako i ugodno korištenje. Izrada grafičkog oblikovanja i definiranje procesa interakcije unutar GKS-a te proučavanje njihovog utjecaja na korisnika pripada domeni dizajna interakcija, disciplini koja se razvila u posljednjih 20 godina. Prema Preece et al [70], dizajn interakcija usmjeren je „oblikovanju interaktivnih proizvoda koji pružaju podršku ljudima u njihovoj svakodnevnoj i radnoj okolini. Radi se o stvaranju korisničkih iskustava koji poboljšavaju i proširuju način na koji ljudi rade, komuniciraju i djeluju.“ Winograd [71] ističe potrebu interdisciplinarnosti kod pristupa oblikovanja interakcijskih rješenja, koja bi trebala kombinirati elemente grafičkog dizajna, informacijskog dizajna i koncepte interakcije čovjeka

i računala (*human-computer interaction*, HCI). Prema Thackari [72], „dizajn interakcija određuje vrijednost komunikacijske usluge i kvalitetu iskustva koju pružaju korisnicima za vrijeme njihove upotrebe.“. Dizajn interakcija, za razliku od fizičkih proizvoda, predstavlja iskustva, a ne stvari. Thackara [72] ističe da je dizajn interakcija prvenstveno usmjeren na nematerijalne procese i usluge koje se prilagođavaju korisnikovim potrebama i preferencijama. S obzirom na sve navedeno, moguće je definirati dizajn interakcija sustava i usluga za PK na pokretnim uređajima kao interdisciplinarni pristup oblikovanju interakcijskog procesa između korisnika sa SKP ili bez njih i pokretnog uređaja radi zadovoljavanja korisnikovih komunikacijskih potreba prilagodbom korisnikovim mogućnostima, potrebama i preferencijama.

Grafički dizajner u procesu dizajna interakcija djeluje u okviru šireg, multidisciplinarnog tima. S obzirom na presudnu važnost vizualnog modaliteta u komunikaciji osoba sa SKP putem grafičkih znakova, grafičko oblikovanje predstavlja bitan čimbenik uporabljivosti sustava za PK. Na grafičkom dizajneru leži odgovornost izrade adekvatnih slikovnih reprezentacija koja će korisniku omogućiti uspješnu interakciju sa sustavom. Za korisnika sa SPK sposobnost pronalaženja točnog ili željenog znaka unutar GKS ima utjecaj na funkcionalnu i efikasnu komunikaciju [73]. Pogrešne odluke u grafičkom oblikovanju koje bi kod korisnika bez razvojnih odstupanja izazvale blage probleme u korištenju, za korisnika sa SKP mogu biti velik izvor frustracija ili čak rezultirati neuporabljivošću sustava. Iako je fokus grafičkog oblikovanja prvenstveno usmjeren na sredstva reprezentacije, u cilju ostvarivanja uspješne interakcije između korisnika i uređaja potrebno je prilagoditi i implementaciju svih grafičkih elemenata GKS mogućnostima i zahtjevima korisnika, namjeni aplikacije, značajkama uređaja i kontekstu korištenja. Ovo predstavlja značajan izazov za dizajnera, i to zbog širokoga spektra razlika u mogućnostima korisnika, zbog različitih karakteristika pokretnih uređaja i zbog dostupnosti niza dodataka koji korisniku nudi alternativni vid odabira, poput bežičnih prekidača (*switch*) ili interakciju praćenjem pogleda (*eye tracking*). Također, s obzirom na njihovu laku prenosivost, korištenje pokretnih uređaja fleksibilnije je u odnosu na osobna računala te ih korisnik može koristiti u cijelom nizu situacija, od kojih je neke moguće predvidjeti jedino prethodnim istraživanjem. Međutim, kako bi se osigurala uporabljivost i pristupačnost znakovnih sustava za PK, bitno je da su njihovim dizajnom obuhvaćeni svi parametri koji utječu na interakcijski proces između korisnika sa SPK i sustava za PK.

S obzirom na sam koncept PK kao sastavnog elementa dnevne interakcije pojedinca sa SKP u različitim kontekstima, dizajn znakova i korisničkog sučelja treba slijediti i koncept sveprisutnog računarstva, odnosno omogućiti integraciju korisniku poznatog interakcijskog okruženja u cijeli niz uređaja, poput stolnih računala, terminala, „pametnih“ kućanskih uređaja i nosivih računalnih uređaja. S obzirom na ovisnost ove populacije o grafičkim znakovima kao, često, jedinom sredstvu komunikacije, potrebno je omogućiti i njihovu zasebnu uporabu i reprodukciju u različitim medijima kako bi bili funkcionalni za svrhe i situacije u kojima uporaba elektroničkih uređaja nije adekvatna ili uopće nije moguća.

3.2 Zahtjevi uporabljivosti sustava za PK

Prema ISO 9241-3 normi uporabljivost je definirana kao „mjera do koje određeni korisnici mogu koristiti proizvod sa svrhom izvršavanja određenih ciljeva na efektivan, efikasan i subjektivno zadovoljavajući način u određenom kontekstu korištenja“ [74]. Budući da se uporabljivost interaktivnog sustava usko povezuje s njegovom kvalitetom, ona predstavlja bitan čimbenik u razvoju svakog softverskog sustava namijenjenog korisnicima. Dva su pristupa unapređenja sustava s obzirom na krajnji cilj i fazu procesa u kojoj je razvoj proizvoda orijentiran na uporabljivost [75]. Pristup usmjeren proizvodu („*top-down*“) izjednačava uporabljivost s lakoćom uporabe i primjenjuje se u fazi nakon razvoja funkcionalnog prototipa, a cilj mu je unaprijediti uporabljivost GKS-a bez izmjena u osnovnoj funkcionalnosti. Kod pristupa usmjerenog procesu („*bottom-up*“) od početka razvoja u obzir se uzimaju ljudski faktori i namjena proizvoda. Uporabljivost proizvoda predstavlja krajnji cilj i fokus u svim fazama njegova razvoja. Radi povećavanja efikasnosti i poboljšanja kvalitete grafičkih znakovnih sustava za PK, potrebno je ustanoviti zahtjeve uporabljivosti koje trebaju ispunjavati takvi sustavi. Iako se uporabljivost često spominje u kontekstu sustava za PK, još uvijek je u ovom području prisutan manjak istraživanja te trenutno ne postoje jasno ustavljeni kriteriji za definiranje zahtjeva uporabljivosti. U kontekstu uporabljivosti za PK usluge na pokretnim uređajima Vučak et al ponudili su 5 tipova zahtjeva uporabljivosti: pristupačnost, estetiku, konzistentnost korisničkog sučelja, ergonomiju i lakoću uporabe [66]. Deruyter et al zaključuju da je, uz razvijanje standarda za interoperabilnost uređaja za PK s ostalim tehnologijama i smanjenje kognitivnih i fizičkih barijera korištenja interneta potreban razvoj ICT usluga koje su nenametljive, personalizirane, adaptivne, predviđajuće, lagane za korištenje i koje štite privatnost korisnika [62].

U kontekstu razvoja usluga za PK za suvremene pokretne uređaje, Light i Mcnaughton ističu četiri zahtjeva koje je potrebno ispuniti kako bi korisnici sa SKP njihovom uporabom mogli [4]:

1. zadržati fokus na komunikaciji umjesto isključivo na tehnologiji
2. razviti inovativne načine procjene i intervencije u području PK
3. osigurati pristupačnost PK svim pojedincima sa SKP
4. razviti rješenja za PK koja podržavaju širok raspon komunikacijskih funkcija.

Za potrebe ovog rada proširit će se zahtjevi uporabljivosti predloženi u Vučak et al [66], uz nužne izmjene radi prilagodbe području grafičkog dizajna i dizajna interakcija:

- pristupačnost: sustav treba biti pristupačan širokom spektru korisnika sa SKP;
- konzistentnost: interakcijski uzorci i vizualne karakteristike grafičkih znakova i elemenata GKS trebaju biti konzistentni;
- interoperabilnost: sustav treba biti funkcionalan na različitim uređajima i platformama;
- lakoća uporabe: sustav treba biti intuitivan i lagan za učenje i uporabu;
- ergonomija: sustav treba izbjegavati nepotrebna percepcijska, kognitivna i motorička opterećenja korisnika;
- estetika: izgled sustava i njegovih elemenata treba biti privlačan primarnim korisnicima;
- reprodukcija: grafički znakovi sustava trebaju nuditi mogućnost reprodukcije u različitim medijima.

Budući da navedeni zahtjevi odražavaju prirodu sustava za PK i heterogenost korisnika sa SPK, gdje ljudski faktori često imaju presudan utjecaj na uporabljivost proizvoda, logična je primjena pristupa usmjerenog procesu dizajna sustava za PK. Metode ostvarivanja i ispitivanja uporabljivosti ovim pristupom opširnije su opisani u 10. poglavlju ovog rada.

3.2.1 Pristupačnost sustava i tehnologija korisnicima PK

Kao što je vidljivo iz analize zahtjeva uporabljivosti, pristupačnost predstavlja kritičan čimbenik uporabljivosti nekog sustava za osobe sa SPK. Ukoliko ovoj populaciji interaktivni

sustav nije posebno prilagođen, velika je vjerojatnost je da će svaki pokušaj interakcije rezultirati neuspjehom. Prema ISO 16071 normi pristupačnost (accessibility) sustava definirana je kao „uporabljivost proizvoda, usluge, okoline ili objekta za osobe s najširim rasponima sposobnosti“ [76]. Kao što je vidljivo iz 2. poglavlja, upravo širok raspon sposobnosti predstavlja glavni izazov razvoju sustava za PK. Omogućavanje pristupa jednom korisniku ne znači automatski pristupačnost ostaloj populaciji sa SPK. Može se reći da postizanje „univerzalne pristupačnosti“ u kontekstu razvoja sustava za PK predstavlja utopiju s obzirom na različitost mogućnosti korisnika. Treba napomenuti da sama pristupačnost aplikacije nije dovoljna da bi se osigurala uspješna uporaba [77]. Mnoge razvijene aplikacije za PK na suvremenim pokretnim uređajima preuzimaju interakcijske uzorke rabljene u neprilagođenim aplikacijama, koje se oslanjaju na sposobnost korisnika da izvodi precizne motoričke kretnje pri interakciji dodirnikom. Ograničavanje mogućnosti interakcije s aplikacijom na precizne motoričke pokrete isključuje velik broj potencijalnih korisnika sa SKP. Nasuprot tome, ograničavanje korisnika koji nemaju motoričke poteškoće na manje efikasan način interakcije uzrokuje smanjenje performansi i na taj način im priječi ostvarivanje punog komunikacijskog potencijala. Međutim, izradom fleksibilnijih sustava, usmjerenih na korisnikove mogućnosti, moguće je znatno proširiti krug potencijalnih korisnika.

Razumljiv je fokus razvoja pristupačnijih uređaja i usluga za PK grafičkim znakovima kojima je glavni cilj olakšavanje komunikacije s okolinom korisniku s kompleksnim komunikacijskim potrebama. Međutim, pristupačnost uređaja za komunikaciju grafičkim znakovima ovisi i o njegovim funkcionalnim mogućnostima izvan okvira međusobne komunikacije. Korisnicima je potrebno proširiti funkcionalnost uređaja i izvan okvira pukog komunikacijskog sredstva. Light ističe činjenicu da djeca koja se koriste uređajima za potpomognutu komunikaciju imaju „ograničen pristup svojim potpomognutim sredstvima komunikacije, osim za vrijeme određenih događaja posebno namijenjenih međusobnom sporazumijevanju“ [78]. Roditelji, učitelji i ostali skrbnici vjerojatno ne smatraju uređaj za PK korisnim za neke dnevne aktivnosti ili ne očekuju da će se dijete prilikom navedenih aktivnosti njime koristiti. Prisutan je i problem integracije uređaja za PK unutar pojedinih aktivnosti, poput pregledavanja knjiga. Sposobnost suvremenih pokretnih uređaja da aplikacijama korisnicima ponude različite sadržaje i funkcionalnosti pruža potencijal za implementaciju komunikacijske potpore korisniku sa SKP, ovisno o trenutnoj aktivnosti. Kako bi ovakav pristup proširenju funkcionalnosti uređaja za PK bio ostvariv, potrebno je da grafički znakovni sustav i osnovni elementi korisničkog sučelja omoguće implementacije unutar različitih vrsta ICT usluga za PK. Na ovaj način osigurala bi

se veća pristupačnost različitim uslugama jer bi se komunikacija između usluge i korisnika odvijala na korisniku poznat način.

3.3 Smjernice za oblikovanje uporabljivih i pristupačnih sustava za PK

Smjernice oblikovanja predstavljaju skup preporuka koje su namijenjene primjeni unutar procesa razvoja nekog proizvoda radi povećavanja njegove kvalitete. Dostupnost smjernica za oblikovanje grafičkih znakova i korisničkih sučelja za PK omogućile bi razvojnim timovima temelj za izradu uporabljivih i pristupačnih aplikacija i ostalih usluga u domeni PK koje se temelje na interakciji između korisnika i pokretnog uređaja.

Logopedi, edukacijski rehabilitatori i ostali stručnjaci iz područja PK zagovaraju uporabu podataka utemeljenih na prijašnjim istraživanjima prigodom razvoja aplikacija za suvremene pokretne uređaje [3]. Međutim, većina smjernica za ostvarivanje pristupačnosti interaktivnih sustava osobama s razvojnim odstupanjima fokusirana je na korisnike izvan domene PK [79]. Pored opsežne literature koja se odnosi na preporuke, pristupe i principe „dizajna za sve“, odnosno univerzalnog dizajna, korisnici PK i dalje su izostavljeni jer su njihove potrebe toliko specifične da im je gotovo nemoguće prilagoditi sustave koje svakodnevno rabe ostali korisnici. Navedene smjernice i preporuke često se odnose na proširivanje dostupnosti sadržaja distribuiranih internetskim stranicama, poput World Wide Web Consortium (W3C) smjernica [80]. Primjeri pokušaja izrade smjernica za oblikovanje ili prilagodbu interaktivnih proizvoda i usluga korisnicima PK izrazito su rijetki. Vjerojatno najkonkretniji primjer predstavljaju smjernice izrađene u sklopu projekta WWAAC (*World Wide Augmentative and Alternative Communication*) [81], [82]. Poput W3C smjernica, i WWAAC smjernice teže povećanju pristupačnosti sadržaja na internetu, međutim glavni fokus WWAAC smjernica predstavljaju upravo korisnici PK. U kontekstu dizajna interakcija navedene smjernice većinom su usmjerene na implementacije u programskom kôdu, uz manji dio posvećen vizualnim značajkama sustava, poput rasporeda elemenata i oblikovanja grafičkog korisničkog sučelja.

Ostale preporuke u domeni dizajna sustava za PK formirane su u obliku generalnih načela, poput načela oblikovanja PK sustava za djecu sa SPK koja su ustanovili Hengeveld et al [83]. Iako su ponuđene u kontekstu oblikovanja taktilnih sustava za djecu u ranoj razvojnoj fazi, u okviru razvoja sustava za PK za djecu generalno je primjenjiva većina ovih načela:

- **igra** - djeca, osobito u mlađoj dobi, uče kroz igru, stoga bi interakcija trebala podupirati koncept igre
- **društvena interakcija** - budući da se djeca obično igraju i rade u grupama, potrebna je stimulacija međusobne interakcije
- **izazov** - jedan je od glavnih elemenata motivacije
- **prilagodljivost** - s ciljem optimizacije okoline za učenje i izbjegavanja frustracija, sustav se treba prilagoditi potrebama svakog djeteta
- **tehnologija** - radi postizanja adaptivnosti, potrebna je uporaba novih tehnologija
- **dizajn** - dizajn sustava ne smije stigmatizirati korisnika s posebnim potrebama

Uz različite filozofije i principe dizajna pristupačnijih sustava, poput univerzalnog dizajna i dizajna za sve, koji su opsežno dokumentirani u literaturi [79], [84], nedavno je predložen novi pristup dizajnu sustava za široki spektar korisnika, nazvan dizajn utemeljen na mogućnostima (*Ability-based design*), koji zagovara stvaranja sustava koji su „svjesni“ korisnikovih mogućnosti kako bi im se omogućio pristup sustavu [84]. U okviru ovog pristupa predloženo je 7 načela dizajna (Tablica 3). Ova načela, iako formulirana analizom rješenja koja ne pripadaju domeni PK pomoću grafičkih znakova, primjenjiva su unutar konteksta razvoja adaptivnih grafičkih znakovnih sustava za osobe sa SKP.

Tablica 3. Sedam načela dizajna temeljenog na mogućnostima. Izvor: Wobbrock et al

| | | | |
|---------|---------------------------|---|-------------|
| STAV | 1. Mogućnost | Umjesto na ograničenja korisnika, dizajner će se orijentirati na njihove mogućnosti, težeći korištenju navedene mogućnosti kao prednosti. | Nužno |
| | 2. Odgovornost | Dizajneri će reagirati na slabe performanse mijenjanjem sustava, a ne korisnika. | Nužno |
| SUČELJE | 3. Prilagodljivost | Sučelja će biti adaptivna ili omogućavati personalizaciju kako bi osigurala najbolju prilagodbu korisnikovim mogućnostima. | Preporučeno |
| | 4. Transparentnost | Sučelja mogu naznačiti korisnicima adaptacije i sredstva za nadzor, premošćivanje, odbacivanje, vraćanje, pohranjivanje, učitavanje, pregled i testiranje adaptacija. | Preporučeno |
| SUSTAV | 5. Performanse | Sustavi mogu voditi računa o korisnikovim performansama te ih pratiti, mjeriti, modelirati ili predviđati. | Preporučeno |
| | 6. Kontekst | Sustavi mogu proaktivno ispitivati kontekst i predvidjeti njegov efekt na korisnikove mogućnosti | Preporučeno |
| | 7. Proizvod | Sustavi mogu uključivati jeftine i široko dostupne hardverske i programske proizvode | Poticano |

Iako korisne, smjernice predstavljaju alat za grubo oblikovanje nekog sustava i ne pokrivaju detalje koji mogu proizići iz specifičnih situacija uporabe [6], [22]. U određenim slučajevima primjena smjernica može rezultirati pogoršanjem uporabljivosti sustava. Stoga se smjernice ne mogu tretirati kao zamjena za ispitivanja uporabljivosti sustava na stvarnim korisnicima, nego

ih je potrebno koristiti u kombinaciji s iterativnim razvojem proizvoda koji je utemeljen na testiranju s korisnicima.

3.3.1 Model procjene podudaranjem značajki

Upoznavanje s elementima specijalističke procjene daje dizajneru jasniji uvid u kompleksnost problema pristupačnosti i uporabljivosti prilikom razvoja usluga za PK, te ga usmjerava prema značajkama korisnika i uređaja na koje je potrebno obratiti pozornost u procesu oblikovanja usluga za PK.

Za efektivno korištenje sustava za PK potrebne su određene vještine korisnika u nekoliko domena, poput ukupnih i finih motoričkih sposobnosti (ovisno o metodi selekcije), vizualnih, slušnih i taktilnih osjetilnih sposobnosti, te kognitivne i jezične sposobnosti. Zbog značajnih razlika u potrebama i sposobnostima pojedinaca s kompleksnim komunikacijskim potrebama, logičan je zaključak da svaki pojedinac ne može upotrebljavati svako sredstvo PK na jednako učinkovit način te je, kako bi se odredilo primjereno sredstvo PK, potrebno izvršiti stručnu procjenu korisnikovih sposobnosti.

Proces specijalističke procjene predstavlja izrazito bitan element u pozicioniranju svakog korisnika sa SKP unutar okvira potpomognute komunikacije. Procjenom trenutnog stanja korisnička, kao i njegovih mogućnosti i vještina moguće je odrediti najpogodnije sredstvo komunikacije radi ispunjavanja njegovih komunikacijskih potreba. Iako se u početku razvoja PK metodama procjene izostavljao dio korisnika za koje se smatralo da nemaju potrebne predispozicije za korištenje sustava za PK [52], [85], razvojem modela procjene danas se svaki korisnik nastoji uključiti u proces PK. Razvijeno je nekoliko različitih modela procjene ([52], [85] za pregled), međutim s aspekta oblikovanja i razvoja usluga za PK za suvremene pokretne uređaje najrelevantniji je model procjene podudaranjem značajki koji je usmjeren na proces prikupljanja informacija s ciljem predviđanja koji će sustav PK korisnik rabiti za ostvarivanje komunikacijskih potreba. Vještine korisnika usklađene su sa značajkama PK sustava ili usluge. Zbog sve veće raznolikosti u ponudi suvremenih pokretnih uređaja i PK usluga za različite platforme, jedan od problema s kojim su logopedi i edukacijski rehabilitatori suočeni jest način određivanja za koje je korisnike uporaba takvog sredstva za PK primjerena te odabir najprimjerenije usluge. Mnogi znanstvenici i stručnjaci iz područja PK ističu procjenu podudaranjem značajki kao jedno od rješenja odabira odgovarajućih usluga [86], [87].

3.4 Metode slikovnih prikaza korištenih u sustavima za potpomognutu komunikaciju

Metode reprezentacije na grafičkim znakovima za PK moguće je realizirati upotrebom tehnika fotografije, ilustracije ili linijskih crteža. Problem s upotrebom fotografija i ostalih detaljnih vizualnih reprezentacija očituje se u njihovoj kompleksnosti. Jones i Cregan [88] navode šest kriterija za prikladan sustav grafičkih znakova za PK: dekodabilnost, izbjegavanje apstrakcije, jasnoću, logičnost, koristan vokabular i mogućnost ručne reprodukcije. Budući da korisnik PK sustava mora u fazi vizualne pretrage proći kroz velik broj znakova kako bi pronašao onaj željeni, u interesu je brže komunikacije da se brzo prepozna reprezentacija znakova. U jednom od istraživanja u ovom području, usporedbom prepoznavanja objekata vizualiziranih fotografijom, realističnim sjenčanim i pojednostavljenim linijskim crtežima i jednostavnom stiliziranom ilustracijom, Ryan i Schwartz [89] došli su do zaključka da pojednostavljene stilizirane ilustracije omogućuju najbrže prepoznavanje. Iznenađujuće je što je realistično izveden pojednostavljeni linijski crtež pokazao najslabije rezultate. Bez obzira na svoju kompleksnost, upotreba fotografija unutar sustava za PK česta je pojava, prvenstveno zbog potrebe za personalizacijom sustava. Roditelji i skrbnici fotografijama iz korisnikove okoline korisniku pružaju prepoznatljiv identitet za određene pojmove te mu olakšavaju upoznavanje sa sustavom. Kamere ugrađene u pokretne uređaje omogućuju lako i brzo kreiranje novih znakova i njihovu implementaciju u aplikacije za PK.

Pored korisnički kreiranih fotografija, pojednostavljene ilustracije i linijski crteži predstavljaju najzastupljeniji način reprezentacije u skupovima i sustavima grafičkih znakova za PK.

SKS 7: Potrebno je omogućiti implementaciju korisnički kreiranih grafičkih znakova.

3.5 Grafički znakovi

U svojoj osnovi grafički znak predstavlja slikovnu reprezentaciju određene stvari, bića ili ideje. Svaki grafički znak sastoji se od dvaju osnovnih dijelova: svoje grafičke reprezentacije i značenja. Sustavi PK temeljeni na grafičkim znakovima pretežno su logografskog karaktera,

odnosno jedan znak predstavlja jednu riječ ili ideju. Reprerentacije sadržane unutar grafičkih znakova često su izdvojene iz konteksta kako bi se ograničilo tumačenje njihova značenja. Grafički znakovi nisu refleksija idealizirane stvarnosti, već predstavljaju kulturološke artefakte koje je potrebno oblikovati s obzirom na određenu svrhu [90]. Upravo odabir reprezentacija i proučavanja na koji su način povezane s vlastitim značenjem predstavljaju glavni fokus istraživanja u području PK pomoću grafičkih znakova.

3.5.1 Taksonomija grafičkih znakova

Semiotika i semiologija predstavljaju vjerojatno najpoznatiji sustav klasifikacije znakova. Charles Sanders Peirce, utemeljitelj semiotike, opisuje znak kao „nešto što za nekoga stoji umjesto nečega u nekom obliku ili svojstvu. Obraća se nekome, odnosno kreira u umu te osobe jednak znak ili možda razvijeniji znak“ [91]. Na temelju svoje definicije napravio je triadičku podjelu znakova na ikone, simbole i indekse, ovisno o odnosu znaka (reprezentacije) s označenim (referentom). Ova podjela ukazuje na problem nazivlja unutar literature u području PK, u kojoj se grafički znakovi nazivaju simbolima. S obzirom na činjenicu da skupovi znakova za potpomognutu komunikaciju sadrže sve tri kategorije odnosa slikovnih reprezentacija s referentom, u kontekstu Peirceove podjele ispravan naziv bio bi „znakovi za PK“.

Strothotte i Strotthote [92] razlikuju četiri kategorije grafičkih znakova s obzirom na njihova pragmatička svojstva, te znakove dijele na one koji imaju sljedeće funkcije: određuju iduću akciju, određuju akciju koja se neće izvršavati, određuju parametre iduće akcije ili privlače pažnju promatrača na moguću iduću akciju. U kontekstu primjene grafičkih znakova u svrhu PK Nakamura i Zeng-Treitel [93] izradili su pregled dosadašnjih taksonomija grafičkih znakova u domeni odnosa reprezentacija-značenje te su uočili određene poveznice i zaključili da postoji određeni konsenzus, odnosno da su prisutna 3 osnovna načina grafičke reprezentacije koncepata:

- 1) direktna reprezentacija (figuracija), koja se temelji na vizualnoj sličnosti između grafičkoga znaka i označenoga
- 2) arbitrarna reprezentacija (apstrakcija), čije je značenje utvrđeno društvenim konvencijama
- 3) indirektna reprezentacija, koja istražuje semantičke odnose između znaka i označenoga.

Ovaj zaključak sukladan je Piercovoju osnovnoj podjeli znakova na ikone, simbole i indekse. Kako bi ponudili detaljniju klasifikaciju grafičkih znakova, Nakamura i Zeng-Treitel ponudili su novu taksonomiju koja se najviše oslanja na onu Familanta i Detweilera [94], na osnovi provedenog istraživanja znakova primijenjenih na korisnicima sa SKP. Prema toj taksonomiji klasificirali su grafičke znakove u tri kategorije: leksička klasifikacija, semantička klasifikacija i klasifikacija prema reprezentacijskoj strategiji. Od navedenih triju vjerojatno je najzanimljivija klasifikacija prema reprezentacijskoj strategiji, u kojoj postoje 3 osnovne strategije konverzije koncepata u grafičke reprezentacije: vizualna sličnost, arbitrarne konvencije i semantička asocijacija. Osnovna podjela odnosi se na ovisnost o prethodnom znanju pojedinca, te su znakovi podijeljeni na konvencionalne i nekonvencionalne reprezentacije.

3.5.2 Morfološki elementi grafičkih znakova

U svojem osnovnom obliku većina znakova za PK predstavljaju linijske crteže te imaju slične morfološke karakteristike kao i ostale kategorije znakova za vizualnu komunikaciju, poput računalnih ikona i piktograma. U svojem istraživanju informacijske grafike, Bertin je morfološki podijelio vizualne reprezentacije (koje naziva oznakama) na 7 varijabli: pozicija u 2D prostoru, oblik (formu), teksturu, svjetlinu, boju, veličinu i orijentaciju [95]. Budući da je ova podjela usmjerena prvenstveno na informacijsku grafiku, nedovoljna je za potrebe analize linijskih ilustracija. Horn [96] u kontekstu morfološke podjele elemenata vizualnog jezika adaptirao je i proširio Bertinovu podjelu te kao glavne elemente vizualnog jezika navodi riječi, oblike i slike, dok preostalih 6 Bertinovih varijabli navodi kao svojstva primitivnih oblika, te im pridodaje 4 nove: smještaj u trodimenzionalnom prostoru, pokret, debljinu i osvjetljenje.

Nekoliko je različitih pristupa kreiranja dvodimenzionalnih formi znaka kao osnove slikovne organizacije u različitim vizualnim medijima, poput fotografije, slikarstva ili ilustracije. Moguće ih je definirati korištenjem linija, formalno jednodimenzionalnim tvorevinama koje se mogu razlikovati po svojem karakteru (debljina, duljina, cjelovitost, jednoličnost) i toku (ravne, krivulje). Definiranje oblika linijom predstavlja čestu praksu u oblikovanju slikovnih prikaza za PK jer se većina skupova i sustava znakova za PK temelji na linijskim crtežima. Relativne razlike u svjetlini i snažan kontrast unutar kompozicije također mogu predstavljati alat za definiranje granica oblika, dok je gradacijom svjetline i debljine moguće dobiti i iluziju volumena. Oblike je, kao i kontraste svjetline, moguće definirati i značajnim razlikama u tonu

i zasićenju boje ili u promjenama teksture. Međutim, u većini slučajeva dvodimenzionalni oblici u slikovnim reprezentacijama definirani su kombinacijom nekoliko navedenih pristupa, što je također slučaj i s višetonskim i višebojnim sustavima znakova za PK.

3.6 Prezentacija znakova unutar grafičkih korisničkih sučelja za PK

Budući da grafički znakovi predstavljaju osnovni element interakcije korisničkih sučelja za PK, njihova strukturalna, prostorna i organizacijska prezentacija na zaslonu predstavlja bitan čimbenik njihove uporabljivosti. U svojoj kategorizaciji morfoloških cjelina Horn je elemente vizualnog jezika podijelio na riječi, oblike i slike [96]. Ovu podjelu moguće je primijeniti i na standardnu prezentaciju grafičkih znakova unutar komunikacijskih usluga za PK, u kojima se jedna funkcionalna cjelina sastoji od grafičke reprezentacije znaka (slika), tekstualnog opisa značenja (tekst) i okvira u kojem je sadržana grafička reprezentacija i pozadina (oblik).

Elementi dodani slikovnoj reprezentaciji, poput tekstualnog opisa značenja, mogu prouzročiti dodatne smetnje pojedinim korisnicima sa SKP, stoga je uobičajeno da se skupovi grafičkih reprezentacija (znakova) distribuiraju zasebno, dok su, među sredstvima za PK (komunikatori, kartice, aplikacije), obično smješteni unutar određenog okvira i popraćeni tekstualnom definicijom pojma koji se prikazuje (*gloss*). Budući da oblik i boja okvira te karakteristike tekstualnog natpisa variraju u odnosu na primjenu, u kontekstu aplikacija na pokretnim uređajima možemo ih tretirati kao elemente grafičkog korisničkog sučelja.

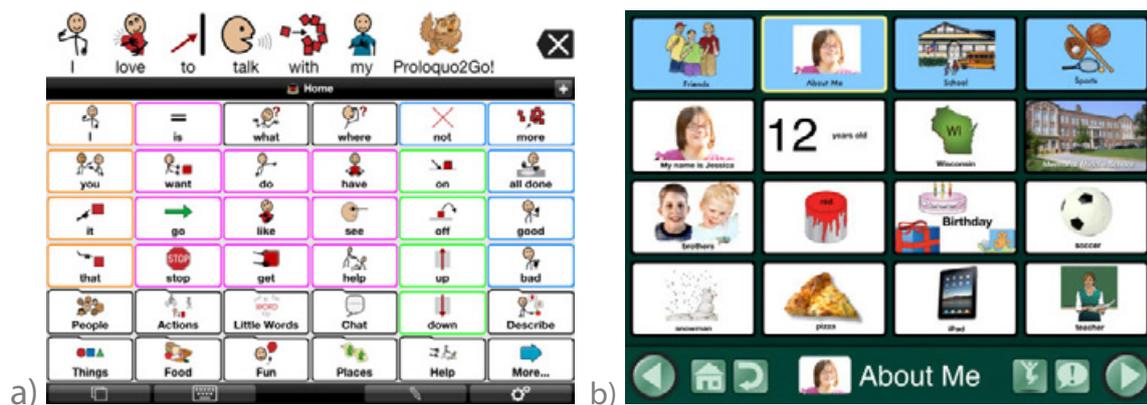
3.6.1 Metode vizualne organizacije vokabulara

U sustavima gdje je jednim znakom predstavljan jedan pojam, korišteni vokabulari mogu dostizati nekoliko stotina znakova. Stoga je nužno razmotriti kako prostorni raspored vizualnih reprezentacija pojmova unutar prostora dinamičnog ili statičnog zaslona i njihovi međusobni odnosi utječu na lakoću upotrebe te učenje značenja pojmova i načina korištenja sustava za PK.

Mrežni prikaz

U mrežnom sustavu prikaza znakova koji tvore vokabular slikovne reprezentacije pojmova pravilno su raspoređene unutar određenih prostornih intervala te je svaki pojam sadržan u okviru koji ga jasno odvaja od ostalih pojmova ili elemenata korisničkog sučelja.

Reprezentacije su stoga lišene konteksta u kojem se pojavljuju u korisnikovom okruženju. U sustavima s velikim opsegom vokabulara uobičajeno je da su znakovi organizirani u sklopu određenih cjelina, te mrežni prikaz može imati taksonomijsku organizaciju u kojoj su znakovi organizirani unutar hijerarhijskih kategorija kao i shematsku organizaciju u kojoj se grupiranje znakova vrši prema relevantnim iskustvima ili događajima. Mrežni prikazi omogućuju veću fleksibilnost korisniku pri sekvencioniranju znakova u izjave u odnosu na ostale metode vizualne organizacije. Stoga se često rabe u sustavima koji obuhvaćaju široki spektar komunikacijskih mogućnosti.



Slika 4. Primjeri mrežnog prikaza znakova u aplikacijama za PK za suvremene pokretne uređaje Proloquo2Go (a) i Go Talk NOW (b)
Izvor: <https://itunes.apple.com>

Vizualni prikaz scena

Vizualni prikaz scena (Visual Scene Display, VSD) metoda je organizacije vokabulara u kojoj pojmovi imaju kontekstualnu potporu tako da su integrirani unutar grafičkog prikaza scene (Slika 5). Za ovu metodu organizacije vokabulara Light et al koristili su izraz kontekstualni raspored scene, dok ga je Shane nazvao vizualnom metaforom [97], međutim zajednička im je karakteristika da su prikazani koncepti povezani vizualno i konceptualno. Scene su prikazane korištenjem fotografija ili linijskih crteža, a njihov kontekst može biti generički ili personaliziran, tj. scene mogu biti prikaz univerzalnog okruženja ili stvarnog okruženja iz korisnikove okoline. Mogućnost personalizacije sadržaja VSD-a, koji se naziva razvoj teme, gotovo je neizostavna funkcionalnost ovih sustava [98]. Za razliku od mrežnog prikaza primarna namjena VSD-a jest potpora u konverzacijskim aktivnostima u smislu poticanja komunikacije o zajedničkim aktivnostima, dijeljenju iskustava i pružanju uputa ili informacija.



a)



b)

Slika 5. Primjeri vizualnog prikaza scena u a) aplikaciji SceneSpeak i b) u programu Boardmaker. Izvori: a) <http://appsforaac.net/>, b) <http://news.boardmakershare.com/>

Poput mrežnog prikaza i ova tehnika prikaza vokabulara može se upotrebljavati na niskotehnološkim i visokotehnološkim sredstvima za PK. U visokotehnološkim izvedbama određeni dijelovi scena mogu imati aktivne zone koje prigodom aktivacije mogu generirati tekstualnu, slikovnu ili govornu poruku. Zbog činjenica da prezentiraju pojmove u vokabularu unutar konteksta, nedostatak korištenja vizualnog prikaza scena jest upravo ograničenost komunikacije na scene dostupne korisnicima. Korisnik nije u mogućnosti konstruirati rečenicu izvan konteksta scene koja mu je na raspolaganju, što rezultira ograničenjima u mogućnostima komunikacije. Dosadašnja istraživanja pokazala su, u usporedbi s mrežnim prikazom pojmova, bolje snalaženje djece u ranoj fazi razvoja kada su im pojmovi prezentirani preko VSD sučelja, čak i u slučajevima kada scene u VSD sučelju nisu personalizirane [99].

SGZ 2: Tehnološke karakteristike grafičkih znakova za PK trebaju podržavati mogućnost implementacije unutar vizualnih prikaza scena.

SKS 8: Za djecu, korisnike PK, u ranijoj razvojnoj dobi preporučljiva je vizualna organizacija vokabulara metodom vizualnog prikaza scene ili hibridnog prikaza.

Hibridni prikaz

Ova metoda reprezentacije vokabulara predstavlja kombinaciju vizualnog prikaza scena i mrežni prikaz. Dva su tipična pristupa implementacije ove metode vizualne organizacije unutar

sustava za PK. Prvi je hijerarhijski, u kojemu mrežni prikaz i vizualni prikaz scena alterniraju u ovisnosti o trenutnom položaju korisnika unutar sustava. Drugim pristupom na istom zaslonu prikazuje se VSD i mrežni prikaz određenog broja grafičkih znakova. Moguć je i način implementacije da se mrežni prikaz superponira na vizualni prikaz scene kao rezultat korisnikove interakcije s elementom vizualnog prikaza scene.



Slika 6. Primjer hibridnog prikaza u aplikaciji Scene & Heard. s istovremenim prikazom VSD i mrežnog prikaza znakova. Izvor: <http://www.widgit.com>

3.6.2 Metode reprezentacije vokabulara

S obzirom na činjenicu da navigacijski principi korisničkih sučelja za PK ovise o broju grafičkih znakova, odnosno opsegu vokabulara, reprezentacija vokabulara ima značajni utjecaj na značajke interakcije s uslugama za PK. Iako je kod ovakvih sustava naglašena potreba za dostupnošću temeljnog vokabulara, potpuna komunikacija zahtijeva pristup i temeljnom i proširenom vokabularu. Razlikujemo dvije osnovne metode reprezentacije vokabulara grafičkih znakova u sustavima za PK:

- jednoznačni slikovni prikazi (*Single-meaning pictures*, SMP) – kod ove metode jedna slika označava jednu riječ, odnosno jedan pojam. Duljina izjave određena je brojem korištenih znakova. Ova metoda ne zahtijeva pismenost i jednostavna je za razumijevanje. Ipak, korisnik treba naučiti značenje pojedinih znakova, osobito onih koji prikazuju određene glagole, pridjeve i apstraktne pojmove. Iako je potencijalno potrebna samo jedna radnja kako bi korisnik komunicirao željeno značenje (odabir jednog znaka), problem može nastati kod navigacije do željenoga znaka - budući da ova metoda zahtijeva značajan broj simbola čak i za temeljni rječnik, dolazak do željenog znaka od korisnika može zahtijevati nekoliko različitih radnji.

- semantička kompaktnost - ova metoda, koju je razvio lingvist Bruce Barker [100], temelji se na kodiranju informacija generiranjem određene sekvence grafičkih znakova. Budući da određeni slikovni prikazi mogu u korisniku potaknuti višestruke asocijacije, semantička kompaktnost temelji se na ideji da se ciljano značenje može izdvojiti kombiniranjem više znakova. Obično se uz temeljni znak dodaje jedan ili više funkcionalnih znakova kojima se određuje ciljano značenje. Tako npr. znak sunca, ovisno o ostalim kombiniranim znakovima, može značiti „vrijeme“, „žuta“, „ljetno“, „vruće“ ili „podne“. Ovom metodom kombiniranja znakova ujedno se smanjuje broj znakova potreban za temeljni vokabular, čime se stvara potencijal za bržu komunikaciju u usporedbi s metodom jednoznačnih slikovnih prikaza i pojedinim metodama upotrebe abecede. Iako pismenost nije uvjet za korištenje ove metode, postoje pravila i zahtjevi kombiniranja znakova koju korisnici sustava moraju naučiti kako bi mogli ostvariti željenu komunikaciju. Potrebno je i zapamtiti funkcije vezane uz tzv. govorne oznake, odnosno znakove kojima se indicira kategorija riječi (npr. znak koji prikazuje majstora označuje glagol, dok kist s bojom označuje pridjev), a budući da redosljed znakova ima utjecaj na generirano značenje, korisnici trebaju savladati i pravila logičkog sekvencioniranja znakova. Metoda semantičke kompaktnosti patentirana je i trenutno je dostupna u obliku sustava za PK nazvanog Minspeak. Pojedine varijante toga sustava imaju i funkciju predikcije odabira znakova, koja korisnicima na temelju odabira prethodnih znakova nudi ograničenu selekciju. Prvo rješenje koje je koristilo Minspeak metodu bilo je Words strategy iz 1982. godine [101].

Kao što je vidljivo iz njihovih opisa, obje metode reprezentacije vokabulara imaju prednosti i nedostatke i zahtijevaju temeljno drugačiji pristup problemu dizajna interakcija. Dok je kod jednoznačnih slikovnih prikaza vidljiva potreba brze i efikasne navigacije kroz različite kategorije vokabulara, interakcija s vokabularom koji koristi semantičku kompaktnost stavlja težište na veću frekvenciju odabira. Različita su i opterećenja koja metode stavljaju na korisnike, poput većeg opterećenja na pamćenje u semantičkoj kompaktnosti, u usporedbi s fokusom na prepoznavanje kod jednoznačnih prikaza.

Nedovoljan je broj istraživanja povezan s usporedbom ovih metoda da bi se mogli donijeti jasni zaključci o tome koja metoda daje bolje rezultate. Prema istraživanju provedenom na šest korisnika PK sustava s cerebralnom paralizom u adolescentskoj i odrasloj dobi, korisnici koji

su savladali pravila semantičke kompaktnosti brže generiraju željene pojmove za vrijeme komunikacije u odnosu na korisnike jednoznačnih slikovnih prikaza [102]. Međutim, istraživanja provedena na djeci predškolske dobi ukazuju na probleme u savladavanju i korištenju semantičke kompaktnosti. Tako se kod djece bez razvojnih odstupanja u dobi od 4-5 godina, uz prethodnu edukaciju, pokazuju problemi u savladavanju ove metode i ostvaruju malen učinak u komunikaciji ostvarenoj njezinim korištenjem [97], čak i s implementacijom predikcije odabira znakova [103]. Budući da je semantička kompaktnost prilagođena uporabi temeljnog rječnika, često je potrebno i uvođenje jednoznačnih slikovnih prikaza radi proširivanja rječnika.

S obzirom na činjenicu da je dostupan znatno veći broj sustava za PK temeljenih na jednoznačnim slikovnim prikazima i zbog ograničenja u slobodnom korištenju semantičke kompaktnosti kod stvaranju novih rješenja, predloženi model prilagodljivog znakovnog sustava za PK unutar ovog rada temeljit će se na uporabi jednoznačnih slikovnih prikaza.

3.7 Principi vizualne kategorizacije grafičkih znakova u sustavima za PK

Zbog suočavanja korisnika s velikim brojem istovremeno prikazanih znakova pri uporabi sustava za PK, često je, uz vizualnu organizaciju, potrebno primijeniti strategije kategorizacije znakova kako bi se olakšala njihova vizualna pretraga. Wilkinson i Jagaroo [67] sugeriraju da je primjenom principa vizualne kategorizacije moguće poboljšati performanse u slaganju poruka. Iako se sustavi za PK koriste različitim strategijama kategorizacije, poput abecedne, u ovom segmentu rada temeljitije će se obraditi pristupi kategorizacija bojom i oblikom koji imaju utjecaj na vizualno oblikovanje sustava za PK.

3.7.1 Kategorizacija bojom

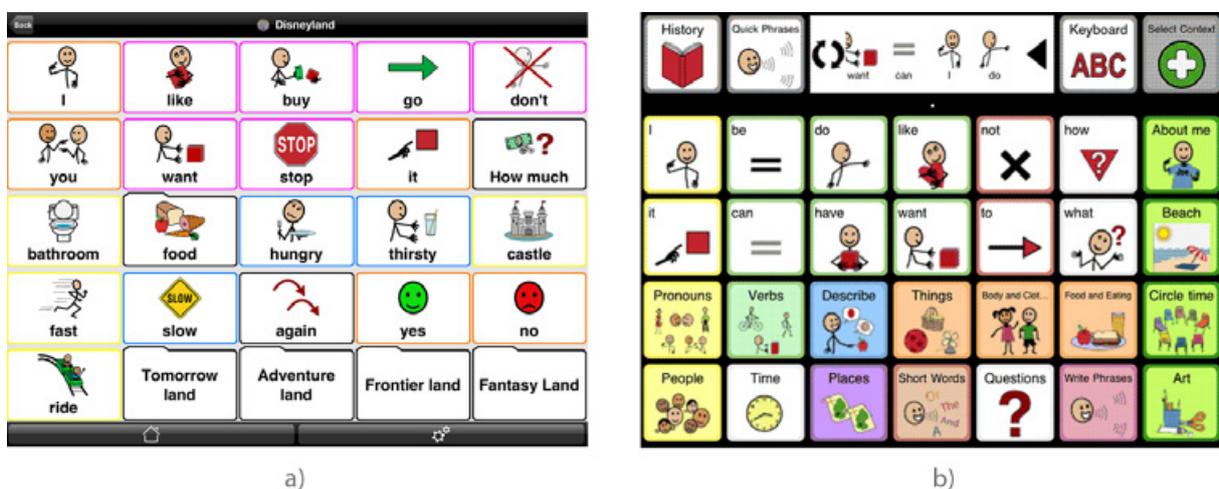
Uporaba boja česta je strategija kategorizacije vizualnih prikaza grafičkih znakova, osobito u mrežnim prikazima. Iako je u sustavima PK pomoću grafičkih znakova prisutna više od dvadeset godina, njihov utjecaj na oblikovanje znakova i sustava za PK još je uvijek nedovoljno istražen. U svojem pregledu istraživanja neuropsiholoških aspekata uporabe boje za potpomognutu komunikaciju Wilkison i Jagaroo ističu [67] pozitivne aspekte uporabe boja kao pomoć pri segmentaciji scena, perceptualnoj diskriminaciji i grupiranju, poboljšanju

kratkotrajne memorije i prepoznavanju vizualizacija. Posebno pozitivan učinak može imati uporaba boja unutar naturalističkih prikaza, poput vizualnog prikaza scena. Kroz pregled dostupne literature ističu se dva modela kategorizacije bojom, Fitzgeraldov ključ [32] i model koji su predstavili Goossens', Crain i Elder [104]. Ova dva modela razlikuju se prvenstveno prema kategorijama i bojama korištenima za njihovo označavanje. Fitzgeraldov ključ klasificira vrste riječi prema njihovoj poziciji unutar rečenice na sljedeće kategorije: osobe i zamjenice (žuta), imenice (narančasta), glagoli (zelena), pridjevi i prijedlozi (plava), društvena kategorija (ružičasta) i razno (bijela). Goossens', Crain i Elder predstavili su model s drukčijom raspodjelom kategorija i boja kojima ih označavaju: imenice i osobe (žuta), glagoli (ružičasta), pridjevi i zamjenice (plava), prijedlozi (zelena) i razno (bijela). S vremenom se razvio i modificirani model Fitzgeraldovog ključa [105], koji proširuje broj kategorija i korištenih boja.

U kontekstu područja primjene boje za kategorizaciju unutar sustava za PK razlikujemo dva različita pristupa: površinsko i linijsko označavanje. Površinsko označavanje podrazumijeva uporabu prostora izvan linijske konstrukcije samoga znaka, odnosno njegove pozadine, radi kategorizacije bojom. Kod linijskog označavanja okvir u kojemu je sadržana vizualna reprezentacija izveden je u odgovarajućoj boji prema odabranoj strategiji kategorizacije. Iako većina aplikacija upotrebljava jedan pristup kategorizacije, neke kombiniraju linijsko i površinsko označavanje, gdje se linijsko koristi za kategorizaciju pojedinačnih znakova, dok su površinskim označavanjem kategorizirani skupovi znakova.

Wilkinson i Jagaroo [67] smatraju da su prednosti upotrebe linijskog označavanja boja za kategorizaciju unutar mrežnih prikaza upitne zbog vjerojatnosti stvaranja nenamjernih poveznica između znakova i mogućnosti pojave McCollough efekta, odnosno psihofizikalnog posljedično adaptacijskog vizualnog efekta koji se temelji na višim razinama percepcije, a uvjetovan je bojom i strukturom slikovnih elemenata [106]. Iako trenutno ne postoje istraživanja u području PK koja bi potvrdila ili osporila ove tvrdnje, zbog same prirode linijskog označavanja bojom, odnosno razlike u percipiranom kontrastu standardnih tonova boja iste svjetline rabljenih za kategorizaciju, moguće je zaključiti da označavanje okvira može prouzročiti stvaranje vizualnih uzoraka u mrežnom prikazu i nenamjerno isticanje znakova označenih bojama koji imaju veći kontrast u odnosu na podlogu (Slika 7). U kontekstu površinskog označavanja bojom za kategorizaciju u sustavima za PK, istraživanja pokazuju konfliktne rezultate. Dok su u preliminarnim rezultatima istraživanja utjecaja površinskog označavanja bojom na točnost odabira i brzinu pretrage grafičkih znakova Wilkinson i Coombs

[107] ustanovili da mlađa djeca bez razvojnih poteškoća brže i točnije pronalaze znakove ukoliko nisu površinski označeni bojom, u sličnom istraživanju na djeci bez razvojnih poteškoća, rane školske dobi, Herold [69] je ustanovila da su ispitanici kraće tražili znakove kategorizirane bojama u usporedbi s abecednom kategorizacijom. Razlika u rezultatima moguća je posljedica materijala na kojima se istraživalo, odnosno odnosa kontrasta boja površinskog označavanja i znaka, čiji je utjecaj na prepoznavanje i vizualnu pretragu slikovnih elemenata detaljnije objašnjen u 4. poglavlju. Interakcija površinskog označavanja sa slikovnim elementima grafičkog znaka, osim problema u diskriminaciji slikovnih elemenata, može prouzročiti i promjenu hijerarhijskih odnosa između figure i pozadine.



Slika 7. Primjer linijske a) i kombinacije linijske i površinske b) kategorizacije bojom u sustavima za PK. Izvori: a) <http://www.ericssailers.com>, b) <http://www.tobiisonoflex.com>

3.7.2 Kategorizacija oblikom

Poput razlikovanja uporabom boja, i uporaba različitih oblika često je sredstvo kategorizacije grafičkih znakova u grafičkim sučeljima za PK, osobito u slučaju mrežne reprezentacije znakova. Ovaj način kategorizacije uobičajeno je izveden modifikacijom forme okvira koji sadržavaju grafičke znakove. S obzirom da je okvir znakova često naglašen upotrebom konturne linije, ona poprima ulogu kôda, prenoseći na taj način korisnicima značajke prikazanog znaka i olakšavajući im vizualnu pretragu. Iako funkcionalnost ovog načina kategorizacije ne ovisi o korisnikovoj sposobnosti raspoznavanja boja, zbog nepravilnog oblika okvira može doći do formiranja različitih uzoraka unutar mrežnog prikaza koji će korisnicima

odvlačiti pozornost. Stoga ovakav način označavanja treba biti umjeren i izveden na pojedinim segmentima okvira.

Unutar postojećih ICT usluga za PK, kategorizacija oblikom u slabijoj je mjeri zastupljena u odnosu na kategorizacije bojom, te se gotovo isključivo upotrebljava za označavanje virtualnih „mapa“, odnosno oznaka koje predstavljaju naredbu za pristup skupu znakova kategoriziranom na temelju zajedničkih značajki referenata. U takvim slučajevima okviri poprimaju oblik korištene vizualne metafore, najčešće uredskih mapa za dokumente ili naslaganih kartica (Slika 7).

3.8 Prilagodljivost sustava za PK

Dva su načina prilagodbe tehnologije specifičnom korisniku: adaptivnost i personalizacija. Adaptivnost podrazumijeva aktivno praćenje korisnikove interakcije sa sustavom i konteksta uporabe, te uvođenje promjena u korisničkom sučelju na osnovi korisnikovog ponašanja. Personalizacija podrazumijeva mogućnost prilagodbe sustava prema željama i potrebama korisnika.

Nekoliko je različitih pristupa prilagodbe izbornika i alatnih traka GKS koje je moguće podijeliti na prostorne i vizualne prilagodbe [108]. Prostorne prilagodbe podrazumijevaju izmjenu prostornih značajki pojedinih elemenata GKS radi olakšavanja pristupa naredbama. Njihovo izvođenje moguće je ostvariti repozicioniranjem elemenata, promjenom njihove veličine ili njihovim dupliciranjem te privremenim izostavljanjem onih elemenata koji su u danom trenutku najmanje korisni. Vizualne prilagodbe obično su usmjerene na isticanje bojom ili kontrastom.

S obzirom na značajna odstupanja korisnika u mogućnostima korištenja GKS u kontekstu PK, prostorne i vizualne prilagodbe imaju velik potencijal za redukciju zahtjeva navigacije, pretrage i odabira kako bi korisnik stigao do željenog odabira, posebice kada je riječ o sučeljima u kojima se ove prilagodbe rabe za olakšavanje pristupa korisnicima s motoričkim smetnjama, poremećajima vida ili kognitivnim poteškoćama [109]. Povećanjem dimenzija znakova za PK i ikona naredbi moguća su značajna poboljšanja performansi uporabe GKS za korisnike s poremećajima vida [40]. Međutim, zbog ograničenog prostora na zaslonu uređaja, povećanjem dimenzija znakova smanjuje se njihov broj prikazan u isto vrijeme na zaslonu, što može imati

negativan utjecaj na uporabljivost sustava korisnicima s normalnim vidom i/ili bez motoričkih poteškoća. Stoga, kako bi dizajn sustava za PK pomoću grafičkih znakova osigurao pristupačnost i visoku razinu uporabljivosti različitim korisnicima, potrebno je da se on temelji na prilagodljivosti u domenama prostora i izgleda.

SKS 9: Korisnicima je potrebno osigurati selektivan odabir automatskih prilagodbi sustava.

Međutim, konstantne promjene u rasporedu elemenata GKS mogu prouzročiti i niz neželjenih posljedica, osobito kod korisnika PK sustava kojima česte izmjene u prostornoj poziciji elemenata mogu povećati kognitivno opterećenje i smanjiti efikasnost vizualne pretrage, smanjujući time i performanse korištenja usluge za PK [110]. Kao primjer može poslužiti strategija prilagodbe sučelja na temelju učestalosti uporabe koju su razvili Mitchell i Shneiderman [111]. Uporabom ove strategije moguće je ostvariti raspored grafičkih znakova u mrežnom prikazu koji je utemeljen na podacima o učestalosti njihova korištenja. Tako bi se najfrekventnije korišteni znakovi u određenoj kategoriji uvijek nalazili na vrhu i samim time bili pristupačniji korisniku, ubrzavajući na taj način proces slaganja poruke. Međutim, kod određenog dijela korisnika koji se oslanjaju na prostornu memoriju, učestale promjene mogle bi izazvati konfuziju, dezorijentiranost i frustraciju [112]. Stoga bi usluge koje su namijenjene širokom spektru korisnika uvijek trebale nuditi mogućnost isključivanja pojedinih automatskih prilagodbi, osobito onih koje znatno utječu na izgled i funkcioniranje sustava.

U kontekstu razvoja interaktivnih sustava za PK, ponekad je određene dijelove interakcijskih elemenata, poput naprednih postavki, potrebno namjerno napraviti teže dostupnima ili nedostupnima primarnim korisnicima u cilju sprečavanja njihove nenamjerne aktivacije i problema u korištenju sustava koji proizlaze iz neočekivane pojave interakcijskih elemenata koje nisu sposobni savladati. Međutim, potrebno je da se dizajnom sučelja, usprkos restrikcijama za određeni dio primarnih korisnika, u isto vrijeme omogući pristup i korištenje ovih interakcijskih elemenata sekundarnim korisnicima (roditeljima, skrbnicima, nastavnicima, rehabilitatorima) ili korisnicima PK koji posjeduju potrebna znanja i vještine za njihovo korištenje. Norman navodi različite pristupe restrikciji funkcionalnih dijelova dizajna određenom dijelu korisnika [113], od kojih se u kontekstu implementacije unutar GKS sustava za PK na pokretnim uređajima mogu primijeniti jesu korištenje vremenski ili motorički preciznih radnji.

SKS 10: Pristup segmentima GKS koji nisu namijenjeni primarnim korisnicima, poput postavki aplikacije, potrebno je ograničiti zahtijevanjem obavljanja vremenski ili motorički preciznih radnji kao predispozicije za pristup navedenim segmentima.

Učestale izmjene u pozicioniranju alatnih traka GKS mogu sprečavati korisnika u razvoju prostorne memorije naredbi, dodatno otežavajući interakciju korisniku [114]. Stoga je moguće zaključiti da je prostorne prilagodbe elemenata navigacije potrebno rabiti umjereno, te da se sve značajnije intervencije u rasporedu i poziciji alatnih traka i naredbi izvode pomoću personalizacije umjesto metodama adaptivnosti.

SKS 11: Preporučuje se umjereno korištenje adaptivnih elemenata, osobito u domeni prostorne prilagodbe. Posebice je potrebno izbjegavati značajne i učestale izmjene u rasporedu i pozicioniranju alatnih traka i naredbi.

Problem prilagodljivih sučelja jest što korisnici rijetko samoinicijativno rabe mogućnosti personalizacije [115]. Stoga se nameće potreba za iniciranje procesa personalizacije od strane uređaja, odnosno aplikacije, tijekom njezina prvog pokretanja ili dodavanja novog korisnika.

SKS 12: Preporučuje se iniciranje procesa personalizacije grafičkog korisničkog sučelja pri prvom pokretanju aplikacije ili usluge.

Značajna personalizacija sustava može prouzročiti da korisnik, uslijed vlastitog neznanja, pogrešnim odabirima personalizacija oteža korištenje aplikacije [115]. Navedeni scenarij posebice je moguć zbog činjenice da zbog sve veće dostupnosti aplikacija za PK roditelji i skrbnici korisnika sa SKP donose samostalne odluke o njihovoj uporabi bez prethodnih konzultacija s logopedima ili edukacijskim rehabilitatorima. U takvim slučajevima sustav bi trebao aktivno pratiti korisnikove performanse i na temelju zabilježenih pogrešaka ponuditi prikladnije postavke personalizacije.

SKS 13: Preporučljivo je da sustav aktivno prati korisnikove performanse i na temelju zabilježenih pogrešaka predloži prikladnije postavke GKS.

Velik potencijal vizualnih i prostornih prilagodbi nije u potpunosti iskorišten u dizajnu dostupnih aplikacija u domeni PK. One su pretežno ograničene na prostorne prilagodbe veličine

grafičkih znakova te, u rijetkim slučajevima, određene mogućnosti dodavanja i redukcije elemenata GKS. Vizualne prilagodbe pretežno su ograničene na promjenu pozadine grafičkih znakova. U mogućnostima prilagodbi najviše prednjače popularnije aplikacije, poput Proloquo2go (<http://www.assistiveware.com>) i Avaz (<http://www.avazapp.com>).

Tablica 4. Analiza mogućnosti prilagodbe za 4 popularne aplikacije za PK

| | Proloquo2Go | Avaz | My First AAC | Tobii SonoFlex |
|----------------------------------|-------------|----------|--------------|----------------|
| Prostorne prilagodbe | | | | |
| Veličina znakova | 6 razina | 6 razina | 2 razine | - |
| Veličina naredbi | - | - | - | - |
| Raspored naredbi | + | - | - | + |
| Vizualne prilagodbe | | | | |
| Grafički znakovi | - | - | - | - |
| Pozadine znakova | + | + | - | - |
| Naredbe i ostali elementi GKS | - | - | - | - |
| Prilagodba metodi odabira | | | | |
| Skeniranje | + | - | - | - |
| Upravljanje pogledom | + | + | - | + |
| Prilagodba animacije | | | | |
| Grafički znakovi | - | - | - | - |
| GKS | - | + | - | - |

4. Elementi i principi oblikovanja prilagodljivog grafičkog sustava za PK

U sljedećem poglavlju definirani su elementi i principi koje autor ovog rada smatra važnim za oblikovanje vizualnih i interakcijskih elemenata sustava za PK. Analizom dostupne literature iz područja potpomognute komunikacije, grafičkog dizajna, dizajna interakcija, vizualne komunikacije, percepcije i kognicije te analizom postojećih rješenja ustanovit će se dio smjernica za oblikovanje grafičkih znakova i elemenata GKS predloženog modela iz 5. poglavlja.

4.1 Linijska struktura

S obzirom da se većina skupova grafičkih znakova za PK temelji na ilustracijama ili linijskim crtežima, karakteristike linijske strukture izrazito su bitne za glavnu funkciju znakova, a to je ispravno prepoznavanje i interpretacija sadržaja slikovnog prikaza. Za razliku od piktograma korištenih na znakovima za označavanje javnih površina i ambalaža ili skupova znakova za PK namijenjenih slabovidnim osobama, koji zbog svoje jednotonske izvedbe pružaju jasno raščlanjenje prikazanog objekta, odnosno figure od njegove pozadine, kod višetonskih i višebojnih skupova znakova za PK postoji opasnost od neadekvatne razine kontrasta između figure i pozadine ili okolnih figura, koja bi promatraču omogućila diskriminaciju elemenata. Stoga je kod slikovnih prikaza za PK, umjesto uporabe kontrasta ploha za razdvajanje figure i pozadine, često prisutna izražena konturna ili obrisna linija kojom se izvane opisuju prikazane figure, odnosno objekti ili subjekti. Različite teorije percepcije ističu ulogu jasno izraženih kontura objekata u funkciji prepoznavanja. Pinna [116] smatra da se percepcija glavnih karakteristika vizualnih objekata, konture, boje, sjenčanja i osvjetljenja, odvija u sekvencijalnom nizu i da ih u jednakom poretku umjetnici i djeca upotrebljavaju za stvaranje slikovnih reprezentacija. Halverson [117] je uočio poveznicu između crteža današnje djece i prethistorijskih spiljskih crteža, koji su utemeljeni na prezentaciji objekata pomoću najprominentnijih kontura. Važnost konture ističe se i u Biedermanovoj teoriji percepcije trodimenzionalnih objekata, poznatij i kao teorija „geona“ [118]. Prema Biedermanovoj teoriji, čovjek percipira objekte kao skup geometrijskih tijela tako da tijekom procesa prepoznavanja

objekta, kompleksne trodimenzionalne forme raščlanjuje na veći broj jednostavnijih. Proces prepoznavanja objekata, odnosno njihovih morfoloških konstrukcija koje nastaju kombiniranjem nekih od 36 jednostavnih morfoloških komponenata nazvanih geonima, započinje upravo perceptivnim procesom izvlačenja rubova objekta koji se promatra, u kojem ljudski vizualni sustav prikuplja informacije o boji, teksturi i luminiscenciji objekata te na temelju kojih se stvara mentalni ekvivalent linijskog crteža. Iz svega navedenoga moguće je zaključiti da je kontura važna u prepoznavanju objekata u okolini, ali i njihovih slikovnih reprezentacija, čime jasno označena kontura slikovnih elemenata grafičkih znakova za PK može korisniku omogućiti brže i točnije prepoznavanje znaka, a samim time i poboljšanje komunikacijskih performansi. S obzirom na varijacije u dimenzijama znakova unutar prilagodljivih GKS za PK, te razlike u karakteristikama zaslona na kojima se znakovi prikazuju, potrebno je osigurati postojanost linijske strukture u svim predviđenim dimenzijama i uvjetima prikaza.



Slika 8. Izostanak repeticije u korištenju definiranih debljina linija u Symbolstix skupu znakova. Izvor: <https://www.itunes.com>

Zbog promjena u dimenzijama znakova teško je predvidjeti ponašanje slikovnih elemenata čija debljina linija varira. Zbog nesavršenosti prikaza linijskih elemenata na zaslonima [119], prigodom manipulacije dimenzija postoji opasnost od gubitka vidljivosti dijela linije ili spajanja određenih segmenata i nastajanja artefakata, stoga se linije bez varijacije u debljini nameću kao bolji odabir u kontekstu prilagodljivih sustava za PK. Međutim, potrebna je kontrola debljina linija koje se upotrebljavaju za konstrukciju znakova. Značajne varijacije u debljinama korištenih linija u skupu znakova mogu prouzročiti nekonzistentnost vizualne prezentacije

unutar GKS i nenamjerno isticanje određenih znakova (Slika 8). Stoga je potrebno repeticijom određenih debljina linije postići konzistentnost vizualnog prikaza i tako olakšati vizualnu pretragu [120]

SGZ 3: Kod višetonskih i višebojnih znakova za PK upotrebom linija potrebno je jasno naznačiti konture prikazanih figura.

SGZ 4: Linije trebaju biti jasno definirane kada je znak prikazan u svojim najmanjim dimenzijama u obliku otiska ili prikaza na zaslonu najmanje planirane razlučivosti.

SGZ 5: Radi konzistentnosti slikovnih prikaza potrebno je definirati određene debljine linija koje će se rabiti za linijsku konstrukciju u cijelom skupu znakova.

SGZ 6: Preporučljivo je da linije koje opisuju elemente slikovne reprezentacije znaka imaju konstantnu debljinu cijelom svojom duljinom, izuzev ekstremiteta.

4.2 Vizualna tekstura

Vizualna tekstura predstavlja iluziju teksture u dvodimenzionalnom mediju. Uporabom elemenata boje, linije i svjetline moguće je simulirati površinske značajke elemenata iz stvarnoga svijeta. Stupnjevanjem dimenzija konstrukcijskih elemenata teksture, moguće je stvoriti iluziju trodimenzionalnosti objekta na koji je tekstura primijenjena. U jednotonskim reprezentacijama tekstura je simulirana uporabom teksturnih linija ili oblika. S obzirom da tekstura povećava vizualnu kompleksnost slikovnih reprezentacija, sporadično je zastupljena unutar skupova za PK te je obično rabljena u situacijama u kojima njezina prisutnost pomaže pri prepoznavanju reprezentacija.

SGZ 7: Zbog značajki vizualnih prilagodbi znakova za PK potrebno je teksture koje su bitne za prepoznavanje značenja naznačiti (teksturnim) linijama.

SGZ 8: U osnovnom i kontrastnom stupnju prilagodbe vizualna tekstura se rabi jedino ukoliko se njenom uporabom pomaže pri prepoznavanju reprezentacije.

4.3 Ikoničnost

Ikoničnost predstavlja najzastupljeniju temu istraživanja u području oblikovanja znakova za PK. Morris [121] opisuje ikonični znak kao „svaki znak koji je u nekom pogledu sličan onome što označuje.“ Što je znak sličniji objektu, posjeduje veći stupanj ikoničnosti. U pojedinoj literaturi ikoničnost se naziva i „komunikacijskom snagom“ grafičkoga znaka [92], [122]. Ikoničnost kao kvalitetu moguće je promatrati kao kontinuum [123] na čijim se nasuprotnim ekstremima nalaze transparentnost (*transparency*) i proizvoljnost (*opacity*) značenja. Transparentni znakovi predstavljaju znakove koji imaju jasnu poveznicu sa svojim referentima i moguće im je pogoditi značenje bez dodatne pomoći. Za razliku od njih, proizvoljni znakovi ne posjeduju sličnost s referentom i njihovo značenje nije moguće prepoznati bez posjedovanja prethodnoga znanja. Između ovih dvaju ekstrema nalaze se polutransparentni, odnosno lako razumljivi znakovi, čije je značenje moguće pogoditi ukoliko se korisniku pruži semantička, konceptualna ili lingvistička povezanost između slikovnog prikaza i referenta [123]. Bitno je naglasiti da za pojedinog promatrača stupanj ikoničnosti nije sadržan u reprezentaciji, već je ovisan o promatračevim vještinama [124].

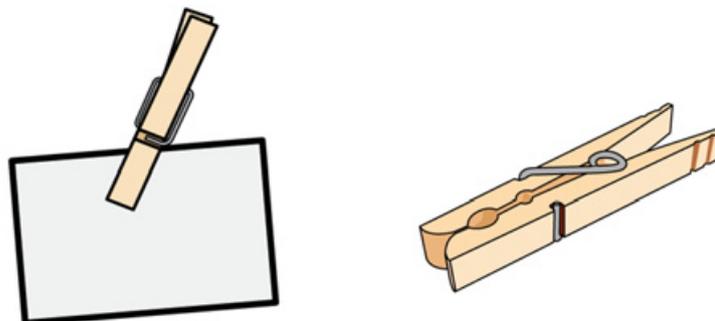
Dva su općenita smjera u istraživanju ikoničnosti unutar PK: evaluacija ikoničnosti znakova iz različitih skupova i evaluacije različitih kategorija znakova unutar istoga skupa. Millikin [123], Rmski i Sevrick [63], Beukelman i Mirenda [32] ponudili su pregled velikoga broja istraživanja u području ikoničnosti grafičkih znakova za PK. Iz rezultata je moguće ustanoviti da je ikoničnost povezana s učenjem znakova. Djeca bolje uče i pamte znakove s visokim stupnjem transparentnosti. Reprezentacije rabljene za radnje, odnosno glagole, manje su transparentne od imenica za većinu setova grafičkih znakova za PK. U svojem istraživanju ikoničnosti pet različitih skupova grafičkih znakova Bloomberg et al. [12] zaključili su da su najveću razinu ikoničnosti pokazali znakovi iz Rebus i PCS skupova, dok Blissymbols znakovi imaju značajno manju razinu ikoničnosti u odnosu na ispitivane skupove. Postizanje visokog stupnja transparentnosti smatra se jednim od osnovnih ciljeva pri izradi jednoznačnih znakova za PK.

SGZ 9: Oblikovanje znakova za jednoznačne setove treba služiti za postizanje što većeg stupnja transparentnosti.

4.4 Kanonske pozicije

Iako je vizualna percepcija u kontekstu promjene točke gledišta robusna u odnosu na promatrani objekt u trodimenzionalnom prostoru, postoje pozicije u kojima lakše prepoznamo navedene objekte, a nazivaju se kanonske pozicije. Slikovne reprezentacije u grafičkim znakovima za PK najčešće prikazuju objekt iz jedne točke gledišta, stoga je bitno da odabrana točka gledišta doprinosi prepoznavanju objekta. S gledišta promatrača značajke objekta, poput njegove prepoznatljivosti, prethodnog iskustva, percepcije funkcionalnosti (koja je analogna Gibsonovim percepcijama mogućnosti akcije) i estetskih kriterija, utječu na kanoničnost neke točke gledišta na objekt. Nekoliko je kriterija evaluacije kanonske pozicije određenog objekta: preferencija gledišta u trodimenzionalnom prostoru, analiza zamišljenih gledišta, preferencija reprodukcije objekta ovisno o prikazanom gledištu, vremenske performanse prepoznavanja objekata i broja pogrešaka, ovisno o gledištu i vremenu zadržavanja ispitanika na određenoj točki gledišta [125]. Upotreba nestandardnih kuteva gledišta za reprezentacije objekata u dvodimenzionalnom mediju (Slika 9) može imati značajan utjecaj na performanse prepoznavanja, koji se očituju u sporijem prepoznavanju, pogreškama u prepoznavanju [126] ili dodatnim opisima u tumačenju značenja [90]. Stoga je preporučljivo slikovne reprezentacije objekata i okoline izvoditi u njihovim kanonskim pozicijama, odnosno iz kanonskih točaka gledišta.

SGZ 10: Radi bržeg i točnijeg prepoznavanja preporučljivo je prikazivati objekte, subjekte i scene u znakovima u njihovim kanonskim pozicijama.

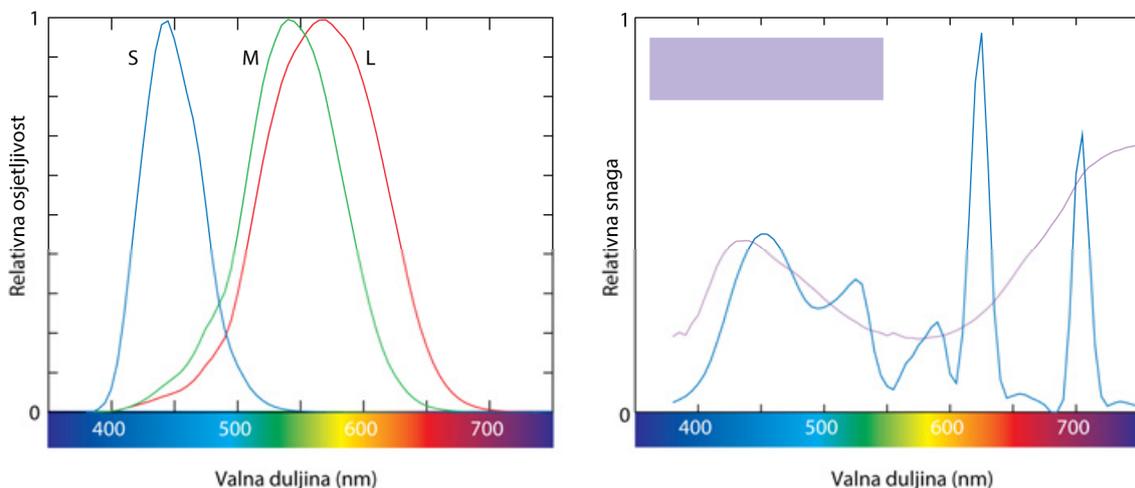


Slika 9. Primjer gledišta izvan kanonske pozicije za pojam "spojiti kvačicom" (lijevo) u skupu Symbolstix. Kut gledišta na kvačicu ne otkriva njezine istaknute vizualne karakteristike bitne za prepoznavanje. Desno je prikaz pojma "kvačica za rublje" iz istog skupa.

4.6 Boja

Boja predstavlja psihofizički doživljaj promatrača induciran svjetlom emitiranim iz nekog izvora ili reflektiranim s određene površine. Mogućnost raspoznavanja boja predstavlja bitan čimbenik ljudske percepcije. Boja može pružiti informacije o značajkama materijala nekog objekta ili može pomoći u diskriminaciji pojedinih objekata u prostoru.

Osjet boje stvara se kada svjetlost određene valne duljine dopre do ljudske mrežnice koja sadrži dvije vrste fotoreceptora, štapiće i čunjiće. Čovjeku vidljivo svjetlo jest uzak dio elektromagnetskoga spektra koji obuhvaća valne duljine od otprilike 380 do 780 nm [127]. Tri su različite vrste čunjića, klasificirane prema maksimalnoj spektralnoj osjetljivosti s obzirom na valnu dužinu vidljivog spektra na S (*short wavelength*, maksimalno osjetljivi na svjetlost valne dužine od 445 nm), M (*medium wavelength*, maksimalno osjetljivi na svjetlost valne dužine od 535 nm) i L (*long wavelength*, maksimalno osjetljivi na svjetlost valne dužine od 570 nm)(Slika 10). Prema načelu trikromatičnosti, na osnovi spektralne osjetljivosti čunjića spektralnu distribuciju ulazne svjetlosti moguće je reducirati na tri vrijednosti bez gubitka informacija [128]. Međutim, različite spektralne distribucije mogu prouzročiti iste trikromatske vrijednosti, odnosno jednak doživljaj boje kod promatrača (Slika 10). Ovo načelo, na kojem se zasniva i princip rada zaslona, naziva se metamerizam.



Slika 10. Spektralna osjetljivost S, M i L čunjića (lijevo) i primjer spektralnih krivulja za dva podražaja koji u promatraču uzrokuju isti osjet boje (desno). Izvor: Stone, 2005.

Tri psihofizička atributa kojima definiramo određenu boju jesu ton (*hue*), zasićenje (*saturation*) i svjetlina (*lightness*). Ton predstavlja atribut vizualnog doživljaja na osnovi kojeg boji

dodjeljujemo određeni naziv, npr. crvena, zelena, žuta... Zasićenje predstavlja udio pojedinih valnih duljina u nekom tonu boje, odnosno odstupanje neke boje od akromatske boje iste svjetline. Svjetlina je obilježje kojim se opisuje sličnost neke boje s nizom akromatskih boja, od crne do bijele. Ton i zasićenje određuju kromatičnost neke boje, obilježje boje koje je neovisno o svjetlini.

Većina skupova i sustava grafičkih znakova za PK rabi boju u nekom kapacitetu. Različiti tonovi boja upotrebljavaju se prvenstveno kao ispune formi definiranih akromatskim, najčešće crnim, konturnim linijama. Većinom se za jednu formu upotrebljava jedan ton boje, bez varijacija u svjetlini i zasićenju. Iako nisu u potpunosti vjerne, upotrijebljene boje pretežno odgovaraju značajkama referenta u stvarnom svijetu, osim ukoliko se ne rabe radi naglašavanja. Broj različitih tonova upotrijebljenih unutar istog znaka svodi se na najmanju mjeru i u funkciji je prepoznavanja. Iako se pokazalo da boja ima pozitivan utjecaj na prepoznavanje i učenje linijskih ilustracija u djece u ranim fazama razvoja [129] te brzinu prepoznavanja znakova u odraslih osoba bez razvojnih poremećaja [130], postojeća istraživanja utjecaja boje na prepoznavanje grafičkih znakova u području PK ne pružaju jasne zaključke. Iako je istraživanje Mirende i Locke pokazalo da skupovi znakova za PK u boji imaju veću razinu ikoničnosti u odnosu na monokromatske skupove [16], Stephenson je ustanovila da boja nema utjecaj na povezivanje reprezentacije s referentom [131]. Utjecaj boja na prepoznavanje i uporabu grafičkih znakova ovisno je i o korisnikovim perceptualnim i kognitivnim mogućnostima. Tijekom kreiranja vizualnog sadržaja za široki spektar korisnika potrebno je voditi brigu i o korisnicima koji imaju različite poremećaje vida, poput poremećaja doživljaja boja ili slabovidnosti. Mogućnost detekcije ili diskriminacije kontrasta predstavlja bitan čimbenik kod obavljanja radnji u vizualnoj domeni. U tom kontekstu nužno je u slikovnim reprezentacijama definirati dva različita aspekta kontrasta koji imaju utjecaj na percepciju slabovidnih osoba [132]: polarnosti i magnitudu. Istraživanja su pokazala da polarnost kontrasta (crni tekst na bijeloj pozadini ili bijeli tekst na crnoj pozadini) kod određenih osoba s poremećajima vida može imati značajan utjecaj na performanse prepoznavanja slovnih znakova [132]. Pretpostavlja se da je to posljedica nepravilnog raspršivanja svjetlosti u oku. Međutim, za pojedine slabovidne korisnike inverzni kontrastni polaritet može rezultirati slabijim performansama. Stoga je zaključak da je korisnicima, u kontekstu uporabe znakova za PK prilagođenih slabovidnim osobama, potrebno ponuditi varijante obaju kontrastnih polariteta.

SGZ 11: Monokromatska reprezentacija grafičkih znakova treba biti ponuđena za oba kontrastna polariteta.

ISO normom ISO-9241-3 propisuje se minimalni omjer kontrasta između teksta i pozadine u omjeru 3:1, pod pretpostavkom da promatrač nema probleme s vidom [74]. Za razliku od ISO 9241-3 norme, smjernice za pristupačnost sadržaja na internetu (Web Content Accessibility Guidelines 2.0, WCAG) uračunale su kompenzaciju za gubitak osjetljivosti na kontrast kod slabovidnih osoba te je za tekstualni sadržaj predložen minimalni omjer kontrasta između slovnih znakova i pozadine u omjeru 4,5:1, dok omjer za poboljšanu razinu kontrasta iznosi 7:1 [80].

SGZ 12: Omjer kontrasta između slikovnih elemenata i pozadine znaka treba iznositi 4,5:1, izračunato prema WCAG smjernicama, preporučljivo 7:1 za kontrastni stupanj vizualne prilagodbe.

SKS 14: Omjer kontrasta između tekstualnih natpisa i pozadine treba iznositi 4,5:1, izračunato prema WCAG smjernicama, preporučljivo 7:1 za kontrastni stupanj vizualne prilagodbe.

4.7 Konzistentnost

Prema Nielsen, konzistentnost predstavlja jedan od najvažnijih aspekata korisničkih sučelja [133]; potrebno je da ona bude primijenjena unutar cijeloga opsega GKS-a ICT usluge, ali i kroz GKS svih usluga istog proizvođača. U kontekstu korisničkih sučelja dva su tipa konzistentnosti: interna i eksterna. Interna konzistentnost obuhvaća izgled, funkcije i ponašanje grafičkog korisničkog sučelja u okviru jedne usluge, dok eksterna konzistencija obuhvaća i ostale usluge koje korisnici upotrebljavaju.

Uobičajeno je da je interna konzistentnost elemenata operacijskih sustava za pokretne uređaje određena relevantnim smjernicama od strane proizvođača [134]. Međutim, u većini slučajeva ove smjernice nije moguće prilagoditi specifičnostima zahtjeva interakcije unutar GKS za osobe sa SPK, jer se često oslanjaju na uporabu tekstualnih opisa naredbi ili određuju dimenzije

aktivnih elemenata koji nisu prilagodljivi osobama s motoričkim poteškoćama ili poteškoćama s vidom. Interna konzistentnost vizualne prezentacije grafičkih znakova bitna je za sam proces korištenja komunikacijskih usluga. Ukoliko dizajn grafičkih znakova nije konzistentan, može doći do nenamjernog isticanja određenih prikazanih znakova, uzrokujući tako nepotrebnu distrakciju korisniku prilikom procesa vizualne pretrage, a samim time i povećavaju zahtjeve za pozornost korisnika i kognitivno opterećenje u procesu pronalaska željenih znakova [67].

Jedan od problema razvoja aplikacija i ostalih ICT usluga za PK jest korištenje različitih skupova grafičkih znakova unutar iste aplikacije. Budući da svaki sustav posjeduje različite značajke oblikovanja linijske konstrukcije, korištenja boja i sjenčanja, kombiniranjem više sustava radi proširivanja vokabulara usluge dolazi do narušavanja konzistentnosti u vizualnoj prezentaciji usluge, što može imati negativan utjecaj na percepciju estetike i kvalitete usluge, ali i na funkcionalne karakteristike usluge, poput nenamjernog isticanja ili nečitljivosti dijela znakova, kao i na različitosti u konvencijama koje su korištene.

4.8 Metafore

Upotreba vizualnih metafora česta je pojava u oblikovanju grafičkih znakova i korisničkih sučelja kako bi se kontrolirala složenost, iskoristilo prethodno znanje i poboljšalo korisnikovo razumijevanje sustava. S obzirom na to da većina naredbi u korisničkim sučeljima aplikacija i ostalih softverskih rješenja predstavljaju apstraktne radnje, vizualne metafore omogućuju njihovo lakše razumijevanje pomoću vizualne poveznice s korisniku poznatim objektima i radnjama. Imitacijom konvencija iz stvarnog svijeta korisniku se pomaže u interakciji s virtualnim okruženjem. Iako pretjerana uporaba metafora može štetiti uporabljivosti sustava [11], primjerenim korištenjem omogućuje se prepoznavanje objekata koje korisnik može prepoznati i na taj način utvrditi kontekst koji je određen metaforom [92]. Aktivnim procesom rasuđivanja korisnik stvara više informacija o naredbi ili znaku nego što je ponuđeno statičnim prikazom. Nakon što je naučio koncept, metafore korisniku pomažu u prisjećanju. Primjer upotrebe metafora moguće je pronaći u programima za obradu teksta i u operacijskim sustavima u kojima su često upotrebljavane vizualne metafore preuzete iz uredskog okruženja. Iako su takve metafore prikladne s obzirom na namjene navedenih programa, one se često neprimjerenom rabe i u sučeljima za korisnike koji nisu upoznati s okruženjem iz kojih se metafore preuzimaju. Tako je čest slučaj da su pojedine metafore iz uredskog okruženja zastupljene u uslugama za

PK namijenjene djeci [83]. Slika 11 predstavlja primjer najčešće korištene metafore za označavanja kategorija skupova znakova u aplikacijama za PK – mapu za dokumente, koja je vrlo česta pojava u računalnim programima i operacijskim sustavima. Međutim, upitna je njezina prikladnost za prijenos naredbe primarnim korisnicima, koji se vjerojatno ne koriste mapama za dokumente u svojim dnevnim aktivnostima. Stoga je potrebno da se odnos između izvorne (objekt metafore) i ciljne domene (subjekt metafore) zasniva na prethodnim znanjima i iskustvima korisnika.

SKS 15: Ukoliko se za vizualnu prezentaciju naredbi GKS rabe metafore, one trebaju biti preuzete iz korisniku poznatog okruženja.

Madsen je ponudio opis karakteristika metafora korištenih u računalnim sustavima i smjernice za njihovo stvaranje, evaluaciju i razvoj [135]. Međutim, potrebno je istražiti prikladnost ovih smjernica za primjenu u domeni PK i po potrebi ponuditi izmjene i dorade njihove prilagodbe s obzirom na karakteristike i mogućnosti korisnika sustava za PK.

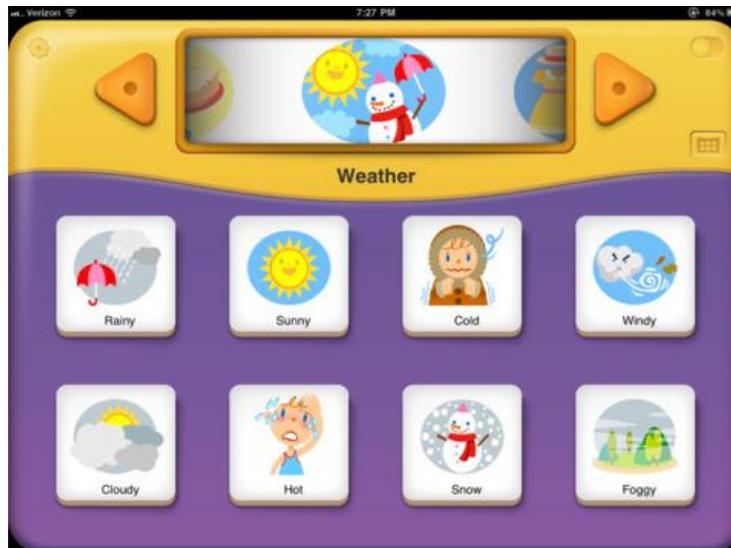


Slika 11. Usporedba korištenih vizualnih metafora za označavanje pristupa skupu znakova određene kategorije u aplikacijama a) Avaz, b) Easy Speak HD, c) So Much 2 Say, d) Proloquo2Go i e) fotografije primjera skupa otisnutih komunikacijskih kartica određene kategorije

4.9 Percepcija mogućnosti akcije (*affordances*)

James Gibson, utemeljitelj teorije direktne percepcije, smatra da čovjek svaki objekt i okolinu percipira direktno kroz vizualne indicije njihovih funkcija. Tu kvalitetu objekata i okoline Gibson naziva „*affordances*“, odnosno mogućnostima za akciju koje je moguće percipirati [136]. Prema Gibsonu, čovjek percipira mogućnosti za akciju direktno iz svoje okoline, bez ikakve obrade na perceptivnom ili kognitivnom nivou. Iako doslovno shvaćanje Gibsonove

teorije ukazuje na mnoge probleme [137], percepcije mogućnosti za akciju imaju značajan utjecaj na područje oblikovanja grafičkih korisničkih sučelja i hardverskih elemenata interaktivnih sustava [113], [137].



Slika 12. Naznačavanje perceptivnih mogućnosti akcije korištenjem metafore dječje igračke u aplikaciji MyFirstAAC. Izvor: <https://www.itunes.com>

U korisnička sučelja suvremenih pokretnih uređaja koji se koriste dodirnikom uveden je cijeli niz novih interakcijskih uzoraka, poput različitih gesta koje koristimo za navigaciju i manipulaciju objekata prikazanih na zaslonu. Iako su navedeni uzorci ustanovljeni radi brže i intuitivnije interakcije s uređajem, korisnicima s SKP mogu predstavljati problem, ne samo zbog njihovih motoričkih zahtjeva, već i zbog pamćenjem tih uzoraka i odlučivanjem kada ih se može koristiti. Mogućnost upotrebe navedenih uzoraka u većini slučajeva nije vizualno prezentirana, stoga je na korisniku da zaključi u kojim okolnostima može upotrebljavati određeni način interakcije. Ova metoda pokušaja i pogreške korisniku sa SKP uzrokuje nepotrebna motoričko i kognitivno opterećenje. Nedovoljno naznačene naredbe sučelja ne utječu samo na korisnike sa SKP, već predstavljaju općeniti problem interakcije [138]. Stoga je potrebno kod implementacije ovih i ostalih interakcijskih uzoraka u uslugama za PK primijeniti Gibsonovu filozofiju perceptivnih mogućnosti akcije, odnosno jasno označiti interaktivne elemente u vizualnoj domeni. Korisniku je potrebno na jasan i nedvosmislen način vizualno signalizirati koje su mu radnje u određenom trenutku dostupne i kakav rezultat može očekivati kao posljedicu tih radnji.

SKS 16: Potrebno je vizualno jasno i na nedvosmislen način naglasiti kojim elementima korisničkog sučelja korisnik u zadanom trenutku može, odnosno ne može, obavljati interakciju i kakve rezultate interakcije može očekivati.

4.9.1 Generičke reprezentacije

Iako je ikoničnost u vizualizacijama objekata i radnji u slikovnim sustavima za PK bitna, u nekim slučajevima može otežati korisnikovo shvaćanje i uporabu sustava. S obzirom na to da se struktura izjave dobiva sekvencioniranjem više znakova, funkcionalni zahtjevi pojedinih znakova diktiraju potrebu da je značenje njegovih dijelova ili znaka u cijelosti ovisno o kontekstu upotrebe, odnosno odnos označitelja i označenog namjerno je napravljen višeznačnim.

Kod generičkih prezentacija objekata i osoba u postojećim skupovima grafičkih znakova za PK izbjegavaju se detaljni prikazi za vizualizacije pojmova koji se mogu odnositi na više različitih subjekata ili objekata. Često je reprezentacija samog korisnika unutar znakova za PK apstrahirana do mjere jednostavne linijske reprezentacije najnužnijih anatomskih elemenata (Slika 13). Ovakve reprezentacije, namijenjene lakšoj korisničkoj identifikaciji unutar konteksta obuhvaćenog grafičkim znakom, po svojoj prirodi ne razlikuju se značajno od pojednostavljenih prikaza ljudskih silueta korištenih za oznake u javnim prostorima.

SGZ 13: Za reprezentacije koje se mogu odnositi na više referenata potrebno je koristiti apstrahirane vizualizacije, odnosno reprezentacija treba biti generička.



Slika 13. Generičke reprezentacije osoba i predmeta za pojam "nositi" u skupovima grafičkih znakova za PK: a) PCS, b) Widgit, c) Symbolstix, d) ARASAAC, e) Sclera Pictos

4.10 Animacija

Jedna od prednosti dizajna sustava za dinamičke zaslone predstavlja i mogućnost manipuliranja temporalnim karakteristikama grafičkih znakova i elemenata korisničkog sučelja. Iako su tehnološke karakteristike prvotnih uređaja s dinamičkim zaslonom ograničavale mogućnost uporabe animacije, grafičke mogućnosti suvremenih pokretnih uređaja omogućuju fluidnu animaciju kompleksnih dvodimenzionalnih i trodimenzionalnih reprezentacija. Sustavi percepcije pokreta u mozgu prisutni su od ranih faza razvoja, robusni su i rijetko podložni poremećajima, stoga je ometanje njihove funkcije izrazito rijetko čak i kod populacije koja rabi PK [139]. Animacija je kao alat u PK sustavima koji može biti u službi privlačenja pažnje, povećavanja transparentije znaka i poticanja kognitivnih procesa u korisniku [139]. Iako navedene stavke predstavljaju važne prednosti uporabe animacije tijekom reprezentacije grafičkih znakova, još uvijek postoji mogućnost proširenja uloge njezine integracije u sustave PK. Tako se animacija znakova može upotrebljavati i za pružanje vizualne povratne informacije pri odabiru znaka, u službi nagrade za pravilni odabir ili kao navigacijski orijentir.

4.10.1 Potencijal implementacije animacije radi poboljšanja prezentacije grafičkih znakova za PK

Koliko god bile realistične, slikovne reprezentacije uvijek su ograničene u odnosu na objekte, radnje ili događaje koje reprezentiraju. Dok uskraćivanje temporalne dimenzije doživljaja prezentacije objekata i koncepata statičke prirode ne predstavlja značajan problem, lišavanjem temporalnih značajki onih koncepata koji su u stvarnom svijetu okarakterizirani pokretom ili transformacijom, može negativno utjecati na razumijevanje značenja reprezentacije, te time ograničiti i samu funkcionalnu dimenziju znakova. Dosadašnja istraživanja animacije u području oblikovanja znakova za PK većinom su usmjerena na njezinu korelaciju s transparentnošću značenja. Pokazalo se da upotreba animacije ima pozitivan učinak na učenje grafičkih reprezentacija radnji u osoba s niskim stupnjem jezičnog razvoja [140]. Mineo et al [141] istražili su identifikaciju radnji u djece bez razvojnih odstupanja korištenjem reprezentacija videom, animacije crteža i statičkih prikaza s dodacima i bez dodataka simbola u funkciji nagovještaja. Zaključili su da se, iako je uporaba animacija imala lošije rezultate od videa, pokazala boljim rješenjem u odnosu na statičke reprezentacije s vizualnim nagovještajem pokreta ili bez njih.

SGZ 14: Povećavanje transparentnosti znakova, osobito kod reprezentacija radnji, moguće je ostvariti upotrebom animacije.

4.4.2 Potencijal implementacije animacije unutar grafičkog korisničkog sučelja PK usluga

Gilutz i Nielsen ustanovili su da je animacija pozitivan element dizajna u GKS namijenjen djeci, i da često doprinosi ostvarivanju pozitivnog prvog dojma i potiču djecu na dulje korištenje usluge [142]. Ova motivacijska funkcija animacije bitna je kod ostvarivanja prvog kontakta korisnika sa SKP i aplikacije za PK. Međutim, funkcionalni aspekt animacije ima potencijal za poboljšanje lakoće korištenja sustava za PK, a samim time i njihovu uporabljivost. U suprotnosti s naglim prijelazima, upotrebom fluidnih tranzicija kod kretanja korisnika među segmentima sadržaja unutar GKS zadržava se kontekst i time korisniku omogućuje lakše snalaženje [143]. Zbog velikog broja znakova u vokabularima ovaj princip moguće je primijeniti za olakšavanje kretanja kroz skupove prikazanih znakova i njihovu hijerarhijsku strukturu unutar sustava za PK. U kontekstu dizajna prilagodljivih sučelja animaciju je moguće upotrebljavati za tranzicije između pojedinih prostornih prilagodbi, osobito ukoliko su one posljedica adaptacije sustava [144]. Na ovaj način korisniku se olakšava praćenje prilagodbi u GKS.

SKS 17: Kretanje kroz različite mrežne prikaze grafičkih znakova i hijerarhijsku strukturu vokabulara potrebno je popratiti animacijom.

SKS 18: Adaptacije unutar GKS potrebno je popratiti animacijom.

McCarthy et al istražili su utjecaj uporabe animacije povećavanja grafičkih znakova u komunikacijskom sustavu pomoću odabira skeniranjem [145]. Usporedbom tradicionalnog načina uporabe, u kojem se trenutni odabir isticao pomoću crvenog okvira oko slike i poboljšane verzije s povećanjem dimenzija znaka za odabir, pokazalo se da poboljšana verzija ima značajno bolje rezultate u korištenju sustava.

SKS 19: Umjesto bojom, isticanje odabira znaka treba biti izvedeno animacijom povećanja grafičkoga znaka.

SKS 20: Uporaba animacije u sučeljima za PK treba biti umjereno. Ne preporučuje se korištenje više od jednog animiranog elementa u isto vrijeme, osim za isticanje korelacija ili kad je u pitanju grupna izmjena elemenata na zaslonu.

4.12 Tipografsko oblikovanje

Zbog prirode korisnika sa SKP upotreba teksta u uslugama za PK značajno je ograničena. Osnovni, i u čestim slučajevima jedini tipografski elementi jesu tekstualni opisi grafičkih znakova i naredbi. Zasebnom uporabom tekstualnih elemenata za određene funkcije riskira se izostanak uporabe navedene funkcionalnosti od dijela korisnika sa SKP. Stoga je potrebno da korišteni tekstualni elementi budu isključivo u funkciji podrške grafičkim reprezentacijama.

SKS 21: Ni jedna naredba ili funkcionalni element interakcije namijenjen korisniku sa SKP ne smiju biti ovisni isključivo o tekstualnom opisu.

Tekstualna definicija znaka predstavlja bitan element PK sustava, jer ona predstavlja podršku u tumačenju grafičke reprezentacije koja može imati pozitivan učinak na razvoj jezične pismenosti kod pojedinca. Ovaj oblik podrške koristan je i za roditelje, skrbnike, komunikacijske partnere i osobe bez razvojnih odstupanja koje se inače ne susreću s ovim oblikom komunikacije, zato što im tekstualno opisano značenje grafičke reprezentacije pomaže u jasnijoj komunikaciji s osobom koja se koristi sustavom za PK.

Iako problemi u percepciji i dekodiranju tekstualnih informacija mogu biti prouzročeni različitim poremećajima, dvije skupine problema izdvajaju se kao najzastupljeniji: problemi s osjetom vida i disleksija.

Disleksija je poremećaj neurološkog podrijetla koji utječe na jezične vještine pojedinca. Osobe s disleksijom imaju veće poteškoće u pristupu pisanim informacijama i njihovom dekodiranju, što za posljedicu ima negativan učinak na rast vokabulara i usvajanje novih znanja [146]. Osim kod čitanja tekstnih informacija, disleksija može prouzročiti različite probleme i u njihovoj kreaciji.

U svojem istraživanju prigodnih fontova za prikaz teksta namijenjenog disleksičnim osobama, Rello i Baeza-Yates [147] ustanovili su da ispitanici ostvaruju najbolje rezultate čitanjem teksta koji je prikazan bezserifnim fontovima, dok je uporaba kurziva prouzročila smanjenje performansi.

SKS 22: Nije preporučljiva uporaba kurzivnog pisma za prikaz tekstualnih elementa u korisničkom sučelju usluga za PK.

Hillier [148] vjeruje da su preporuke udruga koje zastupaju slabovidne korisnike, u vidu specifičnih bezserifnih fontova poput Ariala i Comic sansa, u odnosu na ostale fontove sličnih karakteristika, nastale kao posljedica dostupnosti navedenih fontova u sklopu računalnih operacijskih sustava i nedovoljne stručnosti udruga u području tipografskog oblikovanja.

Treba napomenuti i da je sve do pojave CSS3 i HTML5 standarda u izradi web stranica odabir fontova u većini slučajeva bio usko ograničen na tzv. „sigurne web fontove“ (*web safe fonts*), odnosno izlučilo se 13 pari fontova čije su se vizualne karakteristike mogle i prikazati na Windows i Macintosh operativnim sustavima. U pojedinim slučajevima ne radi se o identičnim fontovima, već o fontovima sličnih karakteristika, poput Ariala i Helvetice. Pojavom CSS3 i HTML5 tehnologija u izradi web stranica omogućena je implementacija velikog broja različitih fontova, te dizajner više nije ograničen u svom odabiru. Tako se otvaraju mogućnosti implementacije i posebnih fontova za osobe s disleksijom i slabovidne osobe. Isti je slučaj i s uslugama posebno razvijenima za pokretne uređaje, gdje je u većini slučajeva omogućena kontrola nad oblikovanjem i uporabom tipografskih elemenata.

Jedan od mogućih ciljeva intervencije u PK jest i promicanje razvoja pismenosti kod korisnika sa SKP [32], stoga je uporaba tekstualnih opisa znakova u uslugama koje za cilj imaju pomoć u tranziciji korisnika s uporabe znakova na uporabu pisma, od veće funkcionalne važnosti u odnosu na usluge za ostvarivanje komunikacijskih potreba. Zato su i povećani zahtjevi za tipografsko oblikovanje. Jedan od funkcionalnih zahtjeva ovakvih usluga jest vizualno naglašavanje određenih dijelova riječi. Cilj je postizanje optičke težine, odnosno kontrasta između naglašanih i nenaglašanih dijelova teksta, a on se u navedenim uslugama najčešće ostvaruje uporabom boje. No implementacija naglasaka moguća je uporabom različitih metoda: kontrasta debljine, kontrasta svjetline, kontrasta veličine, dodavanjem grafičkih elemenata i uokvirivanjem. Kontrast postignut značajnom razlikom geometrijske forme u ovom slučaju nije primjenjiv, i to zbog ovisnosti funkcionalnih karakteristika slovnih znakova o njegovu obliku.

S obzirom na karakteristike predloženog prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava, postizanje optičke težine isključivim korištenjem boje nije primjenjivo. Stoga je slovne znakove potrebno naglašavati pomoću uočljivih promjena u obliku znakova, odnosno varijacijama njihove debljine ili veličine, uz mogućnost kombinacije s naglašavanjem upotrebom boja.

SKS 23: Naglašavanje tekstualnih elemenata u sučeljima s vizualnim prilagodbama treba biti izvedeno pomoću kontrasta u debljini ili veličini slovnih znakova, uz mogućnost kombiniranja s naglašavanjem upotrebom boja.

4.13 Tehnološke karakteristike oblikovanja

Iako je u domeni PK pomoću grafičkih znakova očita tendencija uporabe visokotehnoloških pomagala, osobito zbog njihove mogućnosti generiranja glasovnog izgovora, još su uvijek rabljena i različita niskotehnološka sredstva, u obliku komunikacijskih kartica (*flash cards*), ploča i knjiga. Pojedini sustavi, poput PECS sustava razmjene komunikacijskih kartica, pogodni su za savladavanje osnova komunikacijskog procesa pomoću znakova, učenja njihovog značenja i diskriminacije između različitih slikovnih reprezentacija. Zbog specifičnih karakteristika tiskanog medija, poput postojanosti i fleksibilnosti reprodukcije, taktilnih svojstava i niskih troškova produkcije, niskotehnološka sredstva ne treba smatrati suvišnima. U određenim situacijama uporaba visokotehnoloških sredstava PK nije moguća ili predstavlja rizik za korisnika ili uređaj (npr. uporaba na bazenu), stoga u takvim situacijama niskotehnološka sredstva mogu predstavljati jedini način komunikacije korisnika s okolinom. Pojedini korisnici, ovisno o trenutnom zadatku ili kontekstu komunikacije, mogu upotrebljavati više različitih sredstava za PK, pa tako i kombinirati visokotehnološka i niskotehnološka sredstva PK. Stoga je potrebno omogućiti konzistentnost u vizualnoj interpretaciji pojmova, odnosno osigurati uporabljivost niskotehnoloških i visokotehnoloških sredstava uporabom jednakih skupova grafičkih znakova za PK.

SGZ 15: Tehnološka izvedba grafičkih znakova treba podržavati reprodukciju primjenom spektra različitih tiskanih i digitalnih medija.

U suvremenim pokretnim uređajima moguće je pronaći zaslone veličine dijagonale 5 inča, koji mogu prikazati sliku u razlučivosti tzv. „visoke definicije“ (1920x1080 slikovnih elemenata),

odnosno 451 ppi (slikovnih elemenata po inču, *pixels per inch*). S obzirom na ubrzan razvoj tehnologija zaslona u pokretnim uređajima, konstantno se unapređuje i razlučivost ekrana, tako da je u vrijeme pisanja ovog rada razvijen funkcionalni prototip zaslona razlučivosti 651 ppi [149]. Sposobnost kutne razlučivosti ljudskog oka za donju granicu normalne oštine vida od 20/20 iznosi 30 cpd (ciklusa po stupnju), odnosno 50 cpd za gornju granicu normalne oštine vida (20/12). Pri promatranju s udaljenosti od 30 cm, razlučivost zaslona uređaja treba biti veća od 286,5 ppi kako bi premašila donju, odnosno 477 ppi kako bi premašila gornju granicu normalne oštine vida. Budući da se standardne udaljenosti promatranja zaslona pokretnih uređaja kreću između 30cm i 40cm [150], navedene razlučivosti omogućuju oštiri prikaz grafičkih elemenata, bez vidljivih artefakata u obliku „nazubljenja“ (*jaggies*), koji mogu nastati kod prikaza računarske grafike na zaslonima nižih razlučivosti.

SKS 24: Za reprodukciju grafičkog korisničkog sučelja i grafičkih znakova poželjno je koristiti uređaje čija razlučivost premašuje 286 ppi, odnosno kutnu razlučivost ljudskog oka pri normalnoj udaljenosti promatranog uređaja.

SKS 25: Potrebno je osigurati adekvatne dimenzije reprodukcije grafičkih znakova i svih funkcionalnih elemenata korisničkog sučelja s obzirom na razlike u dimenzijama i razlučivostima zaslona na pokretnim uređajima.

Imajući u vidu mogućnosti i razlike u zaslonima pokretnih uređaja te općenito različite tehnološke zahtjeve reprodukcije u tiskanim i digitalnim medijima, u fazi planiranja razvoja sustava potrebno je odabrati odgovarajuću tehniku izrade, obrade i pohrane grafičkih elemenata koja će nuditi dovoljnu fleksibilnost za implementaciju u prilagodljiva sučelja za PK. U domeni računalne grafike razlikujemo dva osnovna pristupa definiciji grafičkih elemenata: vektorsku i bitmapsku grafiku. S obzirom na to da su grafički elementi vektorske grafike opisani matematičkim formulama, maksimalna razlučivost ograničena je jedino razlučivošću medija u kojem se reproducira, što nije slučaj s bitmapskom grafikom u kojoj je maksimalna razlučivost određena brojem sadržanih slikovnih elemenata. Ovim se omogućuje uporaba istog dokumenta u različitim prostornim prilagodbama znakova unutar GKS.

SGZ 16: Radi zadržavanja oštine reprodukcije grafičkih elemenata znakova neovisno o njihovim dimenzijama na zaslonu, potrebno ih je generirati uporabom vektorske grafike i pohraniti ih u vektorskom formatu.

SGZ 17: Format dokumenata upotrijebljen za pohranu grafičkih znakova treba biti podržan u svim operacijskim sustavima u kojima će se znakovi koristiti.

Dimenzije aktivnih elemenata (naredba, poveznica itd.) unutar sučelja namijenjenih interakciji pomoću dodirnika također imaju važnu ulogu za uporabljivost sustava. S obzirom da okosnicu interakcije pomoću dodirnika predstavlja ljudski prst, koji ima određenu dodirnu površinu, nije moguće jednostavno preuzeti i primijeniti paradigmu oblikovanja i rasporeda elemenata za sučelja stolnih računala, zbog činjenice da mnoge ulazne jedinice namijenjene kontroli i kretanju kroz korisnička sučelja, poput računalnih miševa, omogućuju znatno veću preciznost, koja može biti na razini pojedinog slikovnog elementa prikazanog na zaslonu. Stoga je potrebno da svaki aktivni element korisničkog sučelja namijenjen odabiru pomoću dodirnika zauzima određenu površinu zaslona na pokretnom uređaju, dovoljnu za njegovu neometanu uporabu. Iako u području PK još ne postoje istraživanja povezana s ovom problematikom, u svojoj studiji uporabljivosti suvremenih tablet računala Nielsen ističe da bi najmanja aktivna površina elementa korisničkog sučelja trebala zauzimati dimenzije kvadrata od 1x1 cm na zaslonu uređaja. S obzirom na heterogenost korisnika sa SKP, od kojih mnogi nemaju motoričkih smetnji, Nielsenova preporuka može se primijeniti i na dizajn sustava za PK, uz naglasak na potrebu za mogućnošću povećanja dimenzija aktivnih elemenata korisničkog sučelja, ovisno o korisnikovim motoričkim sposobnostima.

SKS 26: Minimalne dimenzije aktivnih elemenata unutar korisničkog sučelja za PK trebaju tvoriti kvadrat od 1x1 cm na zaslonu uređaja na kojem se sučelje upotrebljava. Potrebno je uključiti mogućnost promjene veličine aktivnih elemenata kako bi se omogućio neometani pristup korisnicima s motoričkim poteškoćama.

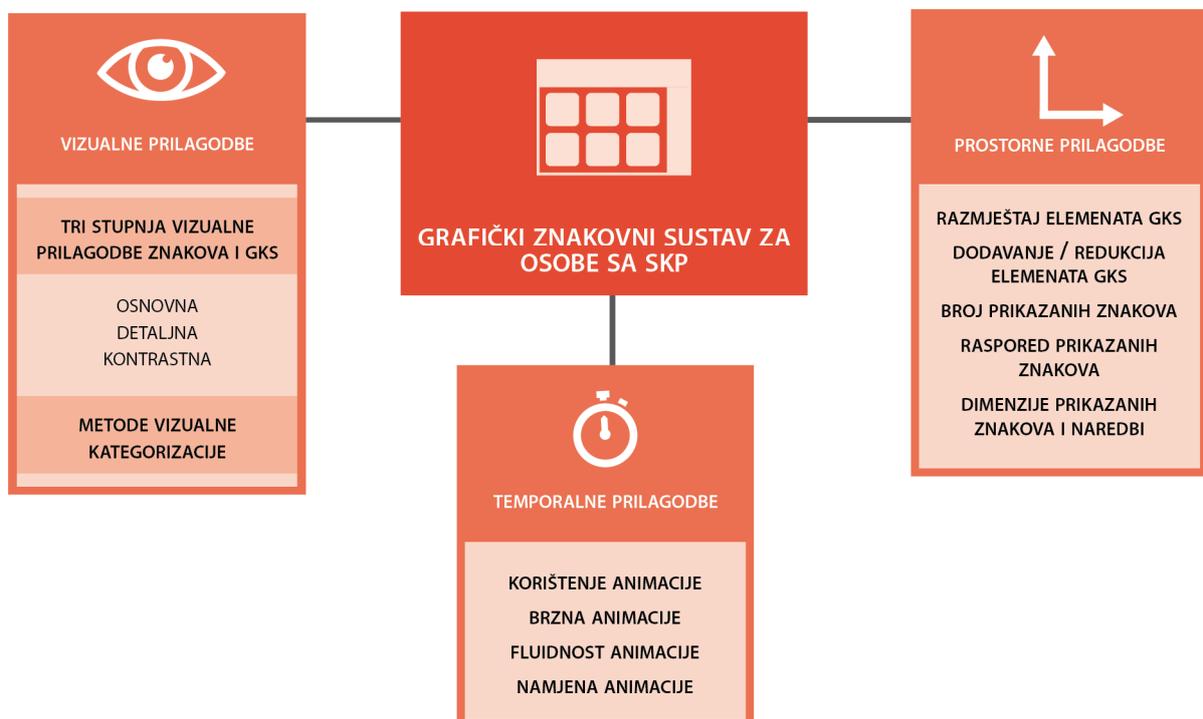
5. Model prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama

Iz prethodnih poglavlja vidljiva je potreba za novim pristupom u oblikovanju i razvoju grafičkih znakovnih sustava za osobe sa SPK. Trenutni sustavi ne iskorištavaju u potpunosti dostupnu tehnologiju kako bi maksimizirali pristupačnost i uporabljivosti korisnicima ovakvih rješenja. Pojedini skupovi grafičkih znakova koji su razvijeni prije pojave suvremenih pokretnih uređaja, od kojih su neki razvijeni u doba prije široke upotrebe računala, nisu tehnološki u mogućnosti iskoristiti prednosti visoke razlučivosti i opsega boja koje pružaju zaslone suvremenih pokretnih uređaja. Za postojeće skupove i sustave grafičkih znakova za PK koji su prilagođeni stranim jezicima ovakav pristup može se opravdati činjenicom da su mnogi korisnici već naviknuti na njihovu uporabu i njihove značajnije promjene iziskivale bi njihovo ponovno učenje i pamćenje. Međutim, budući da ne postoji niti jedan skup ili sustav znakova razvijen za potrebe hrvatskih korisnika, otvara se mogućnost za definiranje oblikovanja novih znakova koji će, kao dio interaktivnog sustava, biti prilagođeni prvenstveno implementaciji na suvremenim pokretnim uređajima, ali će omogućiti i primjenu u širokom rasponu drugih digitalnih i tiskanih medija. Grafička korisnička sučelja trebaju biti funkcionalno usklađena sa znakovima radi pružanja vizualno i funkcionalno konzistentnog iskustva korisnicima te kako bi se omogućili jasni hijerarhijski odnosi među elementima, visoka fleksibilnost i jednostavnost uporabe.

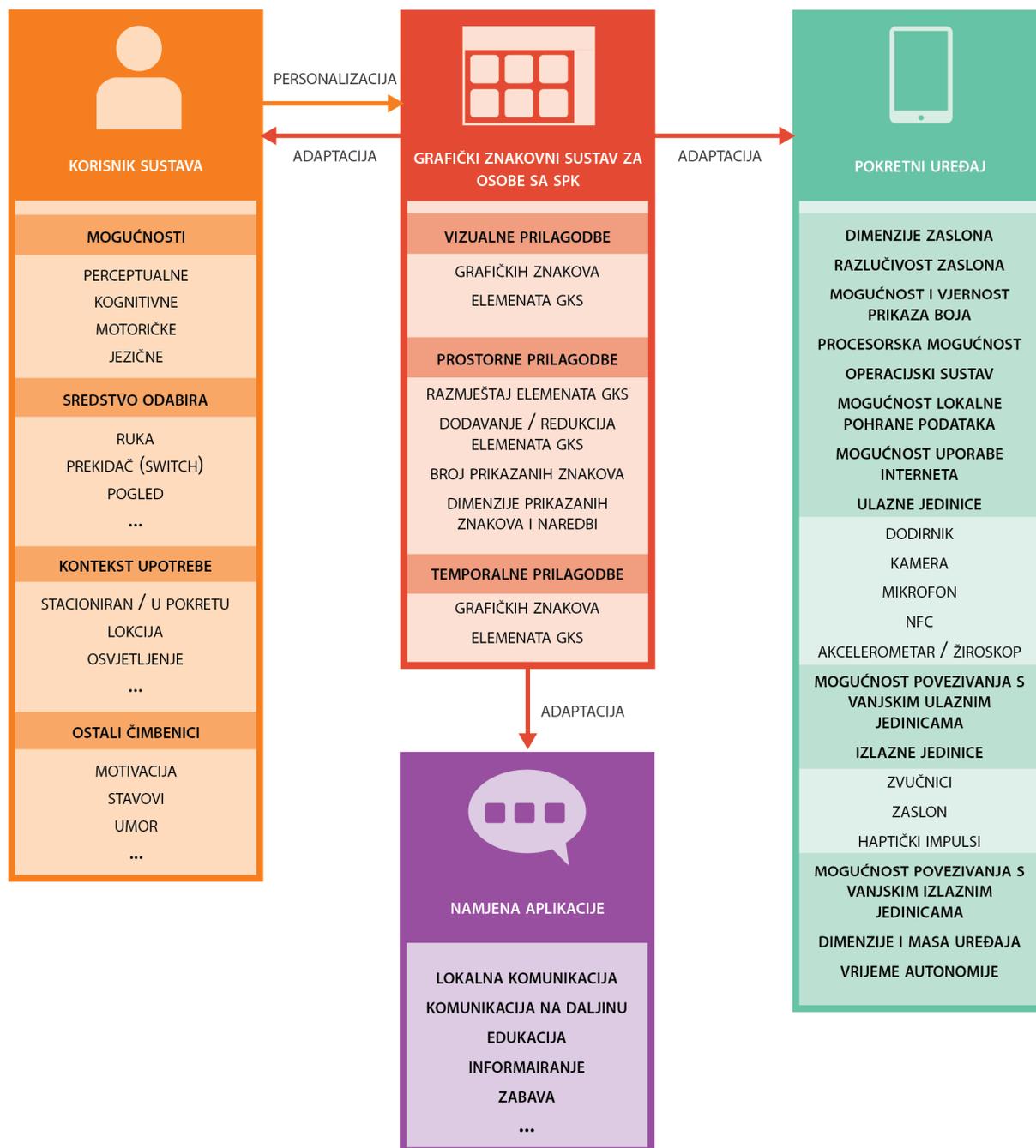
U kontekstu fleksibilnosti i prilagodbe, sučelja postojećih aplikacija za PK u najboljim slučajevima pružaju samo ograničene mogućnosti prostorne prilagodbe GKS i metode odabira. Pristupačnost alatima i platformama za razvoj aplikacija na suvremenim pokretnim uređajima omogućila je velikom broju razvojnih timova mogućnost izrade i distribucije vlastitih rješenja bez potrebe za velikim financijskim ulaganjima. To je također uzrok velike konkurencije na tržištu aplikacija i u takvim situacijama mnogi razvojni timovi aktivno traže manje zasićena područja u kojima bi mogli razvijati nova rješenja, među kojima se nalazi i područje PK. Stoga su problemi u vezi s pojedinim rješenjima za PK na pokretnim uređajima vjerojatno posljedica manjka stručnosti razvojnih timova u području PK i nedostatka istraživanja prilikom njihovog razvoja zbog financijskih ograničenja. S obzirom na veliku heterogenost suvremenih pokretnih uređaja koji dijele isti operacijski sustav, na dizajnerima i razvijateljima leži odgovornost

optimizacije i prilagodbe aplikacije kako bi se održavao jednako ili usporediv nivo uporabljivosti na različitim uređajima. Stoga bi se unutar novog pristupa oblikovanja sustava za PK trebala predvidjeti i dostupnost smjernica i alata za razvoj aplikacija koje bi razvojnim timovima omogućili unapređenje u razvojnom procesu. Uvođenjem novog modela grafičkih znakovnih sustava, koji bi omogućio širok stupanj prilagodbe s obzirom na različitost korisnika i pokretnih uređaja, kontekst uporabe, namjenu usluga i aplikacija, medij reprodukcije i proces razvoja, omogućila bi se veća fleksibilnost u razvoju i korištenju novih aplikacija za PK.

Slika 14 prikazuje shemu predloženog modela grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa SKP. Osnovu modela predstavljaju tri vrste prilagodbe: vizualna, prostorna i temporalna, koje će se detaljnije objasniti u daljnjem tekstu. Kombinacijom triju navedenih vrsta prilagodbi omogućuju se različite domene adaptacije i personalizacije sustava širokom spektru korisnika, uređaja i namjena aplikacije za PK (Slika 15). Kako bi takav sustav bio funkcionalan, potrebno je da svaki njegov element značajkama svog oblikovanja podržava prilagodbe koje se radom sustava na njega primjenjuju.



Slika 14. Model grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa SKP



Slika 15. Prilagodba predloženog modela grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa SPK čimbenicima koji utječu na izgled i ponašanje GKS.

5.1 Značajke modela prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za osobe s kompleksnim komunikacijskim potrebama

Zbog navedene tri domene prilagodljivosti, predloženi model pogodan je za rješavanje problema heterogenosti korisnika i pokretnih uređaja na tržištu. Budući da je iz prethodnih poglavlja ovog rada moguće zaključiti da je prilagodljivost jedan od glavnih zahtjeva pristupačnosti i uporabljivosti sustava za osobe sa SPK, uvođenjem triju stupnjeva vizualne prilagodbe te proširivanjem domena temporalnih i prostornih prilagodbi sustava stvara se potencijal za ostvarivanje pristupačnosti sustava korisnicima koji do sada nisu bili u mogućnosti koristiti ovakve usluge. Na taj način sustav se približava paradigmi dizajna utemeljenog na mogućnostima [84], opisanog u 3. poglavlju ovog rada.

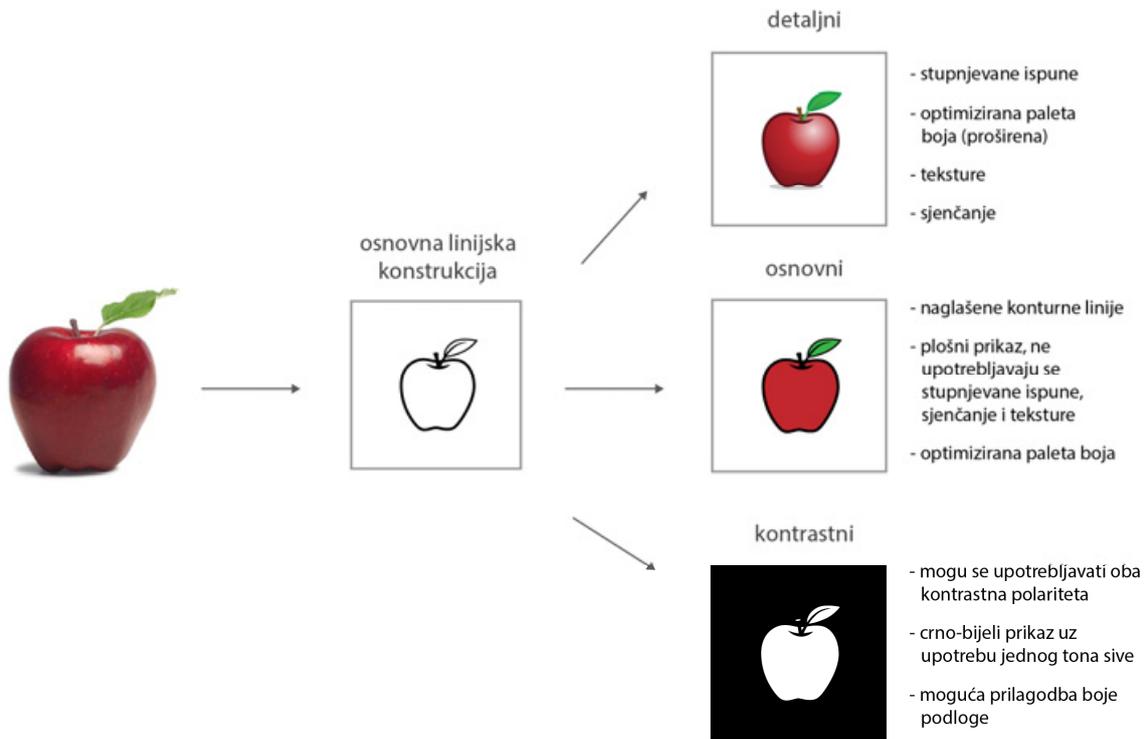
5.1.1 Vizualne prilagodbe

Svaki grafički znak moguće je reproducirati u jednom od triju različitih stupnjeva vizualne prilagodbe: osnovnome, detaljnome i kontrastnome (Slika 16). Za svaki znak tri stupnja vizualne prilagodbe dijele jedinstvenu linijsku konstrukciju, održavajući time stupanj prepoznatljivosti kontura prikazanog referenta.

Značajke osnovnog stupnja prilagodbe znakova jasno su naglašene linijskom konstrukcijom u crnoj boji, unutar koje se za definiranje značajki oblika koriste ispune u različitim bojama. Paleta boja korištena za ispune optimizirana je za prikaz na pokretnim uređajima i generirana je postupkom opisanom u 8. poglavlju ovog rada. Površine svih objekata izvedene su plošno, bez stupnjevitih ispuna i sjenčanja, osim u slučaju iznimki. Teksture se koriste samo ukoliko je njihova uporaba presudna za funkcionalnost znaka i trebaju biti naglašene teksturnim linijama. Kako bi se održao visok omjer kontrasta između konture znaka i pozadine, nije preporučljivo mijenjati boju pozadine znaka, osim radi implementacije u aplikacije u kojima se primjenjuje vizualni prikaz scena.

Znakovi u detaljnom stupnju prilagodbe imaju slabije naglašenu linijsku konstrukciju, za koju se rabi tamniji ton ispune koja je obuhvaćena linijom. Uz elemente osnovne linijske konstrukcije moguće je dodavati sekundarne linijske elemente koji nisu prisutni u ostalim dvama stupnjevima prilagodbe. Osnovne ispune u detaljnom stupnju prilagodbe određene su optimiziranom paletom boja dobivenom metodom opisanom u 8. poglavlju. Paletu je dopušteno

proširiti uporabom stupnjevitih ispuna, uporabom tekstura i sjenčanja, osobito radi postizanja iluzije volumena objekata. Moguća je i uporaba providnih ispuna radi realističnije simulacije značajki poluprozirnih materijala, osobito u primjeni unutar vizualnog prikaza scena. Izmjena pozadine znaka ne preporučuje se ni u detaljnom prikazu, osim ako je cilj implementacija u aplikacijama u kojima se primjenjuje vizualni prikaz scena.

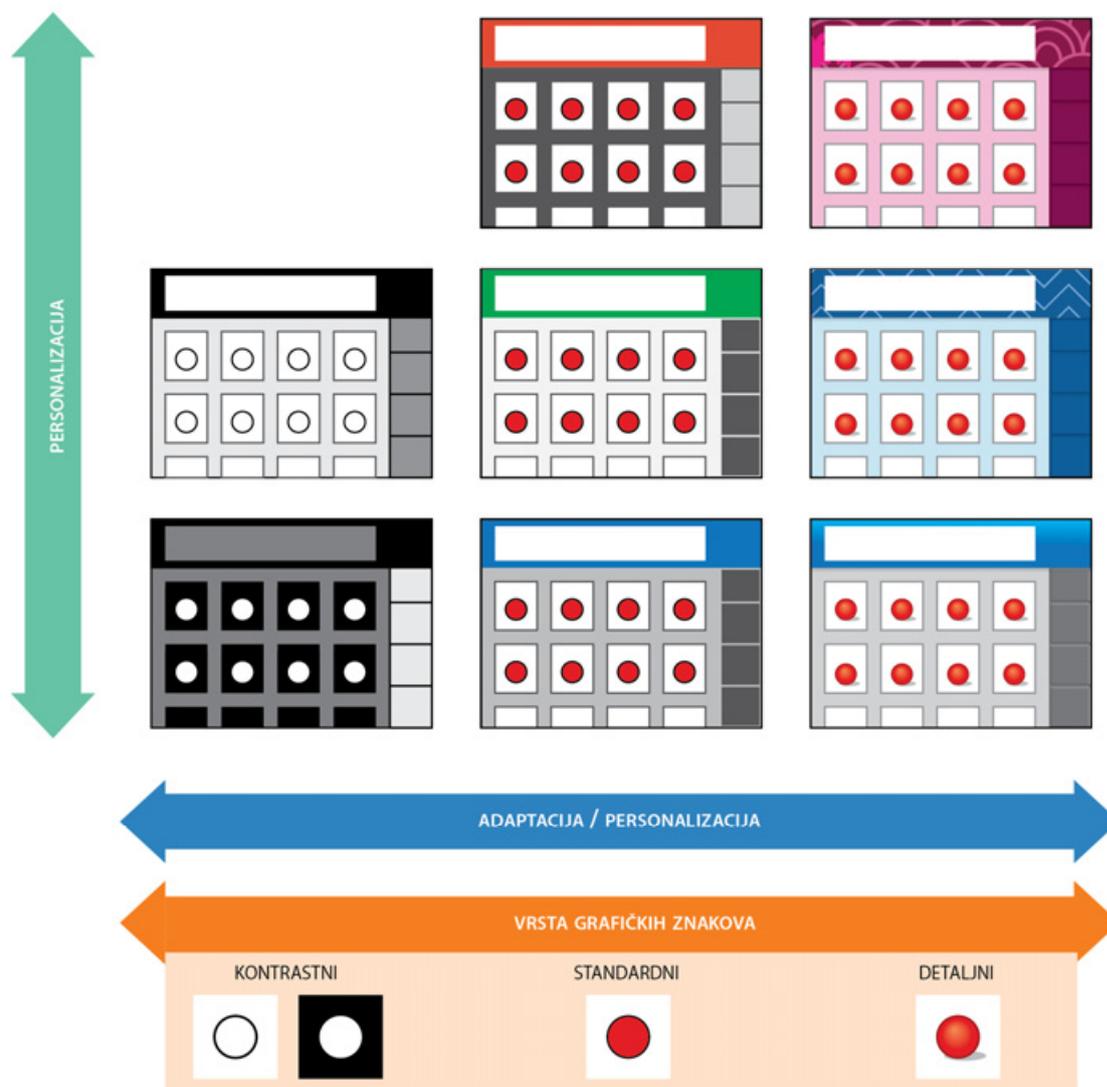


Slika 16. Tri stupnja vizualne prilagodbe znakova u okviru predloženog modela

Kontrastni stupanj prilagodbe namijenjen je prvenstveno osobama koje imaju poteškoća s vidom i reprodukciji u medijima koji ne podržavaju višebojnu reprodukciju, a odlikuje se visokokontrastnom reprodukcijom vizualnog sadržaja na crnoj pozadini, uz bijelu boju za ispune, rabi se i jedan ton sive boje kao potpora za označavanje. U pojedinim slučajevima moguće je koristiti se i crvenom bojom (npr. za naglašavanje zabrane). Korisniku je u ovom stupnju prilagodbe omogućeno prilagođavati boju podloge radi optimizacije kontrasta (npr. uporaba kombinacije žute i crne). Alternativni oblik kontrastne prilagodbe jest uporaba i reprezentacija u kojima se rabe osnovne linijske konstrukcije, bez uporabe ispuna, osim radi označavanja. Uporabom obaju kontrastnih polariteta omogućuje se i prilagodba slike u odnosu na okolinu, jer je moguće rabiti inverzni kontrastni polaritet u zamračenim prostorijama kako bi se umanjio efekt bliještanja zaslona (*glare*) ili za potrebe smanjenja potrošnje baterije u

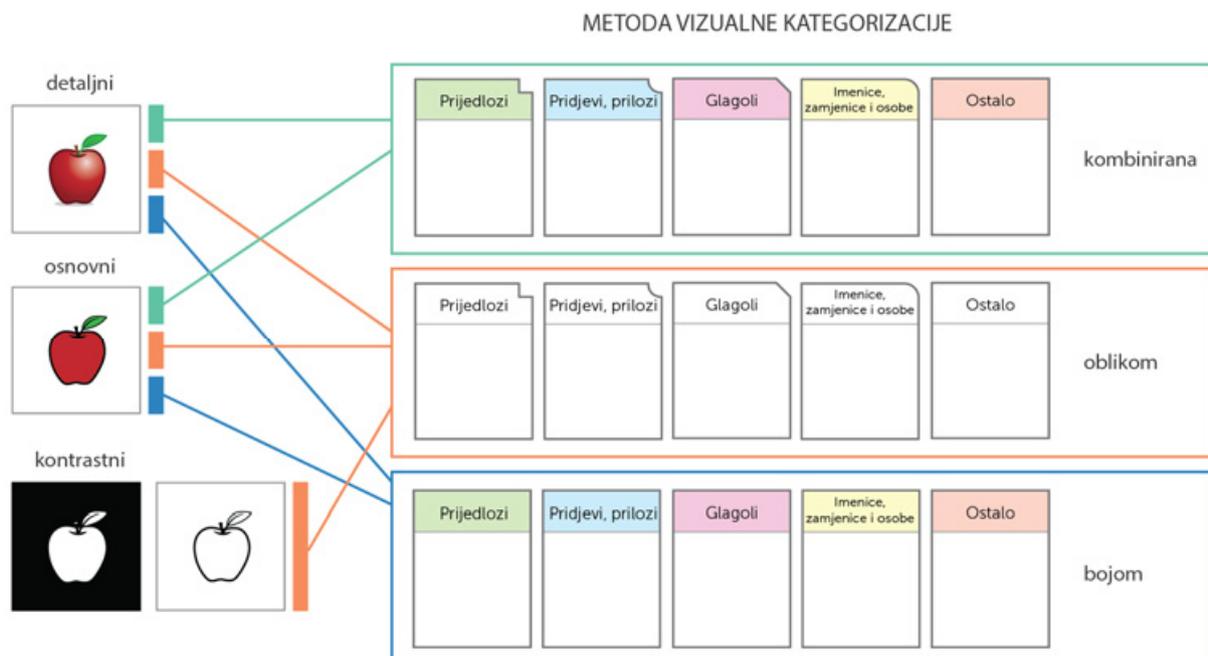
slučaju da se zaslon uređaja koristi AMOLED tehnologijom opisanom u 7. poglavlju. Oba kontrastna polariteta mogu omogućiti lakše prepoznavanje znakova u okolini s visokom razinom osvjetljenja (npr. direktna sunčeva svjetlost) u odnosu na prilagodbe u kojima se rabe ispunje u boji.

Vizualne prilagodbe grafičkog korisničkog sučelja u skladu su sa značajkama oblikovanja znakova relevantnog stupnja vizualne prilagodbe (Slika 17). Ovisno o stupnju prilagodbe, korisniku je omogućena određena razina personalizacije vizualnih značajki sustava. Tako su za kontrastni stupanj omogućene izmjene polariteta, dok osnovni i detaljni stupanj omogućuju šire mogućnosti personalizacije, poput izmjene kolorističke sheme te prilagodbe različitih estetskih izmjena izgleda naredbi i pozadine u slučaju detaljnog stupnja prilagodbe.



Slika 17. Mogućnosti adaptacije i personalizacije GKS u okviru predloženog modela s obzirom na stupanj vizualne prilagodbe

Vizualne prilagodbe moguće je primijeniti i na kategorizaciju grafičkih znakova. Uz standardnu kategorizaciju bojom, modelom se predlaže i kategorizacija oblikom koja je primjenjiva u kategorizaciji prema jezičnim kategorijama pojmova (Slika 18). Ovisno o korištenom stupnju prilagodbe moguće je rabiti kategorizaciju bojom, oblikom i kombiniranu kategorizaciju. Na ovaj način omogućuje se jezična kategorizacija osobama s poremećajima doživljaja boja i na zaslonima bez mogućnosti reprodukcije u boji.



Slika 18. Metode vizualne kategorizacije u okviru predloženog modela

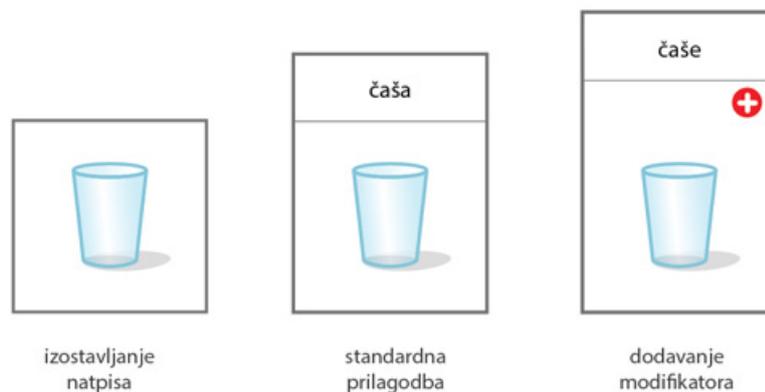
5.1.2 Prostorne prilagodbe

Prostorne prilagodbe u okviru predloženog modela podijeljene su na prilagodbe razmještaja, prilagodbe dodavanja ili redukcije elemenata i prilagodbe dimenzija. Kombinacijom navedenih prilagodbi omogućen je širok spektar različitih konfiguracija GKS (Slika 20).

Prilagodbama razmještaja, naredbe i znakovi u GKS pozicioniraju se u prostoru prikaza zaslona na korisniku odgovarajući način. On može biti određen korisnikovim motoričkim ili perceptivnim sposobnostima, sredstvom odabira, kontekstom uporabe (npr. pri uporabi uređaja dok ga korisnik drži i dok je odložen na podlogu) ili na osnovi korisničkih preferencija. Razmještaj ovisi i o namjeni aplikacije, dimenzijama i razlučivosti zaslona uređaja, kao i o aktivnim prilagodbama dimenzija te dodavanju ili redukciji. Mogućnost promjene u rasporedu

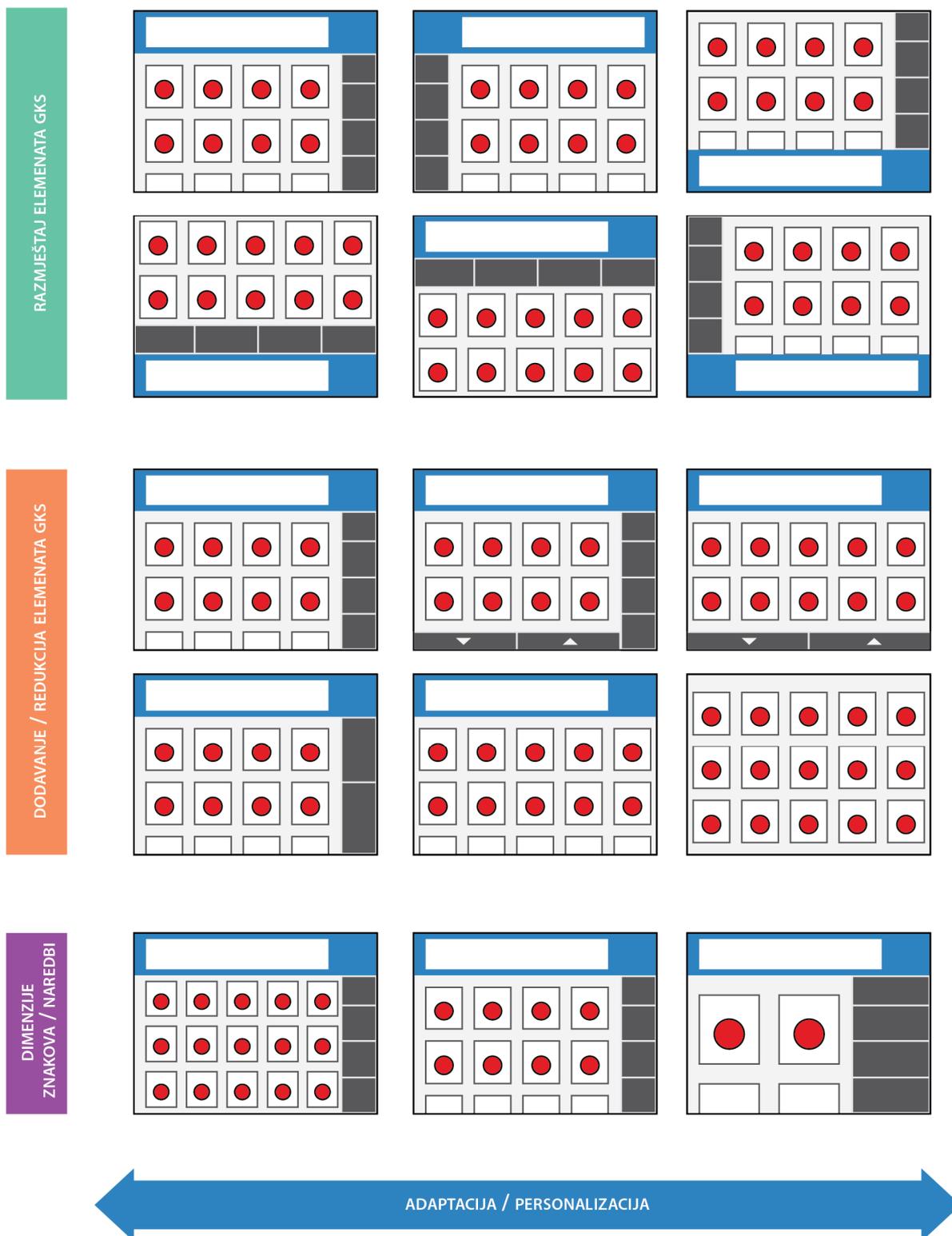
GKS može imati značajan učinak na efikasnost uporabe različitih sredstava odabira, poput uporabe prekidača u svrhu odabira metodom skeniranja opisane u 2. poglavlju.

Prilagodbom dodavanja ili redukcije pojedinih naredbi i grafičkih znakova sustav se nastoji prilagoditi sredstvu odabira te korisnikovim kognitivnim i motoričkim sposobnostima. S obzirom da pojedini korisnici nemaju sposobnost ili potrebu za korištenjem cjelokupne funkcionalnosti aplikacije, redukcijom prikazanih naredbi omogućuje im se veći prostor za prikaz grafičkih znakova. Ovo je posebno bitno kod pokretnih uređaja s manjim dimenzijama zaslona, gdje prikaz naredbi značajno ograničava količinu vokabulara koji može u isto vrijeme biti prikazan na zaslonu. U slučaju motoričkih poteškoća ili promjene sredstva odabira, poput upravljanja pogledom (*eye-tracking*), moguće je uvođenje naredbi koje olakšavaju kretanje kroz sustav (Slika 21). Zbog razdvajanja znaka od tekstualnog opisa, predloženim modelom omogućuju se prilagodbe dodavanja ili redukcije prikaza povezanog sa znakom i tekstualnim opisom (Slika 19). Korisnicima koji nisu u mogućnosti služiti se tekstualnim opisom ili on nije potreban u kontekstu namjene aplikacije, moguće je izostaviti njegov prikaz.



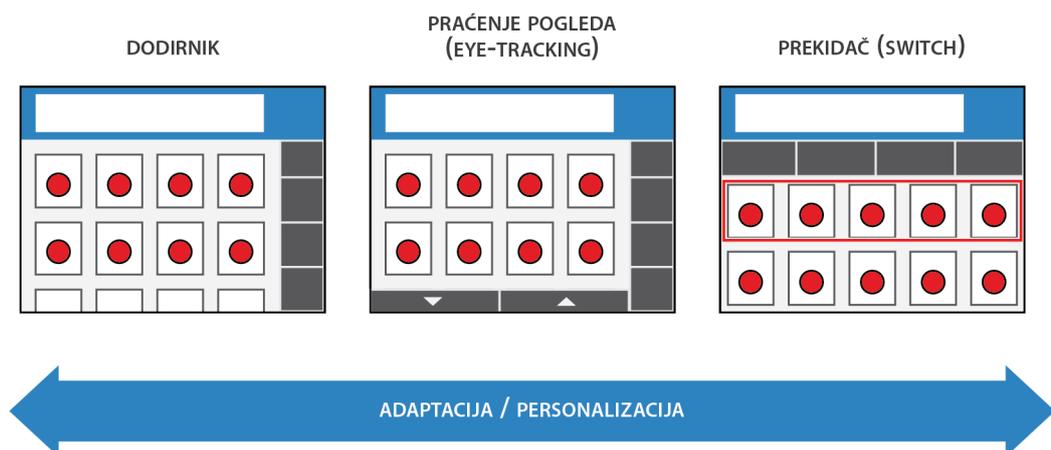
Slika 19. Primjer prilagodbe redukcije prikaza tekstualnog opisa i dodavanja modifikatora u okviru predloženog modela

Posljedica toga jest oslobađanje prostora na zaslonu za prikaz dodatnih znakova. S druge strane, ukoliko je namjena aplikacije omogućiti korisnicima promjenu oblika pojma označenog znakom, moguće je prikaz modifikatora. Modifikatori predstavljaju grafičke elemente koji se pridodaju jednoznačnim znakovima radi promjene oblika označenog pojma. Pojedini skupovi, poput Widgit i Sclera Pictos, rabe ih u svrhu označavanja množine, komparacije pridjeva i konjugacije glagola. U oba slučaja prilagodbe potrebno je izmijeniti oblik okvira kako bi sadržavao sve elemente koji se odnose na zadani znak.



Slika 20. Neki od primjera prostornih prilagodbi u okviru predloženog modela

Prilagodbe dimenzija znakova i GKS značajne su za korisnike s motoričkim poteškoćama i korisnike s poremećajem vida. Povećavanjem dimenzija povećava se aktivna površina naredbi i znakova kojima se omogućuje odabir osobama koje nemaju mogućnost finih motoričkih kretnji. Povećanjem dimenzija povećava se i vizualni prikaz reprezentacija znakova i ikona, čime se olakšava uporaba slabovidnim korisnicima. Na ovaj način, unatoč olakšanju pristupa korisnicima s motoričkim poteškoćama i poremećajima vida, sustav zadržava uporabljivost za korisnike s normalnim vidom i bez motoričkih smetnji, koji dimenzije mogu prilagoditi svojim preferencijama. Za određene namjene aplikacija, poput učenja ili igre, prilagodbama dimenzija moguće je naglasiti bitne elemente za trenutnu radnju, a moguće ih je upotrebljavati i u slučaju neposredne komunikacije kada zvučni izgovor značenja nije prikladan ili moguć. Povećanjem dimenzija znakova u takvoj situaciji olakšalo bi se prepoznavanje odabranih znakova udaljenom sugovorniku.

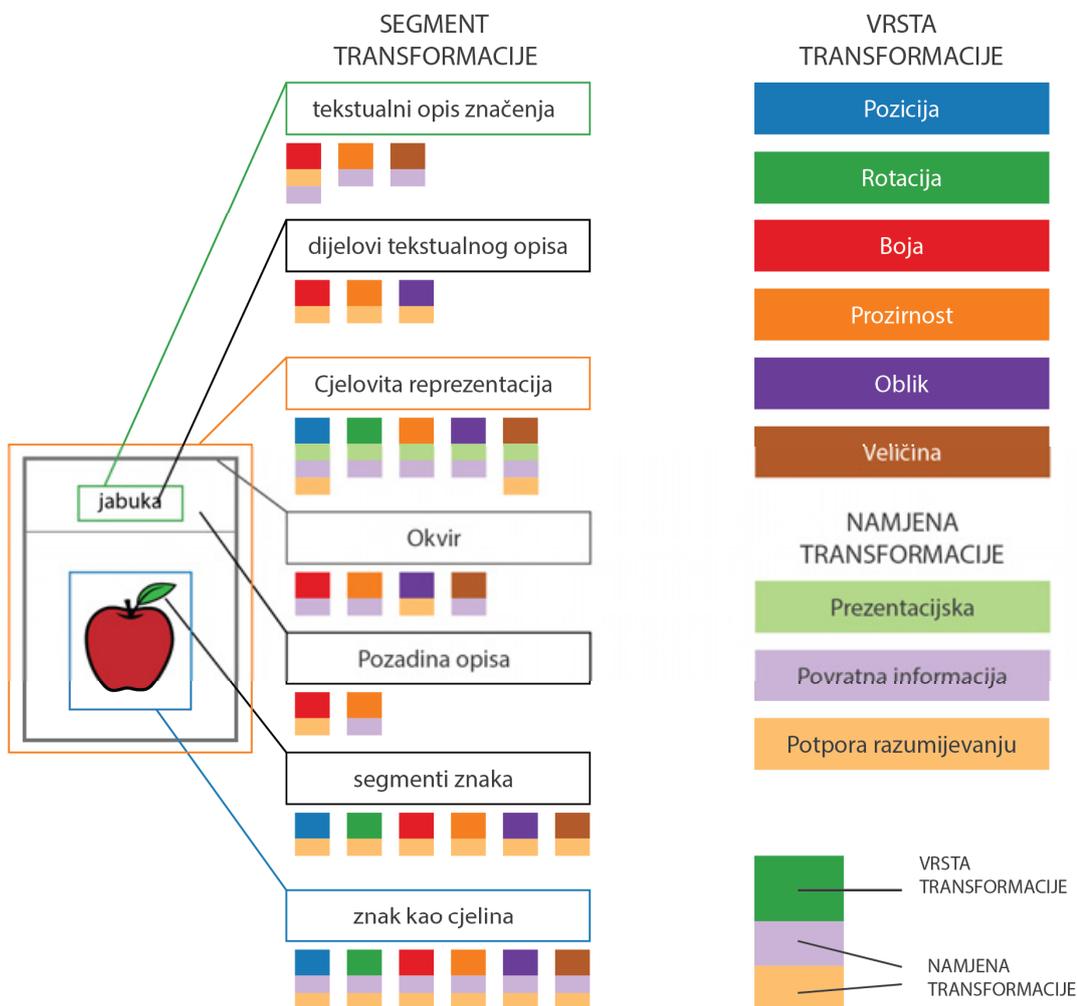


Slika 21. Primjer prostornih prilagodbi u okviru modela za korištenje različitih sredstava odabira

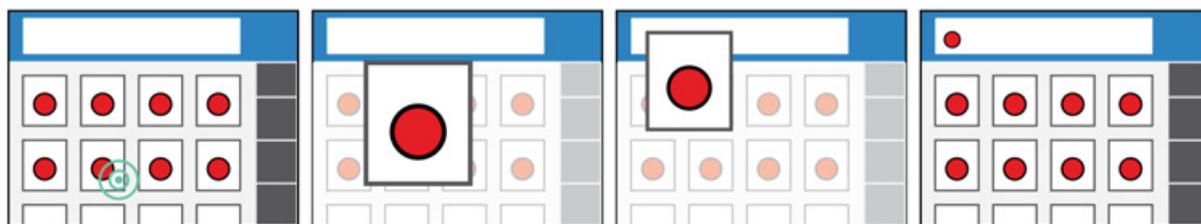
5.1.3 Temporalne prilagodbe

Predloženim modelom omogućena je fleksibilna uporaba različitih vrsta transformacija u svrhu prezentacije, povratne informacije sustava (*feedback*) (Slika 23), i potpore razumijevanju sadržaja znakova, međusobnim odnosima između znakova i događajima unutar procesa interakcije. Omogućena je animacija pojedinih segmenata znakova, znakova u cjelini, kao i elemenata grafičkog korisničkog sučelja. Upotreba pojedinih transformacija ovisna je o elementu na koji se želi primijeniti i o svrsi primjene, odnosno o adekvatnosti zadane

transformacije u kontekstu njezine namjene (Slika 22). Transformacije u sustavu moguće je prilagoditi određivanjem brzine i fluidnosti njihova odvijanja. U slučaju ograničenja procesorskih mogućnosti ili zaslona uređaja (npr. zaslona s tehnologijom elektroničke tinte) i u slučaju da korisniku ne odgovaraju animacije, moguće je njihovo izostavljanje.



Slika 22. Moguće transformacije u okviru predloženog modela i njihova namjena u odnosu na element primjene unutar GKS



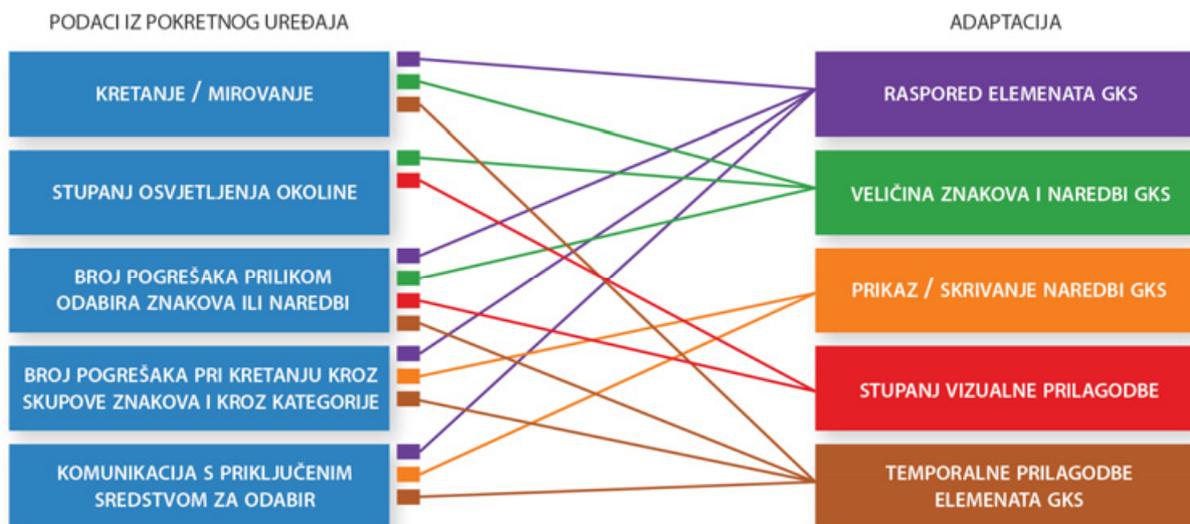
Slika 23. Primjer primjene transformacija pozicije i veličine na cjelovitoj reprezentaciji odabranog znaka i transformacije prozirnosti na reprezentacijama ostalih znakova i naredbi GKS u cilju naglašavanja povratne informacije o odabiru.

5.1.4 Prilagodba u kontekstu osnovnih čimbenika korištenja sustava za PK

Tri osnovna čimbenika korištenja PK sustava na pokretnim uređaju jesu namjena aplikacije, pokretni uređaj i korisnik sustava potpomognute komunikacije. Ovi čimbenici analogni su onima iz osnovnog modela sustava za PK koji su predložili Light et al [68]: čimbenici koji se odnose na korisnika, čimbenici koji se odnose na zadatak i čimbenici koji se odnose na sustav za PK. Postupcima adaptacije ili personalizacije predloženim modelom omogućena je prilagodba širokom spektru značajki korisnika, uređaja ili aplikacije. Parametre adaptacije i personalizacije s obzirom na određeni čimbenik određuje razvojni tim pri izradi aplikacije. Početne prilagodbe GKS određene su namjenom aplikacije te se adaptiraju ovisno o značajkama uređaja i korisničkim preferencijama (Slika 25, Slika 24). Uporabom automatske dijagnostike opisane u 9. poglavlju i mnogobrojnih senzora ugrađenih u suvremene pokretne uređaje moguća je automatizacija pojedinih prilagodbi na osnovi podataka o korisnikovoj uporabi aplikacije te trenutnom stanju ili na osnovi okruženja u kojem se nalazi (Slika 25). Korisniku je potrebno omogućiti poništenje svake automatske prilagodbe sustava i opciju za njihovu deaktivaciju.



Slika 24. Prilagodba grafičkih znakova i GKS u okviru predloženog modela tijekom adaptacije na osnovi značajki uređaja i korisnikovih preferencija



Slika 25. Moguće automatske prilagodbe u okviru predloženog modela s obzirom na kontekst uporabe

5.2 Prednosti i ograničenja predloženog modela

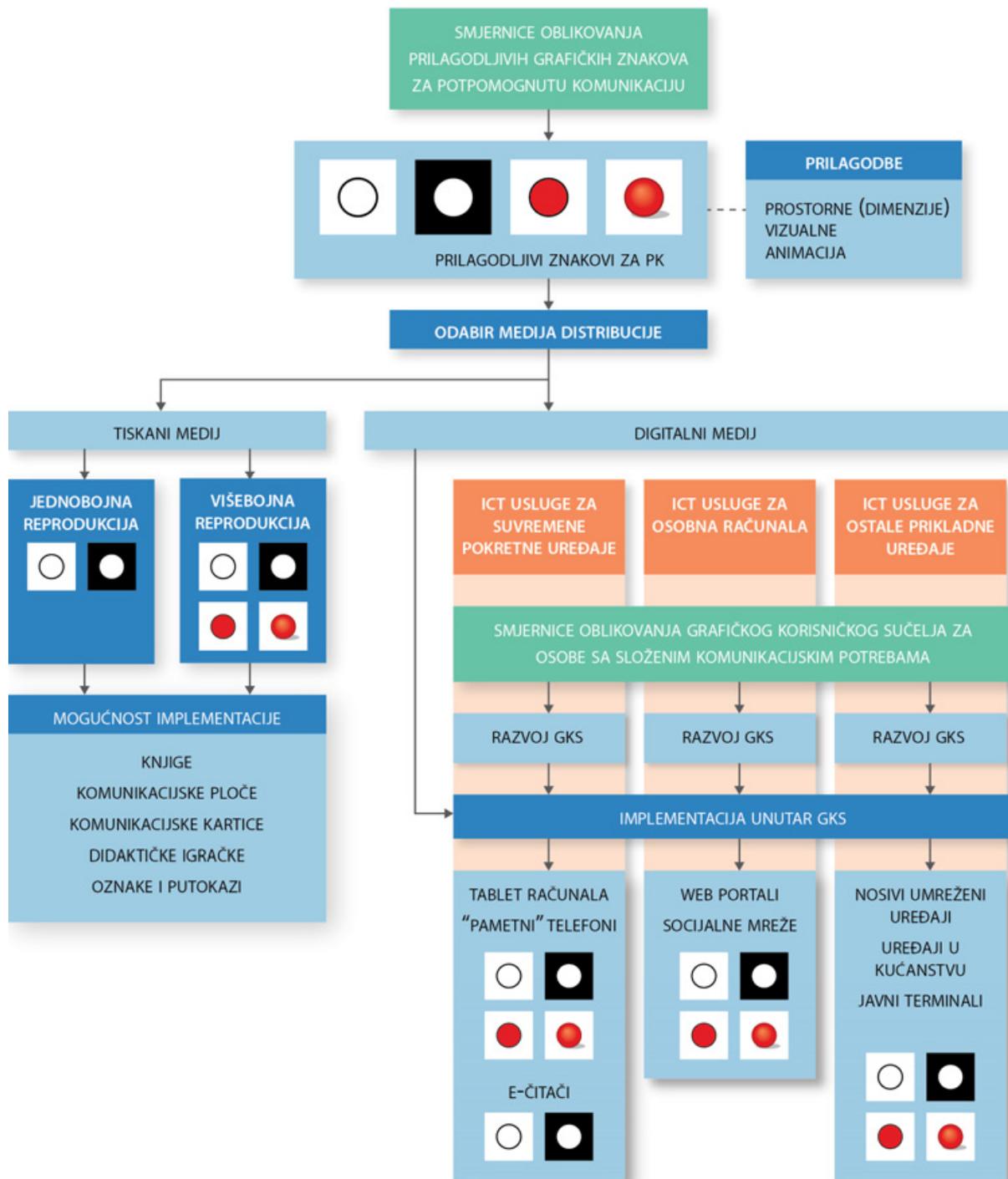
Prednosti i ograničenja predloženog modela analizirat će se na osnovi zahtjeva uporabljivosti definiranih u 3. poglavlju: pristupačnosti, konzistentnosti, interoperabilnosti, lakoće uporabe, ergonomije, estetike i reprodukcije.

Osnovna prednost navedenog modela jest stupanj njegove prilagodbe korisniku, uređaju i namjeni aplikacije. Utjecaj ovih prilagodbi na pristupačnost korisnicima sa SPK detaljno je raščlanjen kod opisa značajki modela. Visokim stupnjem prilagodljivosti predloženog modela omogućen je razvoj aplikacija kojima će biti obuhvaćen širi spektar korisnika u usporedbi s dosadašnjim rješenjima. Međutim, visoka razina fleksibilnosti ne znači nužno mogućnost pristupa ili uporabljivost aplikacije za sve korisnike sa SKP. Za pojedine korisnike korištenje pokretnih uređaja nije pogodno (opasnost od ozljede) ili ih ne mogu rabiti. Korisnik također može pokazati potpuni izostanak motivacije za korištenje aplikacije koja je prilagođena njegovim sposobnostima. Zbog specifičnosti određenih korisnika jedini način za omogućavanje pristupačnosti jest izrada posebno prilagođenih aplikacija.

Na temelju svih razina vizualne prilagodbe znakova na jednakoj linijskoj konstrukciji te definicijom značajki njihova oblikovanja osigurava se konzistentnost izgleda unutar iste razine prilagodbe, ali i određeni nivo konzistentnosti forme u kontekstu prikaza istog znaka na trima razinama vizualne prilagodbe. S obzirom na to da su značajke izgleda GKS sukladne značajkama grafičkih znakova, osigurana je konzistentnost cjelokupnog prikaza na zaslonu. Ukoliko nije ispravno implementirana, visoka razina prostornih prilagodbi može imati negativan utjecaj na konzistentnost u interakciji.

U značajkama modela opisan je potencijal interoperabilnosti predloženog modela. Adaptacijom GKS-a značajkama uređaja moguće je osigurati funkcionalnost aplikacije na širokom spektru uređaja. Međutim, neke od predloženih prilagodbi nisu u skladu sa smjernicama proizvođača uređaja i operacijskih sustava ili ih je nemoguće primijeniti zbog ograničenja uređaja.

Lakoća uporabe nekog sustava uvelike ovisi o razvojnom timu i metodi razvoja aplikacije. Iako se predloženim modelom pružaju sredstva za poboljšanje lakoće uporabe, poput korištenja animacijom, potrebno je omogućiti proces razvoja koji će ponuditi sredstva za verifikaciju pretpostavki razvojnog tima o načinu na koji korisnik rabi aplikaciju.



Slika 26. Prilagodba grafičkih znakova u okviru predloženog modela reprodukciji u različitim medijima

Kao i u slučaju pristupačnosti, različite prilagodbe u okviru predloženog modela moguće je rabiti i radi smanjenja percepcijskih, kognitivnih i motoričkih opterećenja. Budući da se fleksibilnošću sustava može koristiti radi prilagodbe GKS različitim sredstvima odabira, korisnik može odabrati ono koje mu predstavlja najmanje opterećenje.

Tri razine vizualne prilagodbe nude korisniku izbor i s aspekta percepcije estetike. Međutim, kako bi osnovna forma znakova bila privlačnija korisnicima, potrebno je ustanoviti značajke osnovne linijske konstrukcije koje korisnici preferiraju.

S obzirom na to da je pristup grafičkim znakovima kao osnovnom sredstvu komunikacije određenom dijelu korisnika sa SKP potrebno omogućiti i u situacijama u kojima korisnik ne može upotrebljavati pokretni uređaj, pomoću triju razina vizualne prilagodbe osigurava se mogućnost reprodukcije u različitim tiskanim i digitalnim medijima (Slika 26). Budući da su grafički elementi znakova, prema ustanovljenim smjernicama, izvedeni u vektorskoj grafici, osigurana je njihova optimalna razlučivost primjenom različitih metoda reprodukcije.

Izradom aplikacija za PK na suvremenim pokretnim uređajima primjenom modela predloženog prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za PK uvažavaju se i sve primjenjive smjernice za izradu PK sustava koje su predložili Hengeveld et al [83], a koje su detaljno opisane u 3. poglavlju ovog rada. S obzirom na to da je isti uređaj moguće upotrebljavati za više aplikacija, moguće ga je, osim za komunikacijske svrhe, upotrebljavati i za tzv. „ozbiljne igre“ (*serious games*) koje imaju edukacijsku vrijednost, a mogu predstaviti i pozitivne izazove za poticanje korisnikove motivacije. Lakom prenosivošću suvremenih uređaja za PK omogućena je i društvena interakcija u kojoj korisnik na lak način može rabiti aplikacije zajedno sa sugovornicima. Kako je prilagodljivost jedna od glavnih značajki predloženog modela, njegovom implementacijom u aplikacije za PK osigurava se mogućnost prilagodbe svakom korisniku. Budući da suvremeni pokretni uređaji trenutno služe kao platforma za uvođenje novih tehnologija na masovno tržište, te da se njima masovno koriste osobe bez SKP, uvažene su i posljednje dvije smjernice.

U slučaju da se prigodom razvoja ICT usluga za PK rabi nekoliko različitih skupova grafičkih znakova kako bi se usluga adaptirala korisnicima s različitim sposobnostima i potrebama, postoji problem usklađivanja opsega vokabulara izraženog grafičkim znakovima. Naime, različiti skupovi grafičkih znakova nude različit opseg vokabulara, što bi značilo da, ukoliko se želi osigurati podjednaka razina funkcionalnosti usluge za sve korisnike, potrebno je uskladiti

vokabular svakog od rabljenih skupova kako bi se omogućila reprezentacija svakog pojma u usluzi pomoću svakog skupa. Ovaj pristup može dovesti do znatnog sužavanja vokabulara, a samim time i komunikacijskih mogućnosti koje usluga nudi određenim korisnicima. Uporaba različitih reprezentacija za jednake pojmove može prouzročiti i konfuziju pri vizualnoj prilagodbi sustava ili u međusobnoj komunikaciji između korisnika. Predloženim sustavom osigurava se reprezentacija svakog pojma u trima stupnjevima prilagodbe, održavajući time stupanj prepoznatljivosti i kontrole opsega vokabulara za sve razine prilagodbe.

Potreba za izradom triju razina vizualne prilagodbe za svaki pojam značajno produžuje vrijeme izrade grafičkih znakova predloženih ovim sustavom. Isto vrijedi i za niz prostornih prilagodbi, koje doprinose složenosti aplikacije, a samim time i vremenskih i financijskih zahtjeva njihove realizacije. Kako bi se osiguralo da prilagodbe predložene modelom doprinose uporabljivosti sustava umjesto da joj odmažu, potrebno je testirati rješenja na korisnicima.

Da bi predloženi model bio primjenjiv na razvoj aplikacija za PK na suvremenim pokretnim uređajima, potrebno je sljedeće:

- pružiti grafičkim dizajnerima, dizajnerima interakcija i razvijateljima smjernice za oblikovanje grafičkih znakova i GKS koji bi zadovoljavali potrebe implementacije unutar predloženog modela;
- odrediti koje vizualne reprezentacije primarni korisnici doživljavaju estetski privlačnima radi određivanja karakteristika osnovne linijske konstrukcije grafičkih znakova unutar predloženog modela;
- optimizirati reprodukciju znakova i GKS za zaslone pokretnih uređaja;
- ustanoviti proces razvoja aplikacija koji bi razvojnim timovima omogućio primjenu adekvatnih metoda za razvoj prilagodljivih sustava za PK.

Smjernice za oblikovanje grafičkih znakova i GKS unutar predloženog modela predložene su u 2., 3. i 4. poglavlju ovog rada., dok se ostali zahtjevi obrađuju u sljedećim poglavljima ovoga rada.

6. Određivanje karakteristika vizualne složenosti i stilizacije u oblikovanju znakova na temelju korisničkih preferencija

„Ono što je lijepo, uporabljivo je“, naslov je rada kojim je ujedno sažet zaključak istraživanja u kojem su Tractinsky et al nastojali ispitati vezu između percepcije estetike GKS i percepcije njegove uporabljivosti [151]. U svojem istraživanju ustanovili su postojanje pozitivnog utjecaja percepcije estetike na percepciju uporabljivosti koja prethodi uporabi GKS, odnosno da korisnici prije same uporabe sustava ljepša GKS smatraju i uporabljivijima. Ovaj zaključak slaže se sa zaključkom ranijeg istraživanja slične tematike koje su proveli Kurosu i Kashimira [152]. Ova dva rada prethodila su nizu istraživanja utjecaja estetike na uporabljivost interaktivnih sustava. Tuch et al [153] i Hassenzahl i Monk [154] napravili su detaljan pregled istraživanja na području relacije ljepote i percepcije uporabljivosti. Tachinsky et al i Hallnäs i Redström [24] također ističu da korisnički angažman i afektivne reakcije na korisničko sučelje pozitivno utječu i na korisnikovo zadovoljstvo. Međutim, potrebno je razlikovati dojam percipirane uporabljivosti od dojma uporabljivosti prigodom ili nakon korištenja sustava, koji nije u tolikoj mjeri ovisan o estetskoj privlačnosti [153].

U literaturi postoje dva različita tumačenja pojma estetike nekog dizajna [155]. Jedno se odnosi na objektivne značajke podražaja poput boje, oblika ili teksture, dok je drugo povezano s korisnikovom subjektivnom reakcijom. Ta subjektivna reakcija označava se i pojmom „privlačnost“ (*attractiveness*) i definira se kao stupanj privlačnosti nekog proizvoda koja proizlazi iz subjektivnog stava korisnika [156] te u kontekstu dizajna interakcija predstavlja racionalne i emocionalne aspekte koji utječu na stvarnu ili potencijalnu uporabu nekog interaktivnog sustava. Budući da je cilj ovog istraživanja ustanoviti karakteristike slikovne reprezentacije grafičkih znakova koje uzrokuju pozitivne i negativne reakcije kod ciljane publike, istraživat će se estetika s aspekta privlačnosti.

Alario i Ferrand definirali su vizualnu složenost neke slike kao broj linija i detalja na slici [157]. Osim pojmom „vizualna složenost“ [17], [158]–[160], navedena kvaliteta slikovne reprezentacije često se naziva i „razina detaljnosti grafičkog znaka“ (*level of detail*) [161], [162]. Iako vizualna složenost nije nužno ovisna samo o linijskoj konstrukciji grafičkoga znaka,

u okviru ovog istraživanja navedeni pojam rabiće se primarno u kontekstu utjecaja broja linija i njihovih značajki na percipiranu složenost grafičkog znaka u vizualnoj domeni.

Stil neke reprezentacije sastoji se od niza značajki, uključujući vrste oblika i njihov raspored, zajedno sa semantičkim aspektima reprezentacije poput subjekta i tehnike, kao i prilagodbe izgleda proizašle iz dizajnerove adaptacije svih navedenih značajki [163].

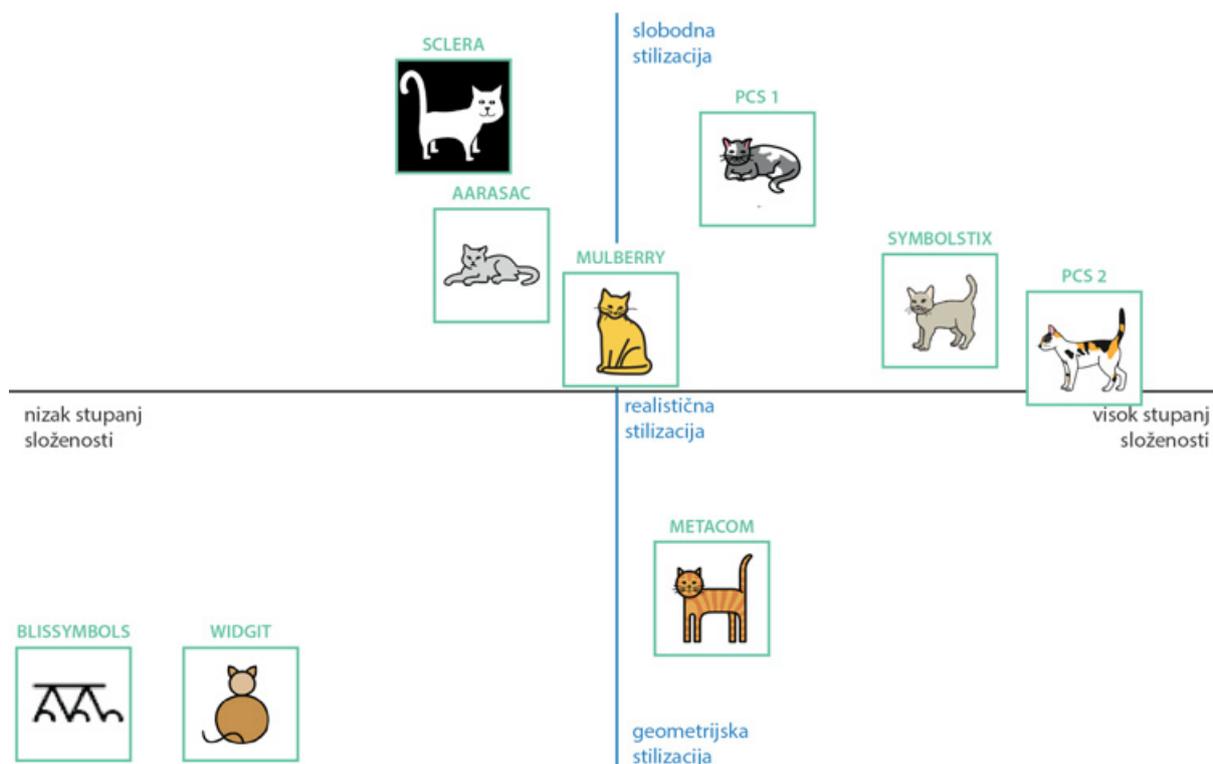
Light et al tvrde da mnogi dostupni sustavi za PK namijenjeni djeci sa SKP nemaju snažnu privlačnost u odnosu prema primarnim korisnicima zato što reflektiraju gledišta odraslih osoba te smatraju da bi djeca sa SKP, ali i njihovi vršnjaci bez razvojnih odstupanja, bili skloniji uporabi njima privlačnijih sustava [23]. Potreban je razvoj sustava privlačnih djeci sa SKP kako bi se povećala njihova motivacija i potaknula uporaba navedenih sustava [18]. Kod znatnog dijela ciljanih korisnika sustava za PK, osobito djece sa značajnim razvojnim odstupanjima, predmete i podražaje koji korisnici preferiraju moguće je rabiti kao sredstva motivacije u edukacijskim aktivnostima [164]. Budući da znakovi za PK predstavljaju dominantne elemente grafičkih korisničkih sučelja, potrebno je ustanoviti kako njihov dizajn utječe na percepciju privlačnosti kod korisnika ovakvih sustava.

S obzirom da su predloženim modelom prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava iz 4. poglavlja moguće određene prilagodbe korištenja boja i tekstura korisnikovim preferencijama, ovo istraživanje usmjereno je k proučavanju poveznice između subjektivne percepcije estetike odnosno privlačnosti, ovisno o stupnju vizualne složenosti i metodi stilizacije znakova za PK.

6.1 Cilj istraživanja

Iako je područje PK fokusirano na istraživanje grafičkih znakova i njihova značenja, još uvijek ne postoje istraživanja koja proučavaju utjecaj parametara njihova oblikovanja na korisničke preferencije. Usporedbom dostupnih skupova i sustava grafičkih znakova za PK ustanovljeno je da njihove značajke oblikovanja s aspekata vizualne složenosti i likovnog stila značajno variraju (Slika 27). S obzirom da iz ranijeg pregleda istraživanja proizlazi očigledna potreba za razvojem sustava koji bi svojim vizualnim značajkama bili privlačniji djeci korisnicima sustava za PK, osnovni cilj ovog istraživanja jest proučavanje utjecaja oblikovanja grafičkih znakova s aspekta vizualne složenosti i metode stilizacije. U skladu s tim ciljem postavljena su sljedeća istraživačka pitanja:

1. Koju od 9 reprezentacija pojedinog pojma (mačka, lice i tenisica) ispitanici preferiraju?
 - a. Koju reprezentaciju pojma mačka ispitanici najviše preferiraju (M_PO), koju rangiraju kao drugu po redu po preferenciji (M_DO), a koju najmanje preferiraju (M_NP)?
 - b. Koju reprezentaciju pojma lice ispitanici najviše preferiraju (L_PO), koju rangiraju kao drugu po redu po preferenciji (L_DO), a koju najmanje preferiraju (L_NP)?
 - c. Koju reprezentaciju pojma tenisica ispitanici najviše preferiraju (T_PO), koju rangiraju kao drugu po redu po preferenciji (T_DO), a koju najmanje preferiraju (T_NP)?
2. Postoji li sličnost u korisničkoj evaluaciji za tri evaluirana pojma (mačka, lice, tenisica)?
3. O kojim faktorima ovise korisničke preferencije reprezentacije znakova?
 - a. Razlikuju li se korisničke preferencije ovisno o stupnju vizualne složenosti reprezentacija (visoki, srednji i niski stupanj složenosti) i metodi stilizacije (geometrijska, realistična, slobodna)?
 - b. Jesu li te razlike konzistentne, neovisno o liku koji je prikazan znakom, odnosno postoji li sličnost korisničkih procjena s obzirom na faktor stupnja složenosti i faktor metode stilizacije za tri različita lika?



Slika 27. Stupanj vizualne složenosti i korištene stilizacije vizualnih reprezentacija pojma "mačka" za 9 analiziranih setova i sustava grafičkih znakova za PK

6.2 Eksperimentalni dio

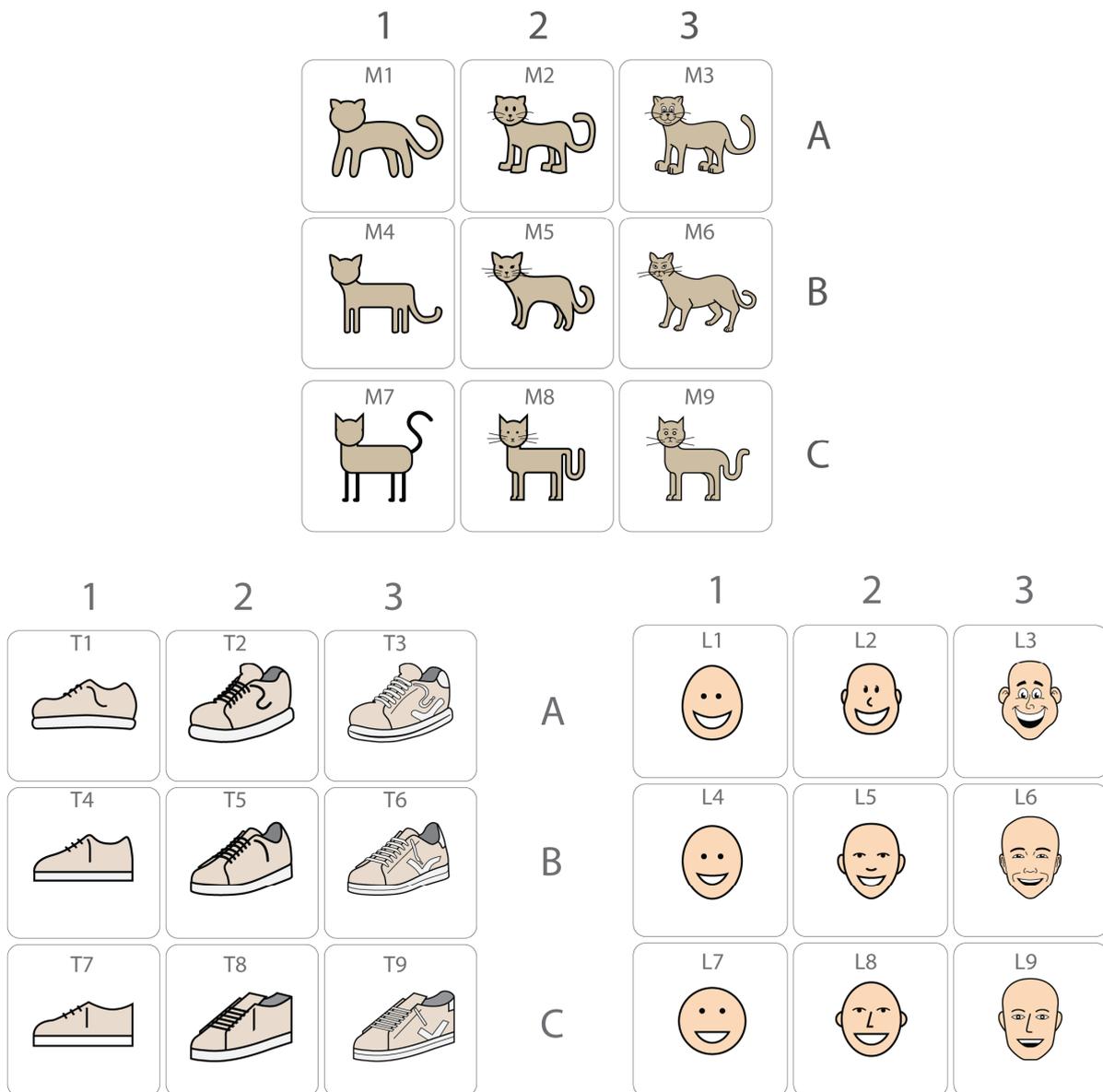
6.2.1 Metode istraživanja i materijali

Budući da utjecaj oblikovanja grafičkih znakova za potpomognutu komunikaciju na preferencije korisnika predstavlja područje koje do sada nije istraženo, nije ni ustanovljena općeprihvaćena metodologija istraživanja. U nastojanju prilagodbe istraživanja ciljanoj populaciji, prilagođena je metodologija višestrukih podražaja bez zamjene, korištena kod ustanovljavanja preferencija djece s razvojnim odstupanjima [164], [165]. Ova metoda podrazumijeva prezentaciju ispitaniku određenog broja podražaja u isto vrijeme, među kojima korisnik odabire onaj koji najviše preferira. Učestalim ponavljanjem odabira između jednakih podražaja ustanovljava se preferencija. Metoda je prilagođena tako da se izostavljaju ponavljanja odabira zato što su svi ispitanici jasno razumjeli zadatak i jasno su mogli naznačiti svoj odabir.

Dva su pristupa empirijskom istraživanju estetike podražaja: eksperimentalni (*experimental approach*) i eksploratorni (*exploratory approach*). Kod eksperimentalnog tipa istraživanja nastoji se eksperimentom ispitati utjecaj pojedinih, izoliranih značajki nekog objekta ili reprezentacije, dok se eksploratornim pristupom nastoji istražiti koji čimbenici utječu na ljudsku percepciju objekata ili reprezentacija. Lavie i Tractinsky [166] nude detaljan pregled istraživanja za oba pristupa. S obzirom na cilj istraživanja, u istraživanju je primijenjen eksploratorni pristup, kojim je predviđeno da su podražaji ispitanicima prezentirani kao cjelovite reprezentacije referenata, dok su varijable koje se istražuju, vizualna složenost i metoda stilizacije odražene u razlikama između reprezentacija. Za potrebe istraživanja izrađena su 3 seta grafičkih znakova sa po 9 reprezentacija za svaki pojam iz kategorija „predmeti“, „ljudsko lice“ i „životinje“. Kako nedostatak razumijevanja reprezentacije ne bi imao utjecaj na rezultate, odabrane su reprezentacije mačke, tenisice i lica jer predstavljaju referente s kojima su ispitanici upoznati. Svaki set podijeljen je na grupe s obzirom na korištenu stilizaciju i stupanj vizualne složenosti, odnosno svaka je stilizacija izvedena u tri stupnja linijske složenosti.

Iako različiti aspekti likovne tehnike korištene u oblikovanju, poput karakteristike linija i sjenčanja, imaju utjecaj na stilizaciju, budući da je smjernicama modela određeno da su reprezentacije izvedene simulacijom linijskog crteža i korištenjem konstantne debljine linija te da je istraživanje usmjereno određivanju osnovne linijske konstrukcije znakova, stilizacija u okviru ovog istraživanja odnosi se na način apstrakcije referenta u odnosu na njegov prirodni izgled. Utjecaji boja, tekstura i sjenčanja izuzeti su iz ovog istraživanja zbog činjenice da je modelom predloženim u 5. poglavlju moguća prilagodba navedenih značajki.

S obzirom na reprezentacije u postojećim skupovima znakova za PK (Slika 27), odabrane su tri vrste stilizacija nazvane realistična, geometrijska i slobodna. Kod geometrijske stilizacije naglašeno je korištenje geometrijskih oblika i euklidskih linija. Realistična stilizacija utemeljena je na vjernom prenošenju značajki referenta. Slobodna stilizacija temelji se na prenaplašavanju određenih karakteristika referenta i u svojoj osnovi srodna je karikaturi ili stilizacijama reprezentacija korištenima u domeni stripa. Varijacija u vizualnoj složenosti temeljila se na redukciji konstrukcijskih elemenata određene stilizacije i smanjenju stupnja složenosti korištenih linija. S obzirom na stupanj složenosti, reprezentacije su u istraživanju podijeljene na niski, srednji i visoki stupanj složenosti (Slika 28).



Slika 28. Tri seta uzoraka izrađenih za potrebe provedbe istraživanja. Stupci označavaju varijaciju u vizualnoj kompleksnosti: 1) niski stupanj, 2) srednji stupanj, 3) visoki stupanj. Redci predstavljaju varijacije u stilizaciji: A) slobodna, B) realistična i C) geometrijska

Budući da je inicijalnim testiranjem postupka ispitivanja ustanovljeno da samo prisustvo pokretnog uređaja djetetu odvlači pozornost te se teško usmjerava na ispunjenje zadatka evaluacije, odlučeno je da se uzorci prezentiraju u obliku kartonskih kartica. Na prednjoj strani svake kartice, dimenzija 12,5cm x 12,5cm, otisnuta je reprezentacija jedne varijacije grafičkog znaka bez dodatnih oznaka. Prezentacija pomoću kartica omogućila je prezentaciju svih pojmova u isto vrijeme u adekvatnoj veličini te su ispitanici mogli slobodno posezati za karticama kako bi ih bolje proučili i napravili direktnu usporedbu dvaju ili više uzoraka.

Od ispitanika se tražilo da odaberu uzorak koji najviše preferiraju, uzorak koji im je na drugom mjestu prema preferencijama i uzorak koji najmanje preferiraju.

Kako bi se odgovorilo na tri istraživačka pitanja, provedeni su hi-kvadrat testovi, zasebno za svaki od triju pojmova. Hi-kvadrat testovi provedeni su posebno za varijablu procjene znaka koji ispitanici najviše preferiraju, posebno za varijablu procjene znaka koji je sljedeći po preferenciji i posebno za varijablu procjene znaka koji najmanje preferiraju.

Da bi se odgovorilo na drugo istraživačko pitanje, izračunati su koeficijenti korelacije. S obzirom na to da je riječ o varijablama koje nisu odmjerene na intervalnoj ili omjernoj ljestvici, rabljen je neparametrijski test povezanosti među varijablama – Spearmanov koeficijent korelacije.

Radi odgovora na treće istraživačko pitanje uzorci su najprije razvrstani u kategorije na sljedeći način, kako bi se mogle utvrditi razlike, ovisno o stupnju vizualne složenosti i likovnom stilu (Slika 28):

Stupanj vizualne složenosti

Niski: uzorci M1, M4, M7, L1, L4, L7, T1, T4, T7

Srednji: uzorci M2, M5, M8, L2, L5, L8, T2, T5, T8

Visoki: uzorci M3, M6, M9, L3, L6, L9, T3, T6, T9

Stilizacija

Slobodna: uzorci M1, M2, M3, L1, L2, L3, T1, T2, T3

Realistična: uzorci M4, M5, M6, L4, L5, L6, T4, T5, T6

Geometrijska: uzorci M7, M8, M9, L7, L8, L9, T7, T8, T9

Napravljeni su hi-kvadrat testovi za pojedine kategorije prema stupnju složenosti (visoki, srednji i niski) te likovnom stilu (geometrijski, realistični i slobodni). Hi-kvadrat testovi izračunati su zasebno za tri različita pojma te posebno za varijablu procjene reprezentacije koju ispitanici najviše preferiraju, posebno za varijablu procjene reprezentacije koja im je druga po redu prema preferenciji i posebno za varijablu procjene reprezentacije koju najmanje preferiraju. Potom su ponovno izračunati Spearmanovi koeficijenti korelacije, no ovaj put za odgovore svrstane u kategorije prema stupnju složenosti i metodi stilizacije.

6.2.2 Postupak istraživanja

Istraživanje je provedeno u na trima osnovnoškolskim i edukacijskim institucijama: OŠ „Grigor Vitez“, OŠ „Prečko“ i Centru za rehabilitaciju Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta, u periodu od 23. veljače do 13. lipnja 2012. godine. U istraživanju je sudjelovalo 36 ispitanika, 26 dječaka i 10 djevojčica. Dob ispitanika kretala se u rasponu od 6 do 14 godina, s prosjekom od 10,78 god. Za sve ispitanike prethodno je ishođen pismeni pristanak roditelja za sudjelovanje u istraživanju. Korišten je neprobabilistički prigodni uzorak, jer je istraživanje provedeno s dostupnim ispitanicima za koje su postojala odobrenja roditelja. Iako ovaj uzorak nije reprezentativan, posljedica je ograničenja u istraživanju osoba s razvojnim odstupanjima. Uzorak je svojim brojem komparativan ostalim istraživanjima u području istraživanja preferencija osoba s razvojnim odstupanjima [164], [165]. Obuhvaćeni su ispitanici s različitim razvojnim poremećajima: intelektualnim poteškoćama ili poteškoćama u učenju (3), organski uvjetovanim poremećajima u ponašanju (4), teškoćama u čitanju i pisanju (4), fonološkim teškoćama (1), posebnim jezičnim teškoćama (1), apraksijom (1) i kombiniranim teškoćama (14). Kako se ispitanike ne bi stavljalo u nepoznato okruženje, ispitivanje je provedeno u prostorijama navedenih institucija, uz minimalnu količinu prisutnih distrakcija. S obzirom na složenost i osjetljivost provođenja ispitivanja na ovoj populaciji, u ulozi ispitivača tijekom provođenja istraživanja sudjelovao je djelatnik Centra za edukacijsku rehabilitaciju ili student smjera Psihologije pri Filozofskom fakultetu. Ispitivači su, uz autorov nadzor, bili zaduženi za direktnu komunikaciju s ispitanicima za vrijeme provođenja istraživanja.

Kako bi opustili ispitanike, ispitivači su istraživanje počinjali pitanjima u vezi s interesima u području vizualnih medija (omiljeni animirani filmovi, stripovi...), nakon čega je uslijedila faza evaluacije pripremljenih podražaja. Ispitanicima su prezentirani uzorci iz jednog seta (9 uzoraka), nasumičnog redoslijeda, raspoređeni u 3x3 matricu. Ispitanici nisu imali ograničenja u vremenu pri odabiru: U prvoj fazi evaluacije pojedinog seta od ispitanika se traži da odabere reprezentaciju koja mu se najviše sviđa. Nakon što ispitanik odabere jednu karticu, ispitivač je izuzima iz uzorka i traži od ispitanika da odabere reprezentaciju koja mu se, od preostalih uzoraka, najviše sviđa. Nakon odabira ispitivač ponovno izuzima navedeni uzorak i traži od ispitanika da odabere uzorak koji mu se najmanje sviđa. Nakon što ispitanik napravi finalni odabir, ispitivač sklanja preostale uzorke i proceduru ponavlja za novi set uzoraka. Nakon svakog odabira ispitivač od ispitanika traži i obrazloženje za odabir i, ukoliko ga dobije, zapisuje ga u za to pripremljeni obrazac. Ispitanici su nakon obavljenog ispitivanja simbolično

nagrađeni, ali to im nije bilo unaprijed najavljeno tako da nije imalo utjecaj na provedbu ispitivanja.

6.2.3 Ograničenja istraživanja

Zbog same prirode istraživanja i heterogenosti korisnika sredstava PK, logično je da postoje razna ograničenja istraživanja. Određivanje metodologije istraživanja na korisnicima potpomognute komunikacije i danas predstavlja izazov za znanstvenike. Kod istraživanja u kojima sudjeluju korisnici s razvojnim odstupanjima često je prisutan niz poteškoća, osobito zbog razlika u mogućnostima sudionika prilikom ispunjavanja zadataka ili davanja povratnih informacija. Stoga pojedini autori [167] u nekim istraživanjima potpomognute komunikacije preporučuju uključivanje korisnika bez razvojnih odstupanja.. Budući da se istraživanje u sklopu ovog rada temelji na sposobnosti ispitanika da shvati zadatak i pravilno ga izvrši, nije ga bilo moguće provesti na određenim skupinama populacije korisnika PK.

Odabir metodologije predstavlja drugi ograničavajući čimbenik istraživanja. Izvorno je predviđeno istraživanje s većim brojem setova uz primjenu neke od standardnih metodologija evaluacije emocionalne reakcije na slikovne sadržaje u području istraživanja korisničkog iskustva, poput uporabe vizualizacija za samostalnu procjenu (*Self-Assessment Manikin*, SAM) [168]. Međutim, nakon konzultacija sa stručnjacima iz područja istraživanja rada s djecom s razvojnim odstupanjima, ustanovljeno je da se od ispitanika može očekivati jedino direktan odabir bez uporabe skale, do tri odabira za maksimalno tri seta. Stoga je bilo potrebno metodologiju adekvatno prilagoditi prema dobivenim naptucima, što je ujedno onemogućilo detaljniju analizu dobivenih rezultata.

Treći ograničavajući čimbenik istraživanja očituje se u pripremi uzoraka. Prigodom svakog oblikovanja, poglavito prigodom stilizacije ili apstrakcije referenta, neupitan je dizajnerov subjektivan utjecaj na rezultat. Stoga je drugačiji pristup izradi pojedinih reprezentacija mogao rezultirati promjenom u rezultatima istraživanja. S obzirom na nepostojanje standardiziranog seta uzoraka za ovu vrstu evaluacije, generiranje vlastitih uzoraka bio je jedini moguć pristup.

6.3 Rezultati i diskusija

6.3.1 Analiza preferencija reprezentacija za pojedine setove uzoraka

Reprezentacija pojma „mačka“

Tablica 5. Prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_PO)

| M_PO | | |
|--------|-----------|------------|
| Uzorak | N(f) | % |
| M2 | 2 | 5,5 |
| M3 | 13 | 36,1 |
| M5 | 9 | 25 |
| M6 | 10 | 27,8 |
| M7 | 1 | 2,8 |
| M8 | 1 | 2,8 |
| Ukupno | 36 | 100 |

Tablica 6. Hi-kvadrat test - prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_PO)

| M_PO | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 23,333 | 5 | ,000 |

Hi- kvadrat test pokazuje da za varijablu procjene grafičkog znaka mačke koji ispitanici najviše preferiraju postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira pojedinog znaka ($\chi^2=23.33$; $df=5$; $p<.01$). Kao reprezentaciju mačke koju najviše preferiraju, djeca najčešće odabiru uzorak M3 (36,1%).

Tablica 7. Drugi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_DO)

| M_DO | | |
|---------------|-----------|------------|
| Uzorak | N(f) | % |
| M2 | 7 | 19,4 |
| M3 | 11 | 30,6 |
| M5 | 6 | 16,7 |
| M6 | 7 | 19,4 |
| M8 | 4 | 11,1 |
| M9 | 1 | 2,8 |
| Ukupno | 36 | 100 |

Tablica 8. Hi-kvadrat test - drugi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_DO)

| M_DO | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 9,333 | 5 | ,096 |

Za varijablu procjene grafičkog znaka mačke koji ispitanicima predstavlja drugi odabir, utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira pojedinog znaka ($\chi^2=9.33$; $df=5$; $p>.05$).

Tablica 9. Najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_NP)

| M_NP | | |
|---------------|-----------|------------|
| Uzorak | N(f) | % |
| M1 | 6 | 17,1 |
| M4 | 2 | 5,7 |
| M5 | 1 | 2,9 |
| M6 | 6 | 17,1 |
| M7 | 11 | 31,4 |
| M8 | 4 | 11,4 |
| M9 | 5 | 14,3 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 10. Hi-kvadrat test – najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_NP)

| M_NP | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 12,800 | 6 | ,046 |

Za varijablu procjene znaka mačke koji korisnici najmanje preferiraju utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira pojedinog znaka ($\chi^2=12.80$; $df=6$; $p<.05$). Kao reprezentaciju mačke koju najmanje preferiraju, djeca najčešće odabiru uzorak M7.

Reprezentacija pojma „lice“

Tablica 11. Prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_PO)

| L_PO | | |
|--------|-----------|------------|
| Uzorak | N(f) | % |
| L1 | 2 | 5,7 |
| L2 | 2 | 5,7 |
| L3 | 4 | 11,4 |
| L4 | 2 | 5,7 |
| L5 | 1 | 2,9 |
| L6 | 13 | 37,1 |
| L7 | 6 | 17,1 |
| L9 | 5 | 14,3 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 12. Hi-kvadrat test - prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_PO)

| L_PO | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 24,200 | 7 | ,001 |

Za varijablu procjene grafičkog znaka lica koji je korisnicima prvi odabir, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira pojedinog crteža ($\chi^2=24.20$; $df=7$; $p<.01$). Reprezentacija lica koju korisnici najviše preferiraju prikazana je pod uzorkom L6.

Tablica 13. Drugi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_DO)

| L_DO | | |
|---------------|-----------|------------|
| Uzorak | N(f) | % |
| L1 | 3 | 8,6 |
| L2 | 2 | 5,7 |
| L3 | 11 | 31,4 |
| L4 | 2 | 5,7 |
| L5 | 2 | 5,7 |
| L6 | 5 | 14,3 |
| L7 | 2 | 5,7 |
| L8 | 3 | 8,6 |
| L9 | 5 | 14,3 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 14. Hi-kvadrat test - drugi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_DO)

| L_DO | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 17,714 | 8 | ,023 |

Za varijablu procjene grafičkog znaka lica koji im je drugi po redu po preferenciji, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira pojedinog znaka ($\chi^2=17.71$; $df=8$; $p<.05$). Za svoj drugi odabir preferencije reprezentacije lica djeca najčešće odabiru uzorak L3.

Tablica 15. Najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_NP)

| L_NP | | |
|--------|------|-------|
| Uzorak | N(f) | % |
| L1 | 6 | 17,1 |
| L2 | 1 | 2,6 |
| L3 | 12 | 34,3 |
| L4 | 2 | 5,7 |
| L6 | 2 | 5,7 |
| L7 | 4 | 11,43 |
| L8 | 7 | 20 |
| L9 | 1 | 2,6 |

| | | |
|--------|-----------|------------|
| Ukupno | 35 | 100 |
|--------|-----------|------------|

Tablica 16. Hi-kvadrat test – najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_NP)

| L_NP | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 23,286 | 7 | ,002 |

Za evaluaciju najmanje preferencije reprezentacije pojma lice utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira pojedine reprezentacije ($\chi^2=23.29$; $df=7$; $p<.01$). Kao grafički znak koji najmanje preferiraju djeca najčešće odabiru uzorak L3.

Reprezentacija pojma „tenisica“

Tablica 17. Prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_PO)

| T_PO | | |
|--------|-----------|------------|
| Uzorak | N(f) | % |
| T2 | 5 | 13,9 |
| T3 | 10 | 27,8 |
| T4 | 1 | 2,8 |
| T5 | 2 | 5,6 |
| T6 | 12 | 33,3 |
| T7 | 1 | 2,8 |
| T8 | 1 | 2,8 |
| T9 | 4 | 14,3 |
| Ukupno | 36 | 100 |

Tablica 18. Hi-kvadrat test - prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_PO)

| T_PO | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 28,889 | 7 | ,000 |

Za varijablu evaluacije znaka tenisice koji ispitanici najviše preferiraju utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira pojedinog znaka ($\chi^2=28.89$; $df=7$; $p<.01$). Ispitanici najčešće odabiru uzorak T6 kao znak koji najviše preferiraju.

Tablica 19. Prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_PO)

| T_DO | | |
|--------|-----------|------------|
| Uzorak | N(f) | % |
| T1 | 2 | 5,6 |
| T2 | 2 | 5,6 |
| T3 | 7 | 19,4 |
| T4 | 1 | 2,8 |
| T5 | 3 | 8,3 |
| T6 | 11 | 30,6 |
| T8 | 5 | 13,9 |
| T9 | 5 | 13,9 |
| Ukupno | 36 | 100 |

Tablica 20. Hi-kvadrat test - drugi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_DO)

| T_DO | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 16,889 | 7 | ,018 |

Za varijablu procjene znaka tenisice koji im je drugi po redu prema preferenciji, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira pojedinog crteža ($\chi^2=16.89$; $df=7$; $p<.05$). Kao crtež tenisice koji im je drugi po redu prema preferenciji, ispitanici najčešće odabiru uzorak T6.

Tablica 21. Najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_NP)

| T_NP | | |
|--------|------|------|
| Uzorak | N(f) | % |
| T1 | 7 | 20 |
| T2 | 2 | 5,7 |
| T3 | 1 | 2,9 |
| T4 | 4 | 11,4 |
| T5 | 1 | 2,9 |

| | | |
|---------------|-----------|------------|
| T7 | 9 | 25,7 |
| T8 | 8 | 22,9 |
| T9 | 3 | 8,6 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 22. Hi-kvadrat test - najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_NP)

| | | |
|----------|----|------|
| T_NP | | |
| χ^2 | df | p |
| 16,429 | 7 | ,021 |

Za evaluaciju najmanje preferencije reprezentacije pojma tenisica utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira pojedine reprezentacije ($\chi^2=16.43$; $df=7$; $p<.05$). Uzorak T7 predstavlja reprezentaciju tenisice koju korisnici najmanje preferiraju.

6.3.2 Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji reprezentacija triju pojmova

Tablica 23. Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za prve odabire reprezentacija triju pojmova

| Spearmanov koeficijent korelacije | | M_PO | L_PO | T_PO |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| Varijabla | | | | |
| M_PO | Koeficijent | 1,000 | ,061 | -,235 |
| | Sig. (2-tailed) | . | ,729 | ,168 |
| | N | 36 | 35 | 36 |
| L_PO | Koeficijent | ,061 | 1,000 | ,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,729 | . | ,998 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| T_PO | Koeficijent | -,235 | ,000 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,168 | ,998 | . |
| | N | 36 | 35 | 36 |

Tablica 24. Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za druge odabire reprezentacija triju pojmova

| Spearmanov koeficijent korelacije | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| Varijabla | | M_DO | L_DO | T_DO |
| M_DO | Koeficijent | 1,000 | -,202 | ,165 |
| | Sig. (2-tailed) | . | ,244 | ,337 |
| | N | 36 | 35 | 36 |
| L_DO | Koeficijent | -,202 | 1,000 | -,213 |
| | Sig. (2-tailed) | ,244 | . | ,219 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| T_DO | Koeficijent | ,165 | -,213 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,337 | ,219 | . |
| | N | 36 | 35 | 36 |

Tablica 25. Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za najmanje preferencije reprezentacija triju pojmova

| Spearmanov koeficijent korelacije | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| Varijabla | | M_NP | L_NP | T_NP |
| M_NP | Koeficijent | 1,000 | -,094 | -,008 |
| | Sig. (2-tailed) | . | ,590 | ,965 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| L_NP | Koeficijent | -,094 | 1,000 | ,137 |
| | Sig. (2-tailed) | ,590 | . | ,433 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| T_NP | Koeficijent | -,008 | ,137 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,965 | ,433 | . |
| | N | 35 | 35 | 35 |

Na temelju izračunatih Spearmanovih koeficijenata korelacija utvrđeno je da ne postoji statistički značajna povezanost korisničkih procjena za reprezentacije triju pojmova:

- uzorak koji najviše preferiraju ($r = .06$; $p > .05$; $r = -.24$; $p > .05$; $r = .00$; $p > .05$)
- uzorak koji preferiraju drugi po redu ($r = -.20$; $p > .05$; $r = .17$; $p > .05$; $r = -.21$; $p > .05$)
- uzorak koji najmanje preferiraju ($r = -.10$; $p > .05$; $r = -.01$; $p > .05$; $r = .14$; $p > .05$)

Iz rezultata je moguće zaključiti da isti ispitanik ne preferira nužno reprezentacije jednakih parametara kod različitih pojmova (npr. za pojam mačka najviše će preferirati uzorak M3, dok će za pojam lice najviše preferirati uzorak L6).

6.3.3 Analiza ovisnosti korisničke preferencije o stupnju vizualne složenosti i metodi stilizacije reprezentacija

Tablica 26. Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_PO_KOM)

| M_PO_KOM | | |
|--------------------|-----------|------------|
| Stupanj složenosti | N(f) | % |
| Visoki | 23 | 63,9 |
| Srednji | 12 | 33,3 |
| Niski | 1 | 2,8 |
| Ukupno | 36 | 100 |

Tablica 27. Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_PO_KOM)

| M_PO_KOM | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 20,167 | 2 | ,000 |

Za varijablu procjene stupnja vizualne složenosti za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_PO_KOM) koji ispitanici najviše preferiraju, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira pojedinog stupnja složenosti ($\chi^2=20.17$; $df=2$; $p<.01$). Ako u obzir uzmemo stupanj složenosti ponuđenih uzoraka, zaključujemo da ispitanici najčešće odabiru uzorke koji imaju visoki stupanj vizualne složenosti.

Tablica 28. Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_PO_STIL)

| M_PO_STIL | | |
|---------------|-----------|------------|
| Stilizacija | N(f) | % |
| Slobodna | 15 | 41,7 |
| Realistična | 19 | 52,8 |
| Geometrijska | 2 | 5,6 |
| Ukupno | 36 | 100 |

Tablica 29. Hi-kvadrat test - Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_PO_STIL)

| M_PO_STIL | | |
|-----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 13,167 | 2 | ,001 |

Za varijablu procjene stilizacije reprezentacije pojma „mačka“ koji najviše preferiraju (M_PO_STIL), utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira pojedinog stila ($\chi^2=13.17$; $df=2$; $p<.01$). Kao stilizacije koji najviše preferiraju, ispitanici najčešće odabiru realistične reprezentacije.

Tablica 30. Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_PO_KOM)

| L_PO_KOM | | |
|--------------------|-----------|------------|
| Stupanj složenosti | N(f) | % |
| Visoki | 22 | 62,9 |
| Srednji | 3 | 8,6 |
| Niski | 10 | 28,6 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 31. Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_PO_KOM)

| L_PO_KOM | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 15,829 | 2 | ,000 |

Za varijablu procjene stupnja vizualne složenosti za reprezentaciju pojma „lice“ koji korisnici najviše preferiraju, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stupnja složenosti ($\chi^2=15.83$; $df=2$; $p<.01$). Korisnici najčešće odabiru uzorke s visokim stupnjem vizualne složenosti.

Tablica 32. Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_PO_STIL)

| L_PO_STIL | | |
|-------------|------|------|
| Stilizacija | N(f) | % |
| Slobodna | 8 | 22,9 |

| | | |
|---------------|-----------|------------|
| Realistična | 16 | 45,7 |
| Geometrijska | 11 | 31,4 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 33. Hi-kvadrat test - Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_PO_STIL)

| L_PO_STIL | | |
|-----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 2,800 | 2 | ,247 |

Za varijablu procjene metode stilizacije reprezentacija pojma „lice“ koju korisnici najviše preferiraju, utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stila ($\chi^2=2.80$; $df=2$; $p>.05$).

Tablica 34. Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_PO_KOM)

| T_PO_KOM | | |
|--------------------|-----------|------------|
| Stupanj složenosti | N(f) | % |
| Visoki | 26 | 72,2 |
| Srednji | 8 | 22,2 |
| Niski | 2 | 5,6 |
| Ukupno | 36 | 100 |

Tablica 35. Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_PO_KOM)

| T_PO_KOM | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 26,000 | 2 | ,000 |

Za varijablu procjene stupnja vizualne složenosti znakova tenisice koje korisnici najviše preferiraju, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stupnja složenosti ($\chi^2=26.00$; $df=2$; $p<.01$). Korisnici najčešće odabiru reprezentaciju visoke složenosti.

Tablica 36. Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_PO_STIL)

| T_PO_STIL | | |
|---------------|-----------|------------|
| Stilizacija | N(f) | % |
| Slobodna | 15 | 41,7 |
| Realistična | 15 | 41,7 |
| Geometrijska | 6 | 16,7 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 37. Hi-kvadrat test - Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_PO_STIL)

| T_PO_STIL | | |
|-----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 4,500 | 2 | ,105 |

Za varijablu procjene metode stilizacije reprezentacije tenisice koju korisnici najviše preferiraju, utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stila ($\chi^2=4.50$; $df=2$; $p>.05$).

Tablica 38. Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_DO_KOM)

| M_DO_KOM | | |
|--------------------|-----------|------------|
| Stupanj složenosti | N(f) | % |
| Visoki | 17 | 47,2 |
| Srednji | 19 | 52,8 |
| Ukupno | 36 | 100 |

Tablica 39. Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_DO_KOM)

| M_DO_KOM | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| ,111 | 1 | ,739 |

Za varijablu procjene stupnja vizualne složenosti znaka mačke koji korisnici rangiraju kao drugi po preferenciji, utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stupnja složenosti ($\chi^2=0.11$; $df=1$; $p>.05$).

Tablica 40. Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_DO_STIL)

| M_DO_STIL | | |
|---------------|-----------|------------|
| Stilizacija | N(f) | % |
| Slobodna | 18 | 50 |
| Realistična | 13 | 36,1 |
| Geometrijska | 5 | 13,9 |
| Ukupno | 36 | 100 |

Tablica 41. Hi-kvadrat test - Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_DO_STIL)

| M_DO_STIL | | |
|-----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 7,167 | 2 | ,028 |

Za varijablu procjene metode stilizacije reprezentacije pojma „mačka“ koju korisnici rangiraju kao drugu po preferenciji, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedine metode stilizacije ($\chi^2=7.17$; $df=2$; $p<.05$). Znakovi mačke koji ispitanicima predstavljaju drugi odabir, izvedeni su slobodnom stilizacijom.

Tablica 42. Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_DO_KOM)

| L_DO_KOM | | |
|--------------------|-----------|------------|
| Stupanj složenosti | N(f) | % |
| Visoki | 21 | 60 |
| Srednji | 7 | 20 |
| Niski | 7 | 20 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 43. Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_DO_KOM)

| L_DO_KOM | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 11,200 | 2 | ,004 |

Za varijablu procjene stupnja linijske složenosti za reprezentaciju pojma „lice“ koje korisnici odabiru kao drugi izbor prema preferenciji, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stupnja složenosti ($\chi^2=11.20$; $df=2$; $p<.01$). Ispitanici najčešće odabiru uzorke s visokim stupnjem vizualne složenosti.

Tablica 44. Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_DO_STIL)

| L_DO_STIL | | |
|---------------|-----------|------------|
| Stilizacija | N(f) | % |
| Slobodna | 16 | 45,7 |
| Realistična | 9 | 25,7 |
| Geometrijska | 10 | 28,6 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 45. Hi-kvadrat test - Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_DO_STIL)

| L_DO_STIL | | |
|-----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 2,457 | 2 | ,293 |

Za varijablu procjene metode stilizacije znakova lica koji korisnicima predstavljaju drugi odabir po preferenciji, utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedine metode stilizacije ($\chi^2=2.46$; $df=2$; $p>.05$).

Tablica 46. Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_DO_KOM)

| T_DO_KOM | | |
|--------------------|-----------|------------|
| Stupanj složenosti | N(f) | % |
| Visoki | 23 | 63,9 |
| Srednji | 10 | 27,8 |
| Niski | 3 | 8,3 |
| Ukupno | 36 | 100 |

Tablica 47. Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_DO_KOM)

| T_DO_KOM | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 17,167 | 2 | ,000 |

Za varijablu procjene stupnja vizualne složenosti za reprezentaciju pojma tenisice koja korisnicima predstavlja drugi odabir prema preferenciji, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedine vizualne složenosti ($\chi^2=17.17$; $df=2$; $p<.01$). Ispitanici najčešće odabiru reprezentacije visokog stupnja vizualne složenosti.

Tablica 48. Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_DO_STIL)

| T_DO_STIL | | |
|---------------|-----------|------------|
| Stilizacija | N(f) | % |
| Slobodna | 11 | 30,6 |
| Realistična | 15 | 41,7 |
| Geometrijska | 10 | 27,8 |
| Ukupno | 36 | 100 |

Tablica 49. Hi-kvadrat test - Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „lice“ (T_DO_STIL)

| T_DO_STIL | | |
|-----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 1,167 | 2 | ,558 |

Za varijablu procjene metode stilizacije znaka tenisice koji ispitanici rangiraju kao drugi po preferenciji, utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stila ($\chi^2=1.17$; $df=2$; $p>.05$).

Tablica 50. Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „mačke“ (M_NP_KOM)

| M_NP_KOM | | |
|--------------------|-----------|------------|
| Stupanj složenosti | N(f) | % |
| Visoki | 11 | 31,4 |
| Srednji | 5 | 14,3 |
| Niski | 19 | 54,3 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 51. Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „mačka“ (M_NP_KOM)

| M_NP_KOM | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 8,457 | 2 | ,015 |

Za varijablu procjene stupnja vizualne složenosti za reprezentaciju pojma „mačka“ koje ispitanici najmanje preferiraju, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stupnja složenosti ($\chi^2=8.46$; $df=2$; $p<.05$). Ispitanici najčešće odabiru uzorke s niskim stupnjem vizualne složenosti.

Tablica 52. Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „mačka“ (M_NP_STIL)

| M_NP_STIL | | |
|---------------|-----------|------------|
| Stilizacija | N(f) | % |
| Slobodna | 6 | 17,1 |
| Realistična | 9 | 25,7 |
| Geometrijska | 20 | 57,1 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 53. Hi-kvadrat test - Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „mačka“ (M_NP_STIL)

| M_NP_STIL | | |
|-----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 9,314 | 2 | ,009 |

Za varijablu procjene Metode stilizacije znakova mačke koje ispitanici najmanje preferiraju, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog

stila ($\chi^2=9.31$; $df=2$; $p<.01$). Geometrijska stilizacija reprezentacije mačke predstavlja najčešći odabir ispitanika za ovu varijablu.

Tablica 54. Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „lice“ (L_NP_KOM)

| L_NP_KOM | | |
|--------------------|-----------|------------|
| Stupanj složenosti | N(f) | % |
| Visoki | 15 | 42,9 |
| Srednji | 8 | 22,9 |
| Niski | 12 | 34,3 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 55. Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „lice“ (L_NP_KOM)

| L_NP_KOM | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 2,114 | 2 | ,347 |

Za varijablu procjene stupnja vizualne složenosti za reprezentaciju pojma „lice“ koje ispitanici najmanje preferiraju utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stupnja vizualne složenosti ($\chi^2=2.11$; $df=2$; $p>.05$).

Tablica 56. Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „lice“ (L_NP_STIL)

| L_NP_STIL | | |
|---------------|-----------|------------|
| Stilizacija | N(f) | % |
| Slobodna | 19 | 54,3 |
| Realistična | 4 | 11,4 |
| Geometrijska | 12 | 34,3 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 57. Hi-kvadrat test - Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „lice“ (L_NP_STIL)

| L_NP_STIL | | |
|-----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 9,657 | 2 | ,008 |

Za varijablu procjene metode stilizacije znakova lica koje ispitanici najmanje preferiraju, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stila ($\chi^2=9.66$; $df=2$; $p<.01$). Za ovu varijablu ispitanici najčešće odabiru znakove izvedene slobodnom metodom stilizacije.

Tablica 58. Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „tenisica“ (T_NP_KOM)

| T_NP_KOM | | |
|--------------------|-----------|------------|
| Stupanj složenosti | N(f) | % |
| Visoki | 4 | 11,4 |
| Srednji | 11 | 31,4 |
| Niski | 20 | 57,1 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 59. Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „tenisica“ (T_NP_KOM)

| T_NP_KOM | | |
|----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 11,029 | 2 | ,004 |

Za varijablu procjene stupnja linijske složenosti za reprezentaciju pojma „tenisica“ koje ispitanici najmanje preferiraju, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stupnja složenosti ($\chi^2=11.03$; $df=2$; $p<.01$). Ispitanici najčešće odabiru uzorke s niskim stupnjem vizualne složenosti.

Tablica 60. Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „tenisica“ (T_NP_STIL)

| T_NP_STIL | | |
|---------------|-----------|------------|
| Stilizacija | N(f) | % |
| Slobodna | 10 | 28,6 |
| Realistična | 5 | 14,3 |
| Geometrijska | 20 | 57,1 |
| Ukupno | 35 | 100 |

Tablica 61. Hi-kvadrat test - Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „tenisica“ (T_NP_STIL)

| T_NP_STIL | | |
|-----------|----|------|
| χ^2 | df | p |
| 10,000 | 2 | ,007 |

Za varijablu procjene metode stilizacije znakova tenisice koje ispitanici najmanje preferiraju, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika između frekvencija odabira uzoraka pojedinog stila ($\chi^2=10.00$; $df=2$; $p<.01$). Za ovu varijablu ispitanici najčešće odabiru znakove izvedene geometrijskom stilizacijom.

Tablica 62. Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za prve odabire reprezentacija triju pojmova, ovisno o stupnju vizualne složenosti

| Spearmanov koeficijent korelacije | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|
| Varijabla | | M_PO_KOM | L_PO_KOM | T_PO_KOM |
| M_PO_KOM | Koeficijent | 1,000 | ,333 | ,159 |
| | Sig. (2-tailed) | . | ,051 | ,355 |
| | N | 36 | 35 | 36 |
| L_PO_KOM | Koeficijent | ,333 | 1,000 | ,261 |
| | Sig. (2-tailed) | ,051 | . | ,129 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| T_PO_KOM | Koeficijent | ,159 | ,261 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,355 | ,129 | . |
| | N | 36 | 35 | 36 |

Tablica 63. Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za prve odabire reprezentacija triju pojmova, ovisno o metodi stilizacije

| Spearmanov koeficijent korelacije | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Varijabla | | M_PO_STIL | L_PO_STIL | T_PO_STIL |
| M_PO_STIL | Koeficijent | 1,000 | ,128 | -,212 |
| | Sig. (2-tailed) | . | ,462 | ,215 |
| | N | 36 | 35 | 36 |
| L_PO_STIL | Koeficijent | ,128 | 1,000 | ,091 |
| | Sig. (2-tailed) | ,462 | . | ,604 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| T_PO_STIL | Koeficijent | -,212 | ,091 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,215 | ,604 | . |
| | N | 36 | 35 | 36 |

Tablica 64. Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za druge odabire reprezentacija triju pojmova, ovisno o stupnju vizualne složenosti

| Spearmanov koeficijent korelacije | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|
| Varijabla | | M_DO_KOM | L_DO_KOM | T_DO_KOM |
| M_DO_KOM | Koeficijent | 1,000 | ,136 | ,114 |
| | Sig. (2-tailed) | . | ,436 | ,509 |
| | N | 36 | 35 | 36 |
| L_DO_KOM | Koeficijent | ,136 | 1,000 | -,254 |
| | Sig. (2-tailed) | ,436 | . | ,141 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| T_DO_KOM | Koeficijent | ,114 | -,254 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,509 | ,141 | . |
| | N | 36 | 35 | 36 |

Tablica 65. Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za druge odabire reprezentacija triju pojmova, ovisno o metodi stilizacije

| Spearmanov koeficijent korelacije | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Varijabla | | M_DO_STIL | L_DO_STIL | T_DO_STIL |
| M_DO_STIL | Koeficijent | 1,000 | -,127 | ,187 |
| | Sig. (2-tailed) | . | ,467 | ,275 |
| | N | 36 | 35 | 36 |
| L_DO_STIL | Koeficijent | -,127 | 1,000 | -,189 |
| | Sig. (2-tailed) | ,467 | . | ,277 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| T_DO_STIL | Koeficijent | ,187 | -,189 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,275 | ,277 | . |
| | N | 36 | 35 | 36 |

Tablica 66. Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za najmanju preferenciju reprezentacija triju pojmova, ovisno o stupnju vizualne složenosti

| Spearmanov koeficijent korelacije | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|
| Varijabla | | M_NP_KOM | L_NP_KOM | T_NP_KOM |
| M_NP_KOM | Koeficijent | 1,000 | ,142 | ,303 |
| | Sig. (2-tailed) | . | ,417 | ,077 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| L_NP_KOM | Koeficijent | ,142 | 1,000 | ,179 |
| | Sig. (2-tailed) | ,417 | . | ,304 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| T_NP_KOM | Koeficijent | ,303 | ,179 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,077 | ,304 | . |
| | N | 35 | 35 | 35 |

Tablica 67. Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za najmanju preferenciju reprezentacija triju pojmova, ovisno o metodi stilizacije

| Spearmanov koeficijent korelacije | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Varijabla | | M_NP_STIL | L_NP_STIL | T_NP_STIL |
| M_NP_STIL | Koeficijent | 1,000 | -,130 | -,022 |
| | Sig. (2-tailed) | . | ,457 | ,899 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| L_NP_STIL | Koeficijent | -,130 | 1,000 | ,329 |
| | Sig. (2-tailed) | ,457 | . | ,053 |
| | N | 35 | 35 | 35 |
| T_NP_STIL | Koeficijent | -,022 | ,329 | 1,000 |
| | Sig. (2-tailed) | ,899 | ,053 | . |
| | N | 35 | 35 | 36 |

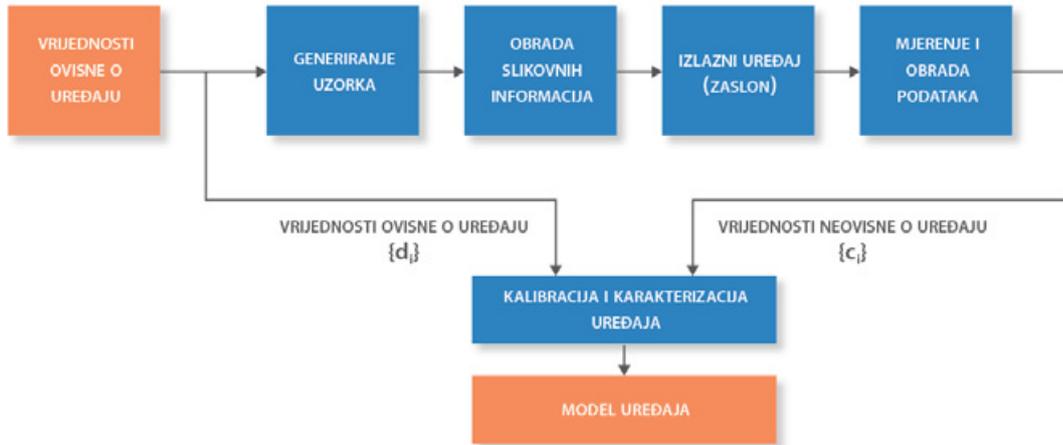
Na temelju izračunatih Spearmanovih koeficijenata korelacija utvrđeno je da postoji sličnost, odnosno statistički značajna povezanost u procjenama vizualne složenosti za pojam „mačka“ i „lice“ koje ispitanici najviše preferiraju ($r = .33$; $p = .05$). Također je ustanovljeno da postoji statistički značajna povezanost između metode stilizacije reprezentacije lica i metode stilizacije reprezentacije tenisica koje ispitanici najmanje preferiraju ($r = .33$; $p = .05$).

Dakle, ispitanici koji najviše preferiraju znakove mačke visoke linijske složenosti, češće preferiraju i visoko kompleksne reprezentacije lica. Oni ispitanici koji najmanje preferiraju geometrijsku stilizaciju reprezentacije lica, češće odabiru i geometrijsku stilizaciju reprezentacije tenisica kao one koje najmanje preferiraju. Za ostale povezanosti nije utvrđena statistička značajnost ($p > .05$).

7. Upotreba metoda kolorimetrijske karakterizacije za određivanje reprodukcijских karakteristika standardnog zaslona pokretnog uređaja

Na tržištu povezanom s reprodukcijom slikovnog sadržaja dostupan je izrazito velik broj uređaja različitih karakteristika i značajnih razlika u načinu na koji interpretiraju vezu između ulaznih i optičkih (izlaznih) signala. Funkcija zaslona jest rekonstrukcija signala koji bi bio generiran interakcijom izvora svjetlosti i objekata u okolini, odnosno proizvodnja identičnog ili sličnog uzorka svjetlosti u mrežnici promatrača prigodom promatranja zaslona [119]. Rekonstrukcija signala, odnosno reprodukcija slikovnog elementa na zaslonu postiže se pomoću niza pravilno raspoređenih emisijskih jedinica, tj. slikovnih elemenata. Kako bi zaslon bio u mogućnosti simulirati znatan dio vidljivog spektra, svaki slikovni element sastoji se od minimalno triju komponenata - primara koji emitiraju svjetlost u crvenom (R), zelenom (G) i plavom (B) dijelu spektra. Zbog načela metamerizma, opisanog u 4. poglavlju ovog rada, aditivnom sintezom navedenih primara omogućena je reprodukcija različitih tonova vidljivog dijela spektra. Opseg boja, odnosno gamut koji je moguće reproducirati, određen je maksimalnim zasićenjem i intenzitetom primara. Većina zaslona u mogućnosti je prikazati značajno manji opseg u odnosu na vidljivi dio spektra, no konstantnim razvojem i uvođenjem novih tehnologija nastoji se proširiti gamut uporabom primara većeg zasićenja i uporabom više od triju primara.

Cilj kolorimetrijske karakterizacije zaslona jest definirati transformaciju između digitalnog prostora boja uređaja i referentnog prostora boja, nezavisnog od uređaja, koji opisuje percepciju boje. Ovu transformaciju moguće je definirati u dva smjera: kao karakterizacijsku transformaciju usmjerenu naprijed i kao povratnu karakterizacijsku transformaciju [169]. U slučaju izlaznih uređaja karakterizacijska transformacija usmjerena naprijed namijenjena je definiciji povezanosti između ulaznih vrijednosti boja, obično definiranih korištenjem RGB prostora boja, i vrijednosti njihova prikaza na uređaju, definiranih u prostoru boja neovisnom o uređaju, poput CIEXYZ, dok obrnuti proces predstavlja namjenu povratne karakterizacijske transformacije. U okviru ovog eksperimenta metode kolorimetrijske karakterizacije bit će rabljene radi definiranja karakterizacijskih transformacija usmjerenih naprijed.



Slika 29. Proces određivanja karakterizacijske funkcije usmjerene naprijed za izlazne uređaje
Izvor: Balasubramanian, 2002.

7.2 Tehnologije zaslona u pokretnim uređajima

Razvoj ravnih zaslona (*flat panel display*, FPD) predstavlja jedan od glavnih čimbenika koji su imali utjecaj na prenosivost uređaja s dinamičkim zaslonom, kao i na rastuću popularnost uređaja čiju glavnu interakcijsku poveznicu s korisnikom čini upravo zaslon. U početku razvoja pokretnih uređaja zaslone su bili ograničeni na monokromatsku reprodukciju i mogućnost prikaza jednog ili nekoliko redaka slovnih znakova, kako bi u današnje doba zaslone koji se ugrađuju u „pametne“ telefone i tablet-računala svojim karakteristikama dostigli, a u nekim slučajevima i premašili karakteristike zaslona kojima se koristimo u televizorima ili zaslonima stolnih i prijenosnih računala.

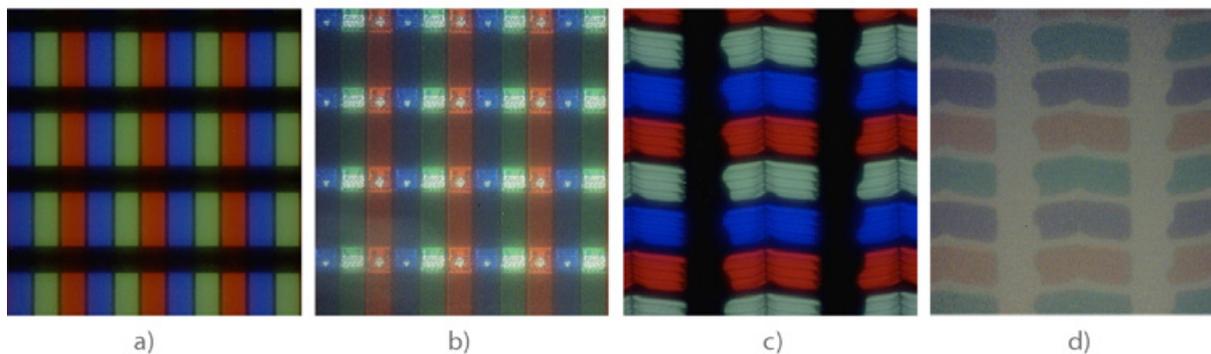
Ravne zaslone koji se trenutno upotrebljavaju u suvremenim pokretnim uređajima moguće je podijeliti u dvije osnovne skupine: transmisijske (neemisijske) i emisijske. Najzastupljeniju tehnologiju transmisijskih ravnih zaslona u suvremenim pokretnim uređajima predstavljaju različite varijante zaslona s tekućim kristalima (*Liquid Crystal Display*, LCD), dok se emisijski zaslone temelje na tehnologiji organskih svijetlećih-emitirajućih dioda (*Organic Light-Emitting Diode*, OLED).

7.2.1 LCD zasloni

Rad LCD zaslona utemeljen je na optičkim svojstvima tekućih kristala, tj. dovođenjem vanjskog električnog polja mijenja se orijentacija kristala koja utječe na polarizaciju svjetlosti. LCD zaslon sastoji se od dvaju ortogonalno postavljenih linearnih polarizatora između kojih se nalazi materijal s molekulama tekućih kristala (LC). Na osnovi RGB ulaznih vrijednosti kontrolira električno polje koje djeluje na sloj s tekućim kristalima na razini pojedinačnih segmenata slikovnog elementa te se na taj način određuju intenziteti emisije crvene, zelene i plave svjetlosti koje zaslon emitira. Raspon boja koje je moguće reproducirati na LCD zaslonu ovisan je o spektru pozadinskog osvjetljenja te optičkih svojstava tekućih kristala i filtera boja.

U slučaju suvremenih pokretnih uređaja izvor pozadinskog osvjetljenja predstavlja pravilan niz svijetlećih dioda (*light emitting diode*, LED) pozicioniranih uz jedan ili više rubova zaslona, što omogućuje konstrukciju izrazito tankih zaslona, koji mogu doprinijeti smanjenju ukupne debljine pokretnih uređaja. Svjetlo iz LED diode prolazi kroz difuzor i stražnji polarizator te dolazi u interakciju s tekućim kristalima. Ovisno o orijentaciji, LC molekule će ili prouzročiti kut polarizacije snopa svjetlosti za 90° i omogućiti njezin prolazak kroz prednji polarizator i jednim od R, G ili B filtera rezultirajući aktivnim slikovnim elementom, ili neće utjecati na svjetlosni snop koji će potom biti blokiran pomoću prednjeg polarizatora, rezultirajući neaktivnim slikovnim elementom. Prednji polarizator nije u mogućnost potpuno blokirati svjetlosni snop, zbog čega ugašeni slikovni elementi LCD zaslona propuštaju određenu količinu svjetlosti. U LC sloju razvijene su različite konfiguracije molekula i metode promjene njihove orijentacije pod djelovanjem upravljačkog napona. Tako razlikujemo TN (*Twisted Nematic*), IPS (*In-Plane Switching*), VA (*Vertical Alignment*) i PVA (*Patterned Vertical Alignment*) tehnologije LCD zaslona. Dvije najzastupljenije tehnologije LCD zaslona koji se rabe u suvremenim pokretnim uređajima jesu TN i IPS.

Zbog niske cijene proizvodnje i kratkog vremena odziva TN predstavlja trenutno najzastupljeniju LCD tehnologiju na tržištu računalnih zaslona [119]. Sloj sa zakrivljenim LC molekulama nalazi se između dviju prozirnih elektroda koje su fiksirane na prozirnu podlogu. S vanjske strane podloge nalaze se polarizatori. Promjenom veličine upravljačkog napona mijenja se orijentacija molekula, a sukladno tome i količina svjetlosti koja prolazi kroz drugi polarizator.



Slika 30. Mikroskopski prikaz konstrukcije slikovnih elemenata TN i LCD tehnologije: a) aktivni i b) neaktivni primari TN LCD zaslona (iPhone 3GS), c) aktivni i d) neaktivni primari IPS LCD zaslona (Nexus 7)

TN LCD zaslone posjeduju mnoga ograničenja u kvaliteti reprodukcije, poput opsega boja koje je moguće reproducirati, omjera kontrasta i kuta gledanja. U kontekstu upotrebe u pokretnim uređajima kut gledanja predstavlja najveći nedostatak TN zaslona. Zbog orijentacije molekula u sloju s tekućim kristalima, dolazi do značajnih razlika u reprodukciji boja, ovisno o stupnju i smjeru kuta površine zaslona u odnosu na promatrača. Kod velikih kutova u odnosu na okomicu moguća je i pojava inverzije sivih tonova [119].

Razvojem IPS LCD zaslona nastojala su se riješiti glavna ograničenja TN LCD zaslona, poput ograničenja u kutu promatranja i mogućeg opsega reprodukcije boja. Dugačke, cilindrične LC molekule u IPS zaslonima orijentirane su paralelno u odnosu na podlogu, neovisno o utjecaju električnog polja. Obje elektrode smještene su na sloj orijentiran prema ulazu svjetlosnoga snopa. Molekule se rotiraju unutar ravnine paralelno s podlogom, ovisno o jakosti električnog polja koje prolazi kroz LC sloj i na taj način zakrivljuju kut polarizacije svjetlosnog snopa koji prolazi kroz sloj s molekulama. Ova konfiguracija omogućuje preciznu i konzistentnu reprodukciju boja iz različitih kutova gledanja. To je ujedno i glavni razlog njihove rastuće zastupljenosti u pokretnim uređajima.

7.2.2 OLED i AMOLED zaslone

OLED zaslone stvaraju vidljivo svjetlo kada kroz njih prolazi električna struja. Emisija svjetla događa se pri rekombinaciji para elektron-šupljina. Efikasnost OLED-a povećava se uporabom slojeva tankih organskih filmova amorfne strukture. S obzirom na vrlo nisku provodljivost

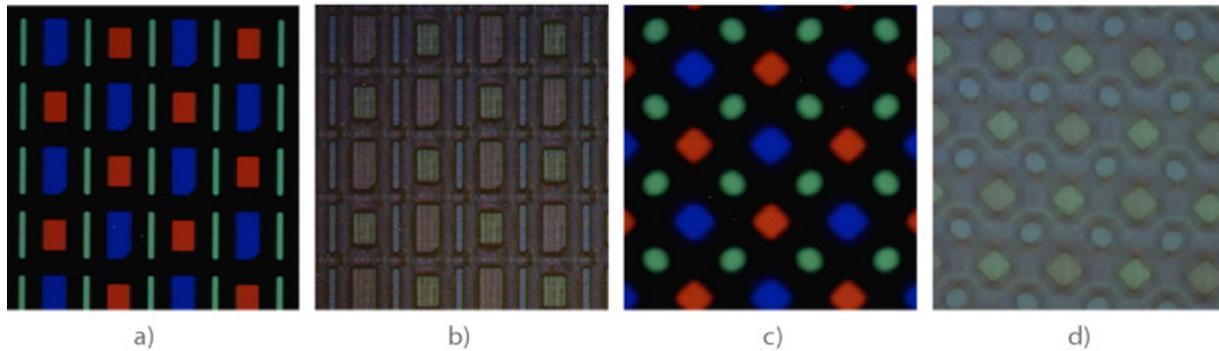
amorfnih organskih materijala nužna je upotreba izrazito tankih filmova, ukupne debljine između 100 i 200 nm, kako bi se pogonski napon reducirao na razumnu vrijednost [170]. Iako proizvodnja navedenih filmova predstavlja značajan izazov, danas su OLED i AMOLED zasloni u komercijalnoj upotrebi, s najučestalijom primjenom upravo u segmentu pokretnih uređaja, ali i s naznakama šire primjene na zaslone većih formata, poput televizora i računalnih zaslona.

Emisijski segmenti slikovnih elementa OLED zaslona ponašaju se blisko Lambertovim izvorima svjetla, što rezultira boljim performansama kod promatranja zaslona iz različitih kutova u odnosu na LCD zaslone. Za razliku od LCD zaslona, kod reprodukcije vrijednosti čiste crne boje ($R=0$, $G=0$, $B=0$), emisijski elementi OLED zaslona neaktivni su i ne emitiraju svjetlost, tj. u potpunosti su tamni (ukoliko se ignorira reflektirana svjetlost okoline).

U suvremene pokretne uređaje ugrađuju se OLED zasloni s aktivnom matricom (*Active Matrix Organic Light Emitting Diode*, AMOLED). S obzirom da OLED zasloni nemaju potrebu za pozadinskim osvjetljenjem, moguće je postići konstrukcije tanjih dimenzija u usporedbi s LCD tehnologijom zaslona, što primjenu ove tehnologije unutar suvremenih pokretnih uređaja čini izrazito privlačnom s obzirom na trend razvoja što tanjih uređaja. Mala potrošnja energije, široki kut gledanja i brzo vrijeme odziva predstavljaju veliku prednost OLED-a.

Suvremeni AMOLED zasloni često se koriste primarima koji imaju veće zasićenje u usporedbi s primarima CRT ili LCD tehnologije te mogu rabiti različite konfiguracije slikovnih elemenata, odnosno njihov raspored unutar matrice zaslona. Iako raspored primara može sačinjavati kvadrat podijeljen na tri R, G, B, pravokutna elementa, često su zastupljene i tzv. „PenTile“ matrice, koje se koriste RG-BG rasporedom primara. Sličan raspored segmenata slikovnih elemenata prisutan je i kod Bayer filtera na CCD čipovima upotrebljavanima u digitalnim fotoaparatom i kamerama.

U kontekstu primjene u pokretnim uređajima OLED zasloni u odnosu na LCD tehnologije imaju značajne prednosti, poput tanje konstrukcije i veće postojanosti reprodukcije prigodom promjene kuta gledanja. Ograničenja OLED tehnologije očitiju se prvenstveno u degradaciji materijala zbog visokih temperatura i luminacije te u različitom životnom vijeku primara, s naglaskom na plave primare, što uzrokuje pomak u reprodukciji boja.



Slika 31. Mikroskopski prikaz različitih konfiguracija primara u PenTile AMOLED zaslonima: a) aktivni i b) neaktivni primari zaslona uređaja Samsung Galaxy S, c) aktivni i d) neaktivni primari zaslona uređaja Samsung Galaxy S4

7.3 Prostori boja

Prostor boja predstavlja apstraktni matematički model, tj. sistematski način uređivanja boja. Moguće ih je podijeliti na ovisne o uređaju (*device dependent*) i neovisne o uređaju (*device independent*). Vrijednosti u prostorima ovisnima o uređaju povezane su s kromatskim karakteristikama primara određenog reprodukcijskog sustava. U prostorima boja neovisnima o uređaju vrijednosti su definirane na temelju percepcije standardnog promatrača. Kao posljedica višestoljetnog istraživanja boja i njihova utjecaja na ljudsku percepciju razvijeni su mnogi prostori boja, od kojih će se detaljnije opisati oni koji su bitni za provođenje eksperimenata u ovom radu.

7.3.1 RGB

RGB je najzastupljeniji prostor boja ovisan o uređaju. Model je prostorno definiran u obliku kocke čije x,y,z osi predstavljaju vrijednosti 3 aditivna primara, odnosno crvene (R), zelene (G) i plave (B). Svaka boja unutar ovog prostora definirana je pomoću R,G,B vrijednosti od kojih je svaka opisana s 8-bitova, odnosno 256 vrijednosti (0-255), čime je ukupno moguće dobiti 16.777.216 različitih vrijednosti. S obzirom da je RGB model prvenstveno usmjeren na definiciju vrijednosti ulaznih signala uređaja, nedostatak atributa utemeljenih na ljudskoj percepciji čine ga teškim za uporabu u svrhu ručnog određivanja boja, u usporedbi s „pseudo-

perceptivnim“ modelima deriviranim iz RGB modela, poput HSV (*hue, saturation, value*) i HSL (*hue, saturation, lightness*).

7.3.2 HSL

HSL (*hue, saturation, lightness*) prostor boja predstavlja deformaciju RGB kocke. Iako se HSL, u usporedbi s RGB prostorom, bolje podudara s ljudskom percepciji boja, ne predstavlja perceptualno ujednačen prostor. Najčešća projekcija HSL u formi je dvostrukog stošca s vertikalnom L osi (svjetlina), no rabljena je i projekcija u formi valjka. Vrijednost zasićenja (S) određena je udaljenošću od L osi, dok kut u horizontalnoj ravnini određuje ton boje (H). Najzasićenije boje imaju vrijednost svjetline u iznosu 0,5. Za izračun HSL vrijednosti iz RGB vrijednosti potrebno je napraviti konverziju RGB u vrijednosti u raspon 0-1:

$$R' = \frac{R}{255} \quad (1)$$

$$G' = \frac{G}{255} \quad (2)$$

$$B' = \frac{B}{255} \quad (3)$$

Zatim se ustanovljava minimum (min) i maksimum (max) između konvertiranih R',G',B' vrijednosti za pojedinu boju. Vrijednosti za luminaciju i zasićenost izračunavaju se pomoću izraza:

$$L = \frac{\min + \max}{2} \quad (4)$$

$$S = \begin{cases} 0 & \max - \min = 0 \\ \frac{\max - \min}{1 - |2L - 1|} & \max - \min <> 0 \end{cases} \quad (5)$$

Izračun vrijednosti tona (H) ovisan je o R',G',B' vrijednosti koje predstavlja maksimum:

$$H = \begin{cases} 60^\circ \left(\frac{G' - B'}{\max - \min} \text{mod} 6 \right) & \max = R' \\ 60^\circ \left(\frac{B' - R'}{\max - \min} + 2 \right) & \max = G' \\ 60^\circ \left(\frac{R' - G'}{\max - \min} + 4 \right) & \max = B' \end{cases} \quad (6)$$

7.3.3 CIE 1931

CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*) organizacija je „posvećena svjetskoj suradnji i razmjeni informacija u području znanosti i umjetnosti svjetla i osvjetljavanja, boje i percepcije te tehnologije slikovnog prikaza“ [171]. Prvi objektivni prostor boja razvijen pod okriljem CIE 1931 jest CIE XYZ. Boje unutar ovog prostora utemeljene su na CIE standardnom promatraču i definirane su X, Y, Z tristimulusnim vrijednostima. Radi vizualnog prikaza ove vrijednosti najčešće se transformiraju u CIE xyY prostor boja i prikazuju unutar CIE xy dijagrama kromatičnosti. Unutar tog prostora boje su definirane koordinatama x, y, Y, gdje Y parametar predstavlja luminaciju boje, dok je kromatičnost boje određena x i y vrijednostima, izračunatima iz standardnih tristimulusnih X, Y, Z vrijednosti:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad (7)$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad (8)$$

S obzirom da je $z=1-x-y$ obično se ne prikazuje. Prostor xyY nije perceptualno uniforman. Nastojanja u postizanju perceptualne uniformnosti rezultirala su razvojem CIE 1960, CIE 1964 i CIE 1976 prostora boja.

7.3.4 CIE 1976 L*a* b*

CIELAB predstavlja prostor boja deriviran iz CIE 1931 prostora. L os predstavlja svjetlinu, dok a i b osi predstavljaju dimenzije boja utemeljene na teoriji suprotnih procesa (+a – crvena, -a – zelena, +b – žuta, -b – plava). Za izračun koordinata L*,a*,b* potrebno je definirati referentnu bijelu točku. Vrijednosti koordinata CIELAB prostora moguće je izračunati pomoću sljedećih transformacija tristimulusnih X,Y,Z vrijednosti:

$$L^* = 116f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} - 16 \quad (9)$$

$$a^* = 500 \left[f\left(\frac{X}{X_n}\right)^{\frac{1}{3}} - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} \right] \quad (10)$$

$$b^* = 200 \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{\frac{1}{3}} \right] \quad (11)$$

$$f(t) = \begin{cases} t^{\frac{1}{3}} & t > \left(\frac{6}{29}\right)^3 \\ \frac{1}{3}\left(\frac{6}{29}\right)^2 t + \frac{4}{29} & t \leq \left(\frac{6}{29}\right)^3 \end{cases} \quad (12)$$

X_n, Y_n, Z_n vrijednosti ovdje predstavljaju referentne bijele točke.

7.3.5 Standard RGB (sRGB)

Prema IEC 61966-2-1 normi [172], sRGB predstavlja standardni prostor boja za reprodukciju multimedijских sadržaja na zaslonima. Nastao je 1996. kao plod zajedničke suradnje Helwett-Packarda i Microsofta u nastojanju da se definira standardni prostor boja neovisno o uređaju, prvenstveno usmjerenog na optimizaciju reprodukcije na standardnim računalnim zaslonima, ali koji bi služio i za širok raspon ostalih uređaja, poput fotoaparata, kamera, skenera i pisača

[19], za primjene kada nije moguće napraviti profil monitora. Osnovna motivacija za stvaranje ovakvog standarda bila je pojednostavljenje upravljanja bojom (*color management*) prosječnom korisniku i specifikacija parametara prema kojima bi ih proizvođači upotrebljavali prigodom proizvodnje ulaznih i izlaznih uređaja namijenjenih tom sektoru [19]. sRGB je ubrzo nakon predstavljanja prihvaćen kao norma za prikaz sadržaja na internetu od W3C-a i u uporabi je još i danas kao standardni prostor boja za reprodukciju na računalnim zaslonima.

Zaslone s tehnologijom katodne cijevi (*cathode ray tube*, CRT), koji su sredinom 90-tih godina prošlog stoljeća predstavljali sveprisutni način reprodukcije računalne grafike i televizijskog sadržaja, rabljeni su kao referentna tehnologija za određivanje osnovnih značajki sRGB standarda. Radi specifikacije „standardnog“ CRT zaslona i uvjeta promatranja, Stokes et al [19] preuzeli su određene parametre iz postojećih normi. Tako su vrijednosti kromatičnosti primara, apsolutna razina luminacije u količini od 80 cd/m² i D65 kao referentna bijela točka preuzete iz norme ITU-R BT.709-3[172]. Gama vrijednost određena je približno i iznosi $\approx 2,2$, a sastoji se od linearnog segmenta u području izrazito niskog intenziteta ($\gamma=0$) i nelinearnog segmenta u ostalim dijelovima ($\gamma=2,4$).

Tablica 68. Koordinate kromatičnosti triju primara rabljenih u sRGB specifikaciji, preuzete iz norme ITU-R BT.709-3

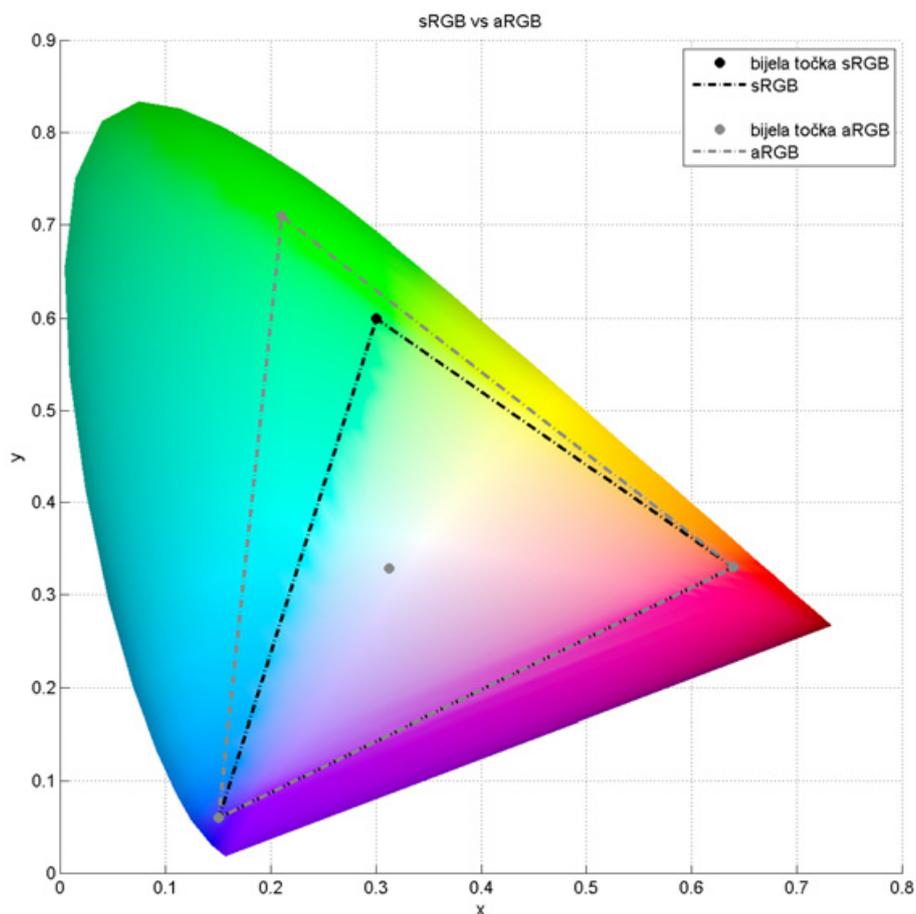
| | x | y | z |
|----------|------|------|------|
| R | 0,64 | 0,33 | 0,03 |
| G | 0,30 | 0,60 | 0,10 |
| B | 0,15 | 0,06 | 0,79 |

RGB tristimulusne vrijednosti u sRGB prostoru moguće je izračunati iz CIE XYZ vrijednosti uporabom transformacijske matrice:

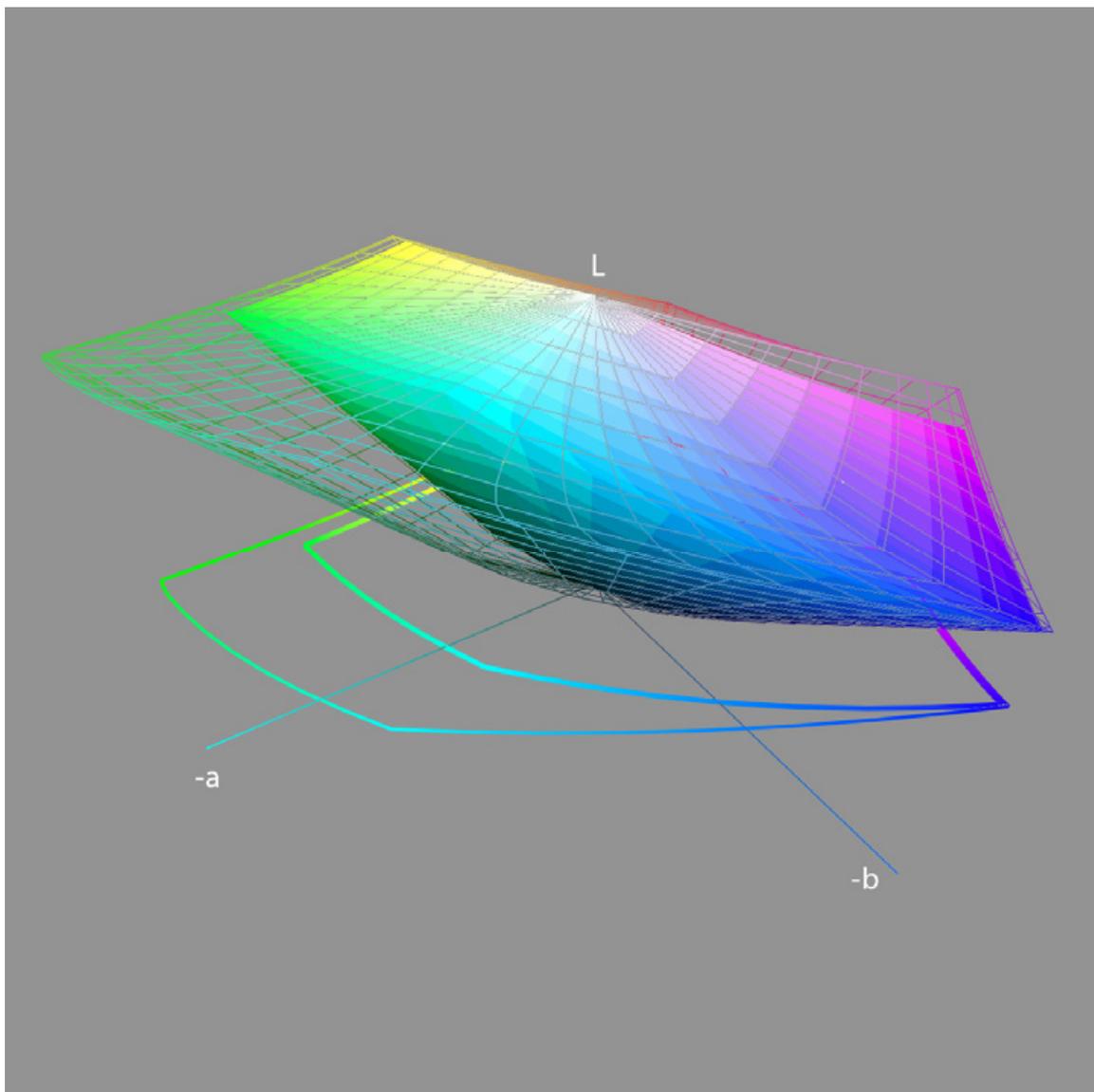
$$\begin{bmatrix} R_{sRGB} \\ G_{sRGB} \\ B_{sRGB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,2410 & -1,5374 & -0,4986 \\ -0,9692 & 1,8760 & 0,0416 \\ 0,0556 & -0,2040 & 1,0570 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (13)$$

S obzirom na definirane vrijednosti kromaciteta, sRGB prostorom obuhvaćeno je tek 35,9% ukupnog volumena CIELAB prostora boja, što predstavlja znatno manji opseg u odnosu na neke druge standardne prostore, poput Adobe RGB (aRGB) kojim je obuhvaćeno 52,1%

CIELAB prostora boja (Slika 32, Slika 33). Ovo rezultira značajnim ograničenjima u reprodukciji određenih tonova korištenjem sRGB prostora, osobito u zelenom i zelenoplavom području.



Slika 32. Usporedba sRGB i aRGB gamuta unutar CIE1931 xy dijagrama kromatičnosti



Slika 33. Simulacija trodimenzionalnog prikaza usporedbe sRGB i aRGB gamuta unutar CIELAB prostora boja izrađenog pomoću programa CHROMiX ColorThink (volumen aRGB označen je konturnim linijama)

7.4 ICC profil

ICC profil je datoteka standardiziranog zapisa i podatkovne strukture kojim se opisuje ponašanje nekog uređaja. U njemu su sadržane poveznice između ulaznih vrijednosti ovisnih o uređaju i vrijednosti referentnog prostora boja neovisnog o uređaju. Uporaba ICC profila neizostavno je u suvremenom procesu upravljanja bojama (*color management*). Za sustave koji podržavaju uporabu ICC profila moguće je izraditi profile za izlazne i ulazne uređaje

provedbom karakterizacije. *International Color Consortium* pruža smjernice za stvaranje i uporabu podatkovne strukture profila, no ne određuje model karakterizacije.

7.5 Modeli karakterizacije izlaznih uređaja

Prema Greenu [173], tri su osnovna pristupa generiranja modela uređaja:

1. fizikalni modeli - uključuju razne fizikalne značajke uređaja
2. numerički modeli – pristup se temelji na definiranju serije koeficijenata iz poznatih uzoraka, bez prethodnih pretpostavki fizikalnog ponašanja uređaja ili medija
3. Look-up tablice – sadrže određeni broj RGB vrijednosti povezanih s XYZ vrijednostima, dok su međuvrijednosti dobivene interpolacijom

Ciljevi karakterizacije uređaja jesu: preciznost, vizualna prihvatljivost, jednostavnost izračuna, minimalan broj mjerenja, analitička invertibilnost.

Dva osnovna pristupa derivacije karakterizacijske funkcije izlaznih uređaja, empirijska (numerički modeli) i ona koja je utemeljena na fizikalnom modelu (fizikalni modeli) [169], razlikuju se u broju potrebnih uzoraka. Za uporabu modela kojim se opisuje fizikalni proces reprodukcije boja izlaznog uređaja potreban je manji broj mjerenih uzoraka u odnosu na numeričke modele karakterizacije, što ih čini praktičnijima s aspekta brzine provođenja karakterizacije i procesorskih zahtjeva prigodom obrade podataka. Kvaliteta karakterizacije pomoću modela određena je sposobnošću modela da precizno opiše ponašanje uređaja.

7.6 Fizikalni modeli karakterizacije

Zbog praktičnih razloga fizikalni modeli često se rabe u svrhu karakterizacije zaslona, jer je njihovom primjenom moguće postići zadovoljavajuće rezultate karakterizacije na osnovi malog broja izmjerenih uzoraka [169]. Neki modeli iz doba prevalencije CRT zaslona, poput po dijelovima linearnog modela koji podrazumijeva konstantnost kromatičnosti (*Piecewise Linear assuming Chromaticity Constancy*, PLCC), po dijelovima linearni modela koji podrazumijeva varijacije u kromatičnosti (*Piecewise Linear Model Assuming Variation in Chromacity*, PLVC) i modela temeljenih na gama krivulji, i danas se rabe za karakterizaciju novih tehnologija tankih zaslona. Iako ih se zbog malih zahtjeva za procesorskom snagom može upotrebljavati u

stvarnom vremenu, navedeni fizikalni modeli utemeljeni su na pretpostavkama proizašlima iz rezultata istraživanja CRT tehnologije, poput konstantnosti kromatičnosti ili nezavisnosti ulaznih kanala. Konstantnost kromatičnosti podrazumijeva da osnovni oblik krivulje spektralnog zračenja pojedinog primara ostaje nepromijenjen pri promjeni njezina intenziteta, dok nezavisnost kanala označava pretpostavku da intenzitet svjetlosti jednog fosfornog kanala ovisi isključivo o digitalnoj ulaznoj vrijednosti za navedeni kanal, odnosno da je neovisan o ulaznim vrijednostima ostalih kanala. Međutim, istraživanja provedena na novijim tehnologijama zaslona pokazuju da u nekim slučajevima ove pretpostavke nisu primjenjive na pojedine LCD i OLED tehnologije zaslona. Istraživanjima je uočeno da LCD zaslone pokazuju nedostatak konstantnosti kromatičnosti [174] te ne pokazuju idealnu nezavisnost kanala [175], dok je za pojedine konfiguracije AMOLED zaslona ova pretpostavka neprimjenjiva [176][20]. Zbog navedenih razloga, u kontekstu fizikalnih modela karakterizacije u ovom radu detaljnije će se proučavati jedino PLVC model, jer njegova primjena za karakterizaciju LCD zaslona daje bolje rezultate u usporedbi s PLCC modelom i modelima koji rabe gama funkciju [177].

7.6.1 PLVC

Po dijelovima linearni model koji podrazumijeva varijaciju kromatičnosti (*Piecewise Linear Model Assuming Variation in Chromacity*, PLVC), predstavljen je 1980., međutim sve do nedavno je rijetko rabljen za karakterizaciju s obzirom na to da, zbog konstantnosti kromatičnosti CRT zaslona, njegova primjena nije pružala prednosti u odnosu na PLCC model [178]. Zbog činjenice da pretpostavka konstantnosti kromatičnosti nije primjenjiva na suvremene LCD zaslone, zabilježen je porast upotrebe PLVC modela u nastojanjima za njihovom preciznijom karakterizacijom [177] [179]. Model je utemeljen na pretpostavci da je, poznavajući tristimulusne X, Y, Z vrijednosti za različite intenzitete pojedinih primara ($R_i, G_i, B_i, \dots, N_i, i \in [0, 255]$), moguće izračunati tristimulusne izlazne vrijednosti za određenu boju. U slučaju uređaja s tri primara R, G, B, gdje su ulazne vrijednosti primara opisane s 8-bitova, izlazne X, Y, Z vrijednosti moguće je izraziti na sljedeći način:

$$X(R, G, B) = [X(R) - X_k] + [X(G) - X_k] + [X(B) - X_k] + X_k \quad (14)$$

$$Y(R, G, B) = [Y(R) - Y_k] + [Y(G) - Y_k] + [Y(B) - Y_k] + Y_k \quad (15)$$

$$Z(R, G, B) = [Z(R) - Z_k] + [Z(G) - Z_k] + [Z(B) - Z_k] + Z_k \quad (16)$$

R, G, B su ulazne digitalne vrijednosti, dok X_k , Y_k i Z_k predstavljaju izmjerenu vrijednost crnog polja, odnosno RGB(0,0,0).

7.7 Numerički modeli karakterizacije

Za kreaciju numeričkog modela potrebno je najprije provesti kolorimetrijsko mjerenje kako bi se ustanovila veza između ulaznih vrijednosti uređaja i tristimulusnih vrijednosti za zadani skup boja. U slučaju zaslona, odnosno izlaznih uređaja, mjeri se reprodukcija testnih uzoraka poznatih R, G, B vrijednosti, odnosno ulaznih signala koji se šalju uređaju. S obzirom na to da je nerealno očekivati mjerenje uzoraka za sve ulazne vrijednosti u određenoj domeni (čiji broj u slučaju RGB prostora boja iznosi 16,777,216), kako bi se na osnovi skupa izmjerenih vrijednosti predvidjele izlazne vrijednosti za cijelu domenu, potrebno je primijeniti neki oblik metode prilagodbe ili interpolacije. Funkcije interpolacije ili prilagodbe usmjerene su na minimiziranje odstupanja, prema odabranom kriteriju, između vrijednosti predviđenih modelom i izlaznih vrijednosti uređaja za jednak ulazni signal. Što je manje odstupanje između navedenih dviju vrijednosti za cijeli raspon ulaznih vrijednosti, odabrana metoda karakterizacije uspješnije modelira navedeni uređaj. Uobičajeno je da se za proces numeričke karakterizacije empirijski podaci podijele na skup za izgradnju karakterizacijske transformacije (*training sample*) i skup za evaluaciju, odnosno verifikaciju preciznosti dobivene karakterizacijske transformacije, (*test sample*). U domeni numeričkih modela za kolorimetrijsku karakterizaciju izlaznih uređaja najviše se rabe različite metode regresije, umjetne neuronske mreže i splajn funkcije [169].

7.7.1 Polinomna regresija

Regresijski modeli karakterizacije u svojoj osnovi predstavljaju prilagodbu u smislu najmanjih kvadrata (eng. *least squares fitting*). Polinomna regresija predstavlja oblik linearne regresije u kojoj se odnos između jedne ili više nezavisnih varijabli i jedne ili više zavisnih varijabli modelira pomoću polinoma određenog reda. Za razliku od linearne regresije, cilj polinomne regresije jest modeliranje nelinearnih odnosa između zavisnih i nezavisnih varijabli. Poželjno je da red polinoma bude što niži kako bi se izbjeglo pretjerano prilagođavanje (*overfitting*) šumovima u podacima. Za potrebe kolorimetrijske karakterizacije uobičajena je uporaba polinoma drugog i trećeg reda [180].

U slučaju linearnih odnosa između ulaznih i izlaznih vrijednosti, karakterizaciju je moguće vršiti primjenom sljedećeg izraza:

$$[X \ Y \ Z] = [R \ G \ B] \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} \end{bmatrix} \quad (17)$$

gdje R,G,B predstavljaju ulazne, a X, Y, Z izmjerene izlazne vrijednosti, a a_{ij} koeficijente regresije. Pojednostavljeni oblik regresijskog modela definiran je kao:

$$C = D * A \quad (18)$$

gdje je C vektor izlaznih vrijednosti (*color*), D vektor ulaznih vrijednosti (*device*), a A matrica koeficijenata regresije. S obzirom na to da se za prilagodbu funkcije rabi metoda najmanjih kvadrata, matrica koeficijenata A izračunava se pomoću izraza:

$$\begin{aligned} A_M &= (D^T D)^{-1} D^T M \\ A_N &= (D^T D)^{-1} D^T N \\ A_E &= (D^T D)^{-1} D^T E \end{aligned} \quad (19)$$

gdje su M, N i E vektori za n izmjerenih vrijednosti X, Y i Z. U slučaju nelinearnog odnosa između ulaznih i izlaznih vrijednosti, primjenjuje se polinomna regresija višeg reda, koja je za polinom drugog reda definirana sljedećim izrazom:

$$[X \ Y \ Z] = [R \ G \ B \ R^2 \ G^2 \ B^2] \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} \\ a_{4,1} & a_{4,2} & a_{4,3} \\ a_{5,1} & a_{5,2} & a_{5,3} \\ a_{6,1} & a_{6,2} & a_{6,3} \end{bmatrix} \quad (20)$$

Međutim, u svrhu kolorimetrijske karakterizacije češće su rabljeni modeli koji se koriste međuproduktima [173], jer su se pokazali preciznijima zbog činjenice da modeliraju interakciju među kanalima [180]. U slučaju modela polinoma drugog reda s 10 članova, izraz postaje:

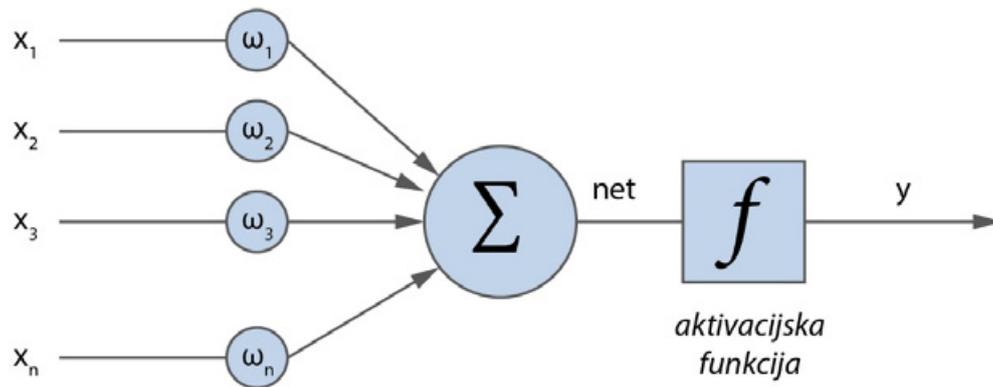
$$[X \ Y \ Z] = [1 \ R \ G \ B \ RG \ GB \ RB \ R^2 \ G^2 \ B^2] \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} \\ a_{4,1} & a_{4,2} & a_{4,3} \\ a_{5,1} & a_{5,2} & a_{5,3} \\ a_{6,1} & a_{6,2} & a_{6,3} \\ a_{7,1} & a_{7,2} & a_{7,3} \\ a_{8,1} & a_{8,2} & a_{8,3} \\ a_{9,1} & a_{9,2} & a_{9,3} \\ a_{10,1} & a_{10,1} & a_{10,1} \end{bmatrix} \quad (21)$$

Za potrebe provođenja karakterizacije polinomnom regresijom potrebno je odabrati broj uzoraka za izgradnju modela, odnosno derivaciju optimalne A matrice, koji je veći od broja članova polinoma. Regresijski modeli često su rabljeni za numeričku karakterizaciju zaslona [176][178][181].

7.7.2 Umjetne neuronske mreže

Umjetna neuronska mreža u širem smislu riječi predstavlja umjetnu repliku rada ljudskog centralnog živčanog sustava s ciljem simuliranja postupka učenja. U svojoj osnovi ona je skup

međusobno povezanih jednostavnih procesnih jedinica, umjetnih *neurona* (skrivenne jedinice), koji svojim funkcionalnim karakteristikama donekle podsjećaju na rad bioloških neurona. Obradbeno moć mreže pohranjena je u snazi međusobnih veza neurona, odnosno u težinskim koeficijentima, dobivenim postupkom prilagodbe, odnosno učenjem iz skupa uzoraka određenih za postupak treniranje mreže.



Slika 34. Model umjetnog neurona

Umjetni neuron unutar neuronske mreže (Slika 34) sastoji se od ulaznih signala x_n , kojima su dodijeljeni težinski koeficijenti ω_n , i tzv. prijenosne funkcije, odnosno aktivacijske funkcije, koje se primjenjuju na težinsku sumu ulaznih vrijednosti. Težinska suma često se naziva *net* ulazom, čime $f(\text{net})$ predstavlja aktivacijsku funkciju [182], koja je nelinearna funkcija te kada je primijenjena na *net* vrijednost, određuje izlaznu vrijednost danog neurona. Postoji nekoliko različitih oblika aktivacijskih funkcija: funkcija skoka ili praga (eng. Threshold Logic Unit), funkcija perceptrona i sigmoidalna funkcija, kojom se koristi većina trenutnih modela [182]. Najkorištenija sigmoidalna funkcija u modelima umjetnih neuronskih mreža jest logistička funkcija koja je definirana kao:

$$f(\text{net}) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (22)$$

Prednost uporabe sigmoidalne aktivacijske funkcije je, za razliku od linearnih i *threshold* funkcija, mogućnost predstavljanja nelinearnih odnosa ulaznih i izlaznih podataka. Uporaba sigmoidalne aktivacijske funkcije omogućuje i uporabu popularne metode učenja višeslojnih mreža upotrebom algoritma sa širenjem pogreške unazad, odnosno *backpropagation* algoritma.

Funkcionalnost neuronske mreže određena je brojem slojeva, brojem neurona po sloju, međusobnim poveznicama, odabirom transferne, odnosno aktivacijske funkcije i težinskim koeficijentima [169]. Zbog visokih zahtjeva obrade podataka uporaba umjetnih neuronskih mreža u svrhu kolorimetrijske karakterizacije nije zastupljena u jednakoj mjeri kao uporaba regresijskih metoda.

7.7.3 Poliharmonijske splajn funkcije

Poliharmonijske splajn funkcije predstavljaju podvrstu radijalnih osnovnih funkcija (*radial basis functions*, RBF) koje je moguće rabiti za interpolaciju ili aproksimaciju empirijskih podataka [183]. Postoji više radijalnih kernel funkcija, od kojih se u području kolorimetrijske karakterizacije najčešće upotrebljavaju tankoslojni splajnovi (*thin-plate spline*) koji predstavljaju podvrstu poliharmonijskih splajnova [178], [183], [184]. Splajn funkcija prolazi kroz svaku određenu točku ili neposredno pored njih, odnosno pored centara koji obično predstavljaju podatke kojima se funkcija prilagođava. Stoga je izraz „prilagodba“ u kontekstu splajnova potrebno shvatiti uvjetno. Radijalne osnovne funkcije dozvoljavaju uporabu sume više polinoma nižeg reda umjesto uporabe jednog polinoma visokog reda. Stoga je funkciju moguće izraziti kao:

$$f(x) = p(x) + \sum_{i=1}^n \omega_i \phi(\|x - x_i\|) \quad (23)$$

gdje je $p(x)$ polinom određenog reda, $\phi(r)$ radijalna osnovna funkcija, ω_i je težinski koeficijent, a $\|x - x_i\| = r$ predstavlja euklidsku razliku između lokacije za koju se procjenjuje vrijednost x_i i lokacije izmjerenih podataka x . Karakteristika radijalnih osnovnih funkcija jest da se njihov utjecaj jednolično smanjuje ili povećava s udaljenošću od točke za koju se procjenjuje vrijednost. Radijalna osnovna funkcija u slučaju poliharmonijskih splajnova definirana je na sljedeći način:

$$\begin{cases} \phi(r) = r^k & k = 1, 3, 5, \dots \\ \phi(r) = r^k \ln(r) & k = 2, 4, 6, \dots \end{cases} \quad (24)$$

Za drugi slučaj u praksi se rabi $\phi(r)=r^{k-1}\ln(r^x)$ kada je $r<1$, kako bi se izbjegli problemi kada je $r=0$. U slučaju tankoslojnih splajnova radijalna kernel funkcija izražava se kao:

$$\phi(r) = r^k \log r \quad (25)$$

7.8 Ukupna razlika boja (kolorimetrijska razlika)

Za evaluaciju opisanih modela koji se rabe za kolorimetrijsku karakterizaciju, preporučljivo je koristiti se relevantnom metrikom utemeljenom na vizualnoj percepciji [169]. Uobičajen način procjene ukupne kolorimetrijske razlike unutar perceptualno uniformnih prostora boja s ortogonalnim dimenzijama sastoji se u određivanju njihovih koordinata pomoću vrijednosti tona, zasićenja i svjetline te izračunom euklidske razlike između dobivenih koordinata. CIE76 predstavlja prvu formulu za izračun ukupne razlike boja unutar CIELAB prostora boja. Prema toj formuli kolorimetrijska razlika označena je kao ΔE^*_{ab} te se za dvije CIELAB vrijednosti L^*_1, a^*_1, b^*_1 (standard) i L^*_2, a^*_2, b^*_2 (uzorak) definira kao

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (26)$$

gdje $\Delta L^* = L^*_2 - L^*_1$, $\Delta a^* = a^*_2 - a^*_1$ i $\Delta b^* = b^*_2 - b^*_1$ predstavljaju udaljenosti između referentne vrijednosti (standard) i mjerenog uzorka po osima CIELAB prostora boja.

S obzirom na to da se pokazalo da CIELAB nije savršeno perceptualno uniforman, dolazi do varijacija u tek zamjetljivim razlikama (*Just Noticeable Difference, JND*) boja unutar različitih segmenata prostora boja zbog čega euklidska razlika predstavlja nedovoljno precizan pokazatelj kolorimetrijske razlike. Kako bi se poboljšala korelacija između izračunatih vrijednosti kolorimetrijskih razlika i vizualnih procjena, primjenjuju se složenije formule za kolorimetrijsku razliku unutar CIELCH prostora boja koje raščlanjuju euklidsku razliku na komponente koje odgovaraju razlikama u svjetlini (ΔL), tonu (ΔH) i zasićenju (ΔC) s različitim težinskim koeficijentima. S obzirom na činjenicu da CIELCH predstavlja CIELAB prostor pomoću cilindričnih koordinata, razlika u svjetlini ista je kao i u CIELAB prostoru, dok se razlike za ostale dvije vrijednosti izračunavaju pomoću formula:

$$\Delta C^*_{ab} = C^*_{ab,2} - C^*_{ab,1} = \sqrt{a_2^{*2} + b_2^{*2}} - \sqrt{a_1^{*2} + b_1^{*2}} \quad (27)$$

$$\Delta H_{ab}^* = \sqrt{\Delta E_{ab}^{*2} - \Delta L^{*2} - \Delta C_{ab}^{*2}} = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} - \Delta C_{ab}^{*2}} \quad (28)$$

CIE 1994 (CIE94) formula predstavljena je 1995. u sklopu preporuka za industrijsku evaluaciju kolorimetrijskih razlika. Označava se izrazom ΔE_{94}^* i definirana je formulom:

$$\Delta E_{94}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C_{ab}^*}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H_{ab}^*}{k_H S_H}\right)^2} \quad (29)$$

gdje k_i predstavljaju parametrijske faktore koji su ovisni o uvjetima mjerenja te za grafičku industriju iznose $k_L=k_C=k_H=1$. Težinski koeficijenti (ponderi), S_L , S_C , S_H , za primjenu u domeni grafičke tehnologije iznose $S_L=1$, $S_C=1+0,0045C_{ab}^*$ i $S_H=1+0,015C_{ab}^*$.

Radi postizanja još bolje korelacije s vizualnim procjenama, godine 2000. predstavljena je unaprijeđena formula CIEDE2000 [185]. U odnosu na CIE94, ova formula usmjerena je na unaprijeđenje izračuna kolorimetrijskih razlika za plave i neutralne boje. Kolorimetrijska razlika označena je izrazom ΔE_{00}^* i izračunava se sljedećom formulom:

$$\Delta E_{00}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2} + R_T \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \frac{\Delta H'}{k_H S_H} \quad (30)$$

S obzirom na opsežne definicije izraza autor upućuje na njihov pregled u relevantnoj literaturi [186][185], jer njihovo navođenje nije od značajne važnosti za ovaj rad. Za potrebe računanja kolorimetrijskih razlika u ovom radu upotrijebila se formula CIEDE2000, koja je implementirana u računalni program MATLAB 2013b, sukladno s uputama koje su ponudili Sharma et al [186]. Radi prezentacije i diskusije o rezultatima, uz ΔE_{00}^* vrijednosti rabljene su i ΔL^* , ΔC^* i ΔH^* vrijednosti iz CIE 1994 formule.

Thomas je predložio [187] kriterije kvalitete karakterizacijskog modela u odnosu na srednju vrijednost kolorimetrijske razlike. Za profesionalnu upotrebu karakterizacijski model zaslona smatra se dobrim ukoliko je srednja vrijednost kolorimetrijske razlike manja od 1, dok se za raspon $1 \leq \Delta E < 3$ smatra prihvatljivom, a za vrijednosti iznad 3 kvaliteta karakterizacije se smatra neprihvatljivom. Za komercijalnu uporabu kvaliteta karakterizacije čija je srednja vrijednosti kolorimetrijske razlike u iznosu manjem od 3 smatra se dobrom, dok je raspon srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike za prihvatljivu kvalitetu karakterizacije $3 \leq \Delta E < 6$.

7.9 Problem vjernosti boja na zaslonima pokretnih uređaja

Osnovni problemi kontrolirane reprodukcije boja na zaslonima suvremenih pokretnih uređaja očituju se u nemogućnosti precizne kalibracije, uporabi ICC profila, razlikama u rabljenim tehnologijama zaslona ugrađenih u pokretne uređaje i čestoj promjeni vanjskih uvjeta koji utječu na reprodukciju. Zbog izostanka podrške za ICC profile na razini operacijskih sustava za pokretne uređaje vjernost reprodukcije boja na zaslonima pokretnih uređaja ovisna je isključivo o tvorničkom profiliranju uređaja. S obzirom na činjenicu da se suvremeni pokretni uređaji često rabe za pregledavanje fotografija i sadržaja na internetu, koji podrazumijeva da su reprodukcijske karakteristike zaslona u skladu sa sRGB standardom, korisnik uređaja jedino se može nadati da je proizvođač uređaja prigodom tvorničke karakterizacije nastojao adekvatno prilagoditi ponašanje uređaja. Dizajneri i razvijatelji aplikacija također se trenutno mogu oslanjati na istu pretpostavku pri kreiranju paleta boja koje će biti rabljene za oblikovanje vizualnih elemenata unutar razvijanih aplikacija. Međutim, s obzirom na streloviti razvoj postojećih i uvođenje novih tehnologija ravnih zaslona na tržište pokretnih uređaja, postavlja se pitanje u kojoj mjeri je sRGB standard, kojim su definirane karakteristike reprodukcije prosječnog CRT uređaja, u mogućnosti opisati njihove kolorimetrijske karakteristike, odnosno koliko je odstupanje boja odabranih na osnovi sRGB prostora prigodom reprodukcije na različitim pokretnim uređajima.

7.10 Pristup problemu i cilj istraživanja

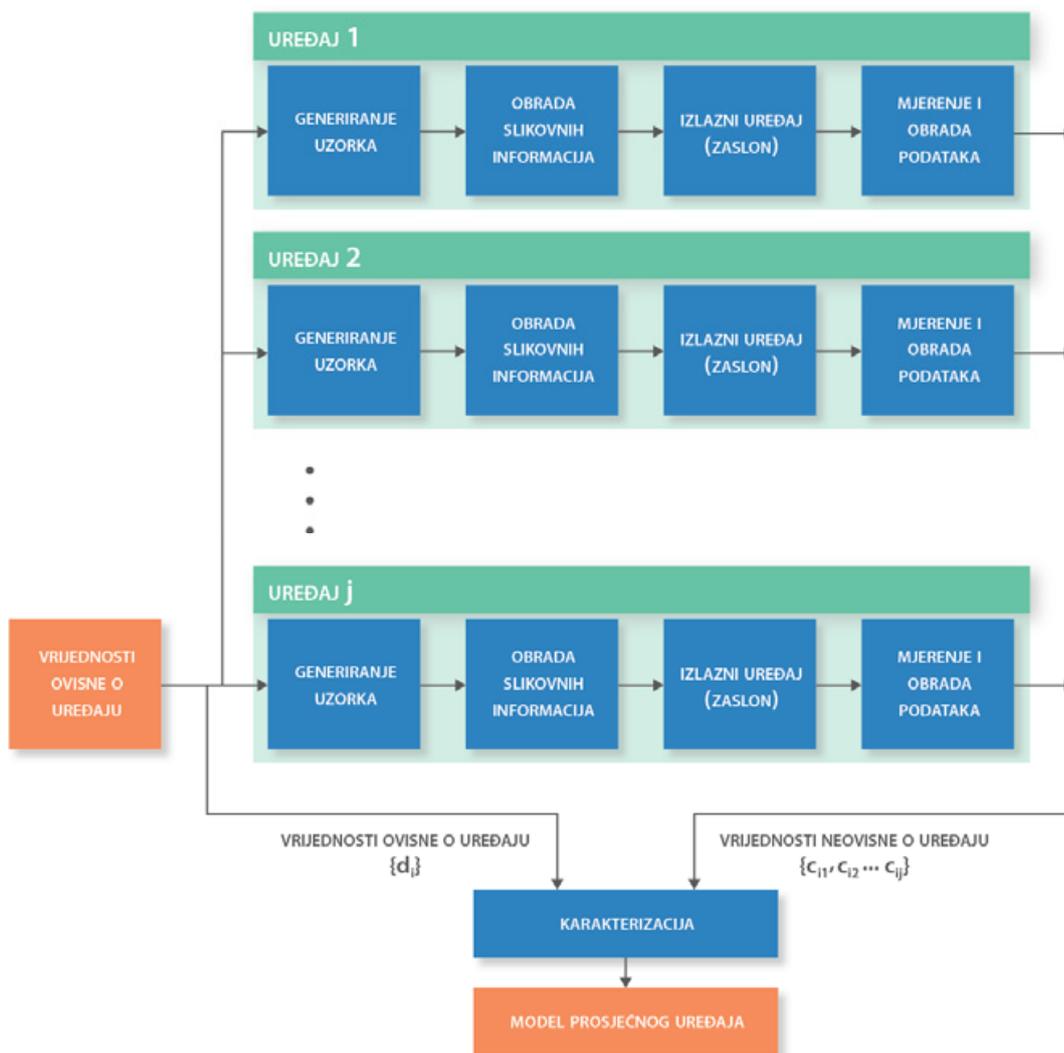
Dva su razmatrana pristupa rješavanju problema vjernosti prikaza boja na zaslonima pokretnih uređaja: prilagodba reprodukcije prema zaslonu na korištenom uređaju na osnovi vrijednosti karakterizacije za pojedini uređaj i razvoj optimizirane palete boja na osnovi podataka dobivenih primjenom modela karakterizacije na empirijskim vrijednostima za ograničen broj uređaja različitih tehnologija zaslona.

Kako bi prvi pristup bio funkcionalan u kontekstu primjene unutar aplikacija za pokretne uređaje, potrebna je distribucija podataka o konverziji ulaznih vrijednosti na osnovi provedene karakterizacije za specifični uređaj i implementacija procedure konverzije unutar programske strukture aplikacije. Prednosti su ovog pristupa što bi se osigurala preciznija reprodukcija svih ulaznih vrijednosti boja za svaki rabljeni uređaj, uz manje varijacije s obzirom na to da svaki

zaslon ima određene varijacije. Međutim, ovakav pristup podrazumijeva karakterizaciju velikog broja uređaja trenutno dostupnih na tržištu kao i konstantno nadopunjavanje baze podataka s pojavom novih uređaja. S obzirom na to da suvremeni pokretni uređaji nemaju mogućnost upravljanja bojama na razini operacijskog sustava, postupak konverzije boja potrebno je rješavati i na razini aplikacije. Ovo podrazumijeva veće opterećenje aplikacije na procesorske resurse uređaja i potrebu za distribucijom profila svih uređaja zajedno s aplikacijom ili mogućnost preuzimanja profila sa servera. Izradom profila za pojedine tehnologije zaslona umjesto karakterizacije svakog uređaja zaobišao bi se dio problema, međutim to bi rezultiralo upitnom preciznošću reprodukcije za pojedine uređaje. Aplikacije za PK ne zahtijevaju nivo vjernosti reprodukcije koji je usporediv s primjenom u grafičkoj industriji, no postavlja se pitanje isplativosti s obzirom na drugi pristup, odnosno razvoj optimizirane palete boja. Ovaj pristup podrazumijeva provedbu numeričke karakterizacije na ograničenom broju mjerenih uzoraka za nekoliko različitih uređaja, odnosno definiciju tonskih reprodukcijских krivulja za „prosječan uređaj“ na temelju izmjerenih vrijednosti za različite intenzitete primara zadanog skupa uređaja te provođenje karakterizacije primjenom nekog od fizikalnih modela karakterizacije. Cilj ovakvog pristupa razlikuje se od cilja klasične karakterizacije uređaja. Umjesto da se reprodukcija boja prilagodi svakom pojedinom uređaju, provedbom karakterizacije na vrijednostima većeg broja različitih uređaja usmjerena je na generiranje transformacija ulaznih vrijednosti koje bi bile optimalne s obzirom na različitosti u reprodukciji ulaznih uređaja. Ukoliko se model karakterizacije generiran na ovakav način pokaže preciznijim u opisu reprodukcije svih navedenih uređaja u usporedbi sa sRGB standardom, kojemu bi trebala težiti većina proizvođača uređaja namijenjenih za reprodukciju digitalnih slikovnih sadržaja izvan domena u kojim je prikaz širokog opsega boja kritičan, moguće ga je upotrebljavati za optimizaciju ulaznih vrijednosti.

Kao što je navedeno u prethodnom tekstu, postupak karakterizacije prvenstveno je usmjeren predviđanju vrijednosti reprodukcije boja za sve ulazne vrijednosti na pojedinom uređaju na osnovi ograničenog broja uzoraka. S obzirom da je na suvremenim pokretnim uređajima nemoguće rabiti ICC profile, postupak karakterizacije u ovom radu primijenit će se sa svrhom određivanja optimizirane palete boja namijenjene prikazu na pokretnim uređajima s različitim karakteristikama zaslona. Predloženi proces određivanja modela standardnog zaslona uređaja prikazan je na Slika 35. Metoda karakterizacije primjenjuje se na skup izlaznih vrijednosti više uređaja, dobivenih instrumentalnim mjerenjem. Mjeri se reprodukcija boja za jednake ulazne vrijednosti i broj uzoraka testne karte. Rezultat karakterizacije jest model standardnog zaslona

pokretnog uređaja. Primjenom različitih metoda karakterizacije pokušat će se odrediti karakterizacijska funkcija koja će ponuditi najbolje rezultate u smislu najmanje srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike između vrijednosti predviđenih modelom i skupa empirijskih vrijednosti za evaluaciju modela.



Slika 35. Proces određivanja modela standardnog zaslona pokretnog uređaja u ovom radu

S obzirom na sve do sada navedeno, u kontekstu istraživanja u ovom radu, postavljena su sljedeća istraživačka pitanja:

1. U kojoj se mjeri reprodukcija na zaslonima suvremenih pokretnih uređaja podudara sa sRGB standardom?

2. Koji uređaj ima reprodukciju s najmanjim odstupanjem u odnosu na sRGB standard?
3. Je li primjenom numeričkih modela karakterizacije, na temelju izlaznih vrijednosti za više pokretnih uređaja, moguće opisati karakteristike reprodukcije „standardnog“ uređaja koji će ponuditi preciznije vrijednosti u usporedbi sa sRGB standardom?
4. Koji model karakterizacije daje najbolje rezultate modeliranja ponašanja pojedinačnih uređaja s obzirom na različite tehnologije zaslona?

7.11 Pregled dosadašnjih istraživanja u području karakterizacije i evaluacije zaslona suvremenih pokretnih uređaja

Zbog ranije navedene nemogućnosti kreiranja i uporabe ICC profila, karakterizacija zaslona suvremenih pokretnih uređaja predstavlja slabo istraženo područje. Žitinski Elias et al [21] proveli su evaluaciju kolorimetrijskih karakteristika zaslona različitih uređaja, među kojima su dva pokretna uređaja, u kojoj su uočili visoke luminacije primara AMOLED zaslona te značajne razlike u reprodukciji boja u zelenom i plavozelenom dijelu spektra između evaluiranih uređaja. U usporedbi različitih modela karakterizacije OLED zaslona, Sun i Luo [181] ustanovili su slabe performanse tradicionalnog PLCC modela. U tom istraživanju najpreciznijim se pokazao regresijski model koji se koristi polinomom trećeg reda s 14 članova na osnovi 729 izmjerenih vrijednosti (9x9x9 RGB). Ostala istraživanja objavljena su za vrijeme provođenja eksperimenta unutar ovog rada. Gong et al [176] proveli su evaluaciju karakterizacijskih modela na AMOLED zaslonima pokretnih uređaja i predložili model polinomne kompenzacije, primjenjujući polinomnu regresiju za korekciju inicijalnih pretpostavki dobivenih PLVC modelom. Farini et al objavili su rezultate osnovne kolorimetrijske analize različitih tehnologija zaslona za 12 pokretnih uređaja [20]. Ustanovili su da su uređaji s AMOLED zaslonima u mogućnosti reproducirati veći opseg boja (gamut) u odnosu na LCD zaslone. Također su ustanovili da je kod pojedinih AMOLED zaslona suma maksimalnih vrijednosti luminacije za reprodukcije primara veća od vrijednosti luminacije reprodukcije bijele, odnosno pokazuju izostanak neovisnosti kanala. U svojem istraživanju perceptualnih atributa kvalitete slikovne reprodukcije na zaslonima pokretnih uređaja Gong et al [179] zaključili su da u svim primjenama, izuzevši reprodukcije naturalističkih scena, jasnoća prikaza i zasićenje boja predstavljaju najvažnije attribute kvalitete.

7.12 Ograničenja istraživanja

Najveće ograničenje ovog istraživanja očituje se u broju testiranih uređaja na temelju kojih se nastoji ustanoviti ponašanje „prosječnog uređaja“. Neosporno je da bi uključivanjem većeg broja uređaja u proces karakterizacije ili drugog skupa uređaja rezultati karakterizacijskih modela bili različiti. Međutim, s obzirom da se godišnje na tržištu pojavljuju stotine novih uređaja, bilo bi ih gotovo nemoguće sve obuhvatiti. Radi dobivanja zadovoljavajućih rezultata, za potrebe ovog eksperimenta težilo se tome da bude zastupljena većina široko dostupnih tehnologija zaslona suvremenih pokretnih uređaja.

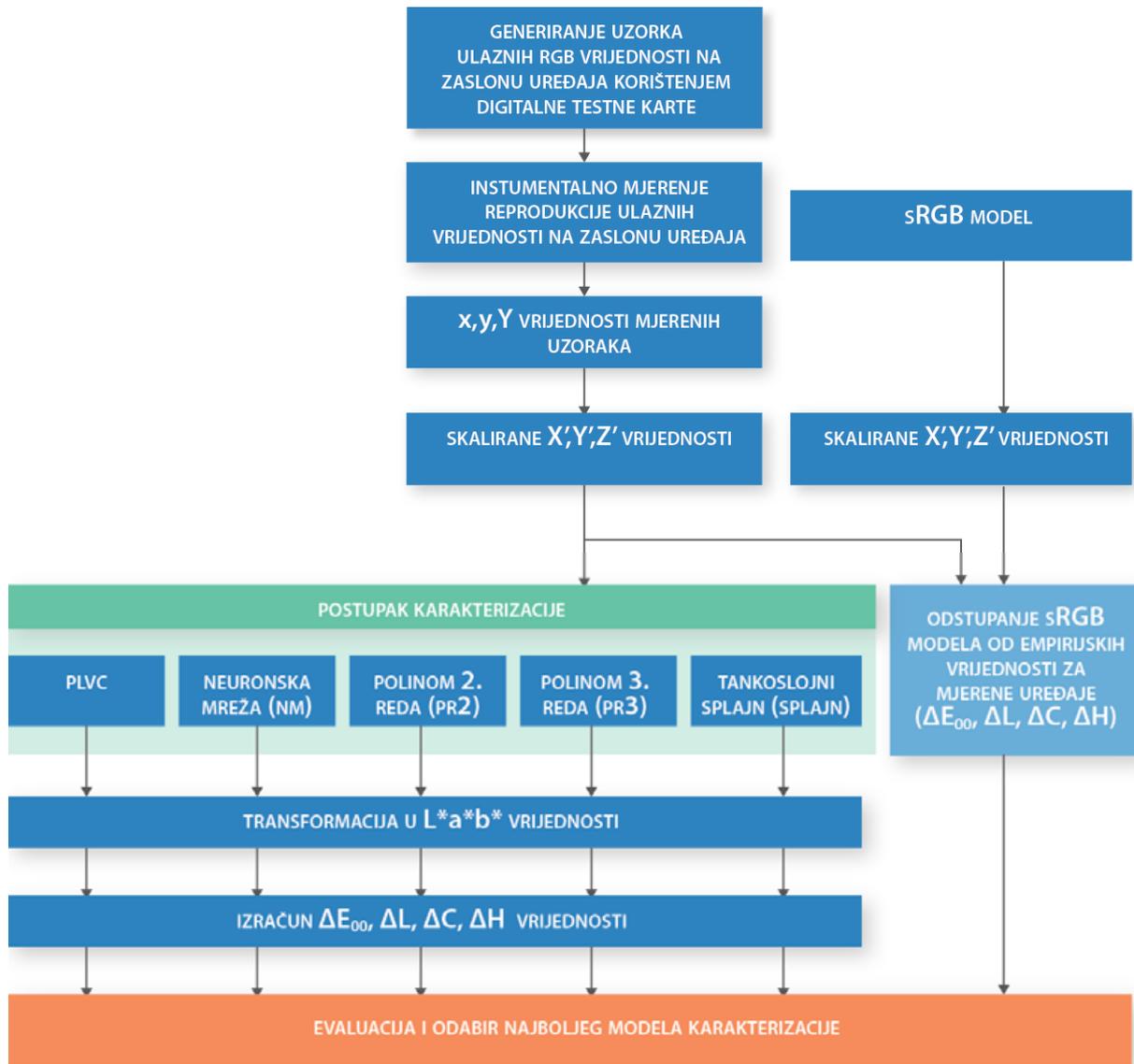
Područje istraživanja karakterizacije izlaznih uređaja dinamično je zbog novih informacija, metoda i ostalih novina u ovom dijelu znanosti koje se gotovo svakodnevno pojavljuju. Ovaj rad obuhvatio je sve do danas korištene metode i spoznaje primjenjive u svrhu karakterizacije ravnih zaslona različitih tehnologija.

7.13 Eksperimentalni dio

Eksperiment je proveden u dvama dijelovima. Prvi se sastojao od instrumentalnog mjerenja vrijednosti uzoraka izrađene testne karte na evaluiranim uređajima i njihove usporedbe s sRGB standardom, dok je u drugom dijelu evaluirana primjena odabranih modela karakterizacije na osnovi podataka dobivenih instrumentalnim mjerenjem (Slika 36).

7.13.1 Izrada testne karte

U vrijeme provedbe istraživanja jedine komercijalno dostupne testne karte izrađene za kolorimetrijsko mjerenje zaslona na mobilnim uređajima bio je sustav DisplayMate (<http://www.displaymate.com/>), koji funkcionira na principu generiranja testne karte u obliku bitmap datoteka, ovisno o rezoluciji uređaja. Nakon generiranja jedne ili više testnih karata datoteke se prenose u pokretni uređaj gdje se ručno učitavaju pomoću softvera za prikaz slikovnih datoteka koji je u kompletu s uređajem.



Slika 36. Shema eksperimenta kolorimetrijske karakterizacije

S obzirom na prirodu eksperimenta ovakvo rješenje nije bilo prihvatljivo, stoga je izrađen novi sustav za generiranje uzoraka testne karte. Budući da je prema uporabljenom VESA FPDM standardu [188] određeno mjerenje na centru zaslona, bilo je potrebno omogućiti sekvencijalnu izmjenu testnih polja boje na centru zaslona u određenom vremenskom intervalu.

S obzirom na metodu mjerenja uzoraka testne karte i na upotrijebljeni mjerni instrument, ustanovljeni su sljedeći funkcionalni zahtjevi testne karte:

- generiranje uzorka boje na osnovi RGB vrijednosti,

- uniformni prikaz uzorka preko cijelog ekrana uređaja,
- mogućnost unosa vrijednosti pomaka unutar RGB kocke,
- mogućnost unosa vremenskog intervala izmjene prikaza uzoraka.

S obzirom na ustanovljene zahtjeve, prilikom planiranja izrade testne karte za provedbu mjerenja na pokretnim uređajima razmatrana su tri glavna pristupa:

- testna karta u formi aplikacije namijenjene pokretnim uređajima,
- prikaz testne karte generirane na osobnom računalu pomoću VNC (Virtual Network Computing) protokola,
- učitavanje, generiranje i prikaz testne karte pomoću internetskih preglednika na pokretnom uređaju.

Budući da su mjereni uređaji imali različite operacijske sustave, te s obzirom na ustanovljenu kompresiju prostora boja korištenjem različitih VNC klijenata na pokretnim uređajima, odabran je pristup generiranja testne karte pomoću internetskih preglednika koji su za suvremene pokretne uređaje većinom besplatni, a određena rješenja podržavaju rad u nekoliko različitih operativnih sustava. Budući da su trenutno na tržištu dostupni internetski preglednici različitih proizvođača i različitih karakteristika, prije provođenja istraživanja ispitana je vjernost reprodukcije testne karte pomoću različitih preglednika. Na pokretnim uređajima pokrenuta je testna karta na određenoj vrsti internetskog preglednika te su reprodukcije za nasumično odabrane vrijednosti boja pohranjene u obliku PNG datoteka koje su zatim prenesene na osobno računalo i analizirane pomoću programa za obradu slikovnih datoteka (Photoshop CS6).

Ustanovljeno je da pojedini preglednici ne prikazuju pravilno testnu kartu. Javljaju se dvije vrste nepravilnosti:

1. umjesto zadane RGB vrijednosti testnog polja, preglednik se koristi izmijenjenim ulaznim vrijednostima;
2. određena vrijednost boje simulirana je kombinacijom polja boja više različitih vrijednosti (*dithering*).

Prvi tip nepravilnosti primijećen je prvenstveno pri reprodukciji testne karte uporabom preglednika Mozilla Firefox. Drugi tip nepravilnosti posebno je zanimljiv jer suvremeni zasloni pokretnih uređaja podržavaju 24-bitni opseg boja (16.777.216 tonskih vrijednosti), odnosno *True color* RGB model, te se za njih nije potrebno koristiti metodom *ditheringa* za reprodukciju vrijednosti unutar RGB prostora boja. Navedena nepravilnost ustanovljena je prvenstveno pri uporabi Samsungovih internetskih preglednika na pokretnim uređajima koji se koriste

AMOLED tehnologijom zaslona s PENTile konstrukcijom slikovnih elemenata. Tablica 69. sadržava popis testiranih preglednika.

Tablica 69. Rad testne karte na različitim internetskim preglednicima za pokretne uređaje

| Preglednik | Operativni sustav | Ispravan prikaz testne karte | Opis problema |
|------------------------|-------------------|------------------------------|---|
| Mozilla Firefox | Android | NE | Odstupanje RGB vrijednosti prikazanog uzorka |
| Google Chrome | Android | DA | |
| Google Chrome | iOS | DA | |
| Safari | iOS | DA | |
| Opera | Android | DA | |
| Samsung Browser | Android | NE | Umjesto uniformnog uzorka prikazuje strukturu slikovnih elemenata s razlikama u vrijednosti |

7.13.2 Postupak mjerenja

Za svaki uređaj izmjereno je 729 uzoraka ulaznih vrijednosti uniformno raspoređenih unutar RGB prostora boja (9x9x9). Ovim pristupom dobiva se dovoljan broj podataka za provedbu svih planiranih metoda karakterizacije izlaznih uređaja.

Uvjeti mjerenja usklađeni su sa standardom „VESA Flat Panel Display Measurements Standard“ (Verzija 2.0) [188], sekcije 302-1, 302-2 i 302-4. Mjerenja su obavljena u kontroliranim uvjetima, u zamračenoj prostoriji u kojoj je jedini izvor svjetlosti predstavljao zaslon uređaja. Temperatura u prostoriji za mjerenje kretala se između 20°C i 25°C. Svaki uređaj bio je priključen za izvor vanjskog napajanja cijelo vrijeme provođenja mjerenja. Kako bi se izbjegle anomalije u mjerenjima prouzročene zagrijavanjem zaslona, zaslon svakog uređaja zagrijan je pomoću neprekidnog prikaza bijelog uzorka (RGB=255,255,255) u trajanju od 20 min. Sve opcije za automatsku prilagodbu kontrasta i boja prethodno su isključene. Uređaji su fiksirani u položaju okomitom u odnosu na smjer mjerenja, uz mogućnost odstupanja u iznosu od $\pm 0,5^\circ$. Mjerenja su provođena na centralnom dijelu površine zaslona uređaja. Izmjerene su vrijednosti za zaslone 20 različitih modela suvremenih pokretnih uređaja. Prigodom odabira uređaja koji će sudjelovati u istraživanju vodilo se računa da budu zastupljene sve prethodno opisane varijante LCD i OLED tehnologije izrade zaslona (Tablica 70). Prije početka mjerenja na svakom uređaju postavljena je maksimalna razina pozadinskog osvjetljenja za LCD zaslone, odnosno emisije primara slikovnih elemenata za OLED zaslone.

Za mjerenje izlaznih vrijednosti testne karte korišten je kolorimetrijski uređaj Konica Minolta CS-200. Konstrukcija ovog uređaja hibridna je i kombinira elemente spektrometra i kolorimetra. Mjerene su x,y,Y vrijednosti. Uređaj je priključen na računalo i kontroliran je pomoću računalnog programa CS-s10w. Uzorci testne karte reproducirani su na punoj površini zaslona testiranih uređaja te su mjereni u intervalima od 10 sekundi provođenjem dvaju mjerenja unutar jednog intervala. Konačni rezultat izmjenjenog uzorka predstavlja srednju vrijednost obaju mjerenja. Vrijeme integracije svakog mjerenja iznosilo je 1s, s vremenskim razmakom između mjerenja od 1s. Kut mjerenja iznosio je 1°, a udaljenost površine zaslona u odnosu na prednji element leće mjernog uređaja bila je 32,5 cm, što prema istraživanju Bababekove et al [150] predstavlja prosječnu udaljenost na kojoj korisnik drži pokretni uređaj za vrijeme pregleda internetskog sadržaja.

Tablica 70. Popis testiranih uređaja i osnovnih karakteristika njihovih zaslona

| Oznaka uređaja | Model | Tehnologija zaslona | Dijagonala zaslona (in) | Razlučivost (ppi) |
|--------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|
| TF101 | Asus Transformer TF101 | IPS LCD | 10,1 | 149 |
| TF201 | Asus Transformer Prime TF201 | IPS LCD | 10,1 | 149 |
| Nexus 7 | Asus Google Nexus 7 | IPS LCD | 7 | 216 |
| HTC One | HTC One | IPS LCD | 4,7 | 469 |
| HTC One S | HTC One S | AMOLED (PenTile) | 4,3 | 256 |
| Galaxy S3 | Samsung Galaxy S3 | AMOLED (PenTile) | 4,8 | 306 |
| Galaxy TAB2 | Samsung Galaxy TAB 2 10.1 | IPS LCD | 10,1 | 149 |
| Multipad | Prestigio Multipad PMP3384B | TN LCD | 8,4 | 119 |
| iPad 1 | Apple iPad Wi-Fi (1. generacija) | IPS LCD | 9,7 | 132 |
| iPad 3 | Apple iPad 3 Wi-Fi | IPS LCD | 9,7 | 264 |
| iPad 4 | Apple iPad 4 Wi-Fi | IPS LCD | 9,7 | 264 |
| Xperia P | Sony Xperia P | TN LCD (RGBW) | 4 | 275 |
| Galaxy S | Samsung Galaxy S | AMOLED (PenTile) | 4 | 233 |
| Galaxy S Ad | Samsung Galaxy S Advance | AMOLED (PenTile) | 4 | 233 |
| Galaxy S2 | Samsung Galaxy S2 | AMOLED | 4,3 | 217 |
| Galaxy S4 | Samsung Galaxy S4 | AMOLED (PenTile) | 5 | 441 |
| iPhone 3GS | Apple iPhone 3GS | TN LCD | 3,5 | 165 |
| iPhone 4 | Apple iPhone 4 | IPS LCD | 3,5 | 330 |
| Xperia X10 | Sony Xperia X10 | TN LCD | 4 | 245 |
| A78 | Ampe A78 | TN LCD | 7 | 170 |

7.13.3 Postupak karakterizacije

Za transformaciju vrijednosti između različitih prostora boja i provođenje postupka karakterizacije rabljen je program MATLAB R2013b.

S obzirom na to da su zbog ograničenja u mogućnosti kalibracije svi uređaji mjereni s najvećom razinom emisije pozadinskog osvjetljenja kod LCD zaslona, odnosno najvećom razinom emisije slikovnih elemenata kod OLED zaslona, izmjerene xyY vrijednosti za svaki uređaj skalirane su prema izmjerenoj vrijednosti luminacije za bijeli uzorak:

$$Y'_i = \frac{Y_i}{Y_w} \quad (31)$$

Gdje Y' predstavlja skaliranu vrijednost za uzorak i , dok je Y_w luminacija izmjenjenog bijelog uzorka ($RGB=0,0,0$).

Za postupke karakterizacije regresijskim metodama, neuronskim mrežama i poliharmonijskim splajnom pola uzoraka rabljeno je za izradu modela, dok je druga polovina upotrijebljena za njegovu evaluaciju. Za karakterizaciju regresijskim metodama rabljeni su prethodno opisani polinom 2. reda s 10 članova i polinom 3. reda s 20 članova:

$$[1 \quad R \quad G \quad B \quad RG \quad GB \quad RB \quad R^2 \quad G^2 \quad B^2 \quad R^2G \quad R^2B \quad G^2R \quad G^2B \quad B^2R \quad R^3 \quad G^3 \quad B^3 \quad RGB]$$

Za potrebe izrade modela prosječnog uređaja PLVC metodom, X_i , Y_i , Z_i vrijednosti intenziteta primara za R_i , G_i ili B_i ulazne vrijednosti određene su kao srednje vrijednosti empirijski izmjerenih intenziteta primara svih uređaja za pojedinu R_i , G_i ili B_i ulaznu vrijednost:

$$X_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad (32)$$

$$Y_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Y_{ij} \quad (33)$$

$$Z_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Z_{ij} \quad (34)$$

gdje X_{ij} , Y_{ij} i Z_{ij} predstavljaju empirijski izmjerene vrijednosti intenziteta primara uređaja n za određenu R_i , G_i ili B_i vrijednost.

Rabljena je umjetna neuronska mreža s jednim skrivenim slojem koji je sadržavao 20 umjetnih neurona. Po tri umjetna neurona, koji su predstavljali ulazne i izlazne vrijednosti uređaja, upotrijebljena su u ulaznom, odnosno izlaznom sloju.

Za potrebe izračunavanja kolorimetrijske razlike, skalirane X, Y, Z vrijednosti transformirane su u L^*, a^*, b^* prostor. Kako bi se osigurali jednaki uvjeti evaluacije uređaja, za transformacije u L^*, a^*, b^* prostor upotrijebljena je bijela točka standardiziranog izvora E čije su koordinate kromatičnosti $x, y(0,33, 0,33)$.

Osnovni kriterij za odabir modela karakterizacije koji će se rabiti u generiranju optimalne palete boja u sklopu ovog rada jest najmanja srednja vrijednost kolorimetrijske razlike između generiranog modela i empirijskih podataka za sve uređaje, izračunate prema ranije predstavljanoj CIEDE2000 formuli.

7.14 Rezultati i diskusija

7.14.1 Odstupanje empirijskih podataka od sRGB standarda

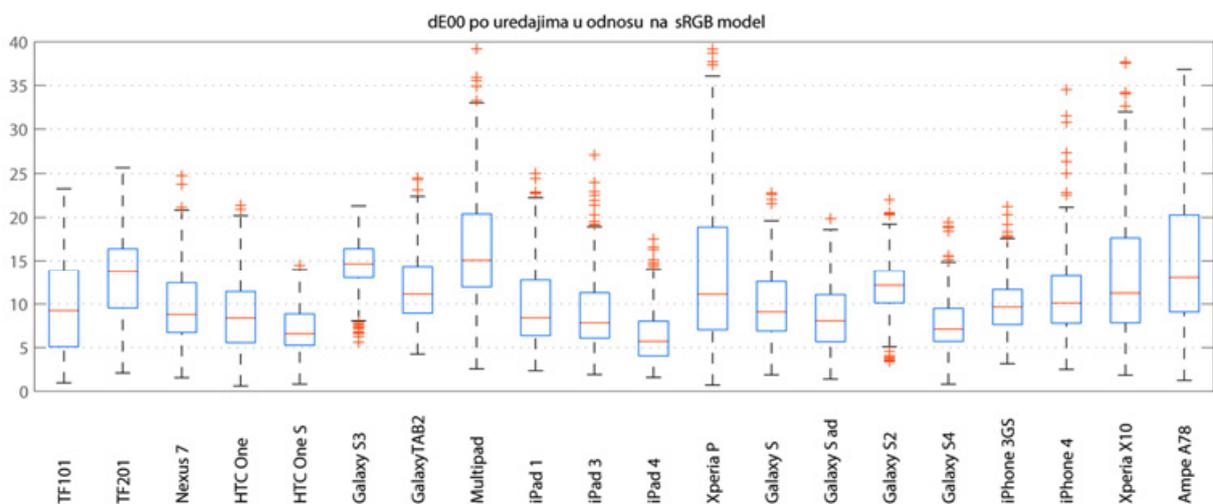
Tablica 71. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} za odstupanje sRGB modela od empirijskih podataka za sve uređaje

| sRGB | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔE_{00} min | ΔE_{00} max |
|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Svi podatci | 10,81 | 9,90 | 5,61 | 0,00 | 55,86 |

Tablica 72. Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH za odstupanje sRGB modela od empirijskih podataka za sve uređaje

| sRGB | ΔL mean | ΔL median | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC median | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH median | ΔH stdev |
|--------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Svi podatci | -1,50 | -0,92 | 5,65 | -7,35 | -3,97 | 22,17 | 13,72 | 11,75 | 10,07 |

Srednja vrijednost kolorimetrijske razlike sRGB modela od empirijskih vrijednosti za sve uređaje iznosi $\Delta \bar{E}_{00}=10,81$, što ukazuje na znatna odstupanja u ponašanju zaslona pokretnih uređaja u odnosu na sRGB model. Visoka srednja vrijednost kolorimetrijskog odstupanja većim je dijelom rezultat odstupanja u tonu ($\Delta \bar{H}=13,72$, stdev=10,07) i zasićenju ($\Delta \bar{C} = -7,35$, stdev=22,17).

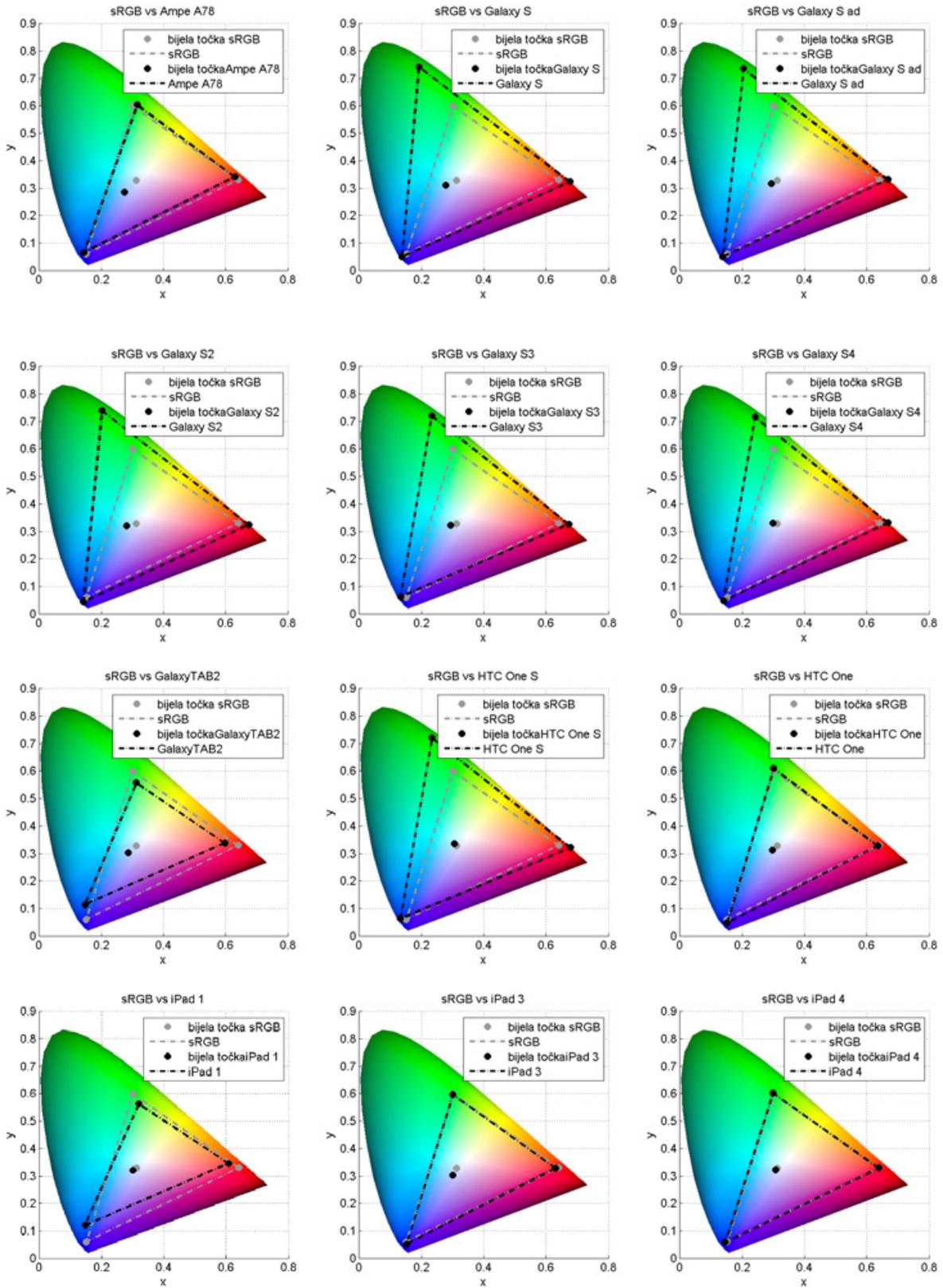


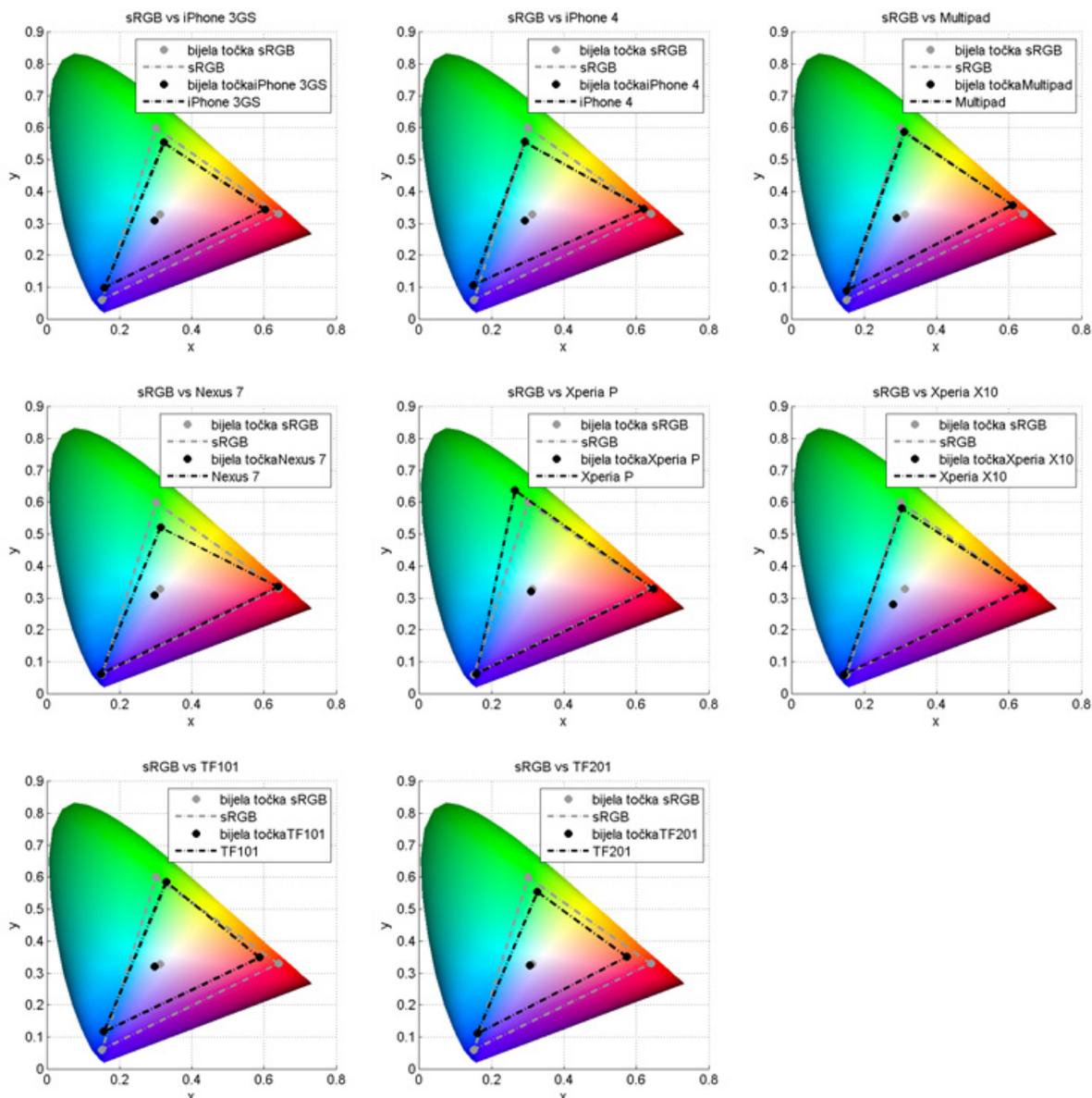
Slika 37. Box-plot dijagram odstupanja pojedinih uređaja od sRGB modela

Tablica 73. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje sRGB modela od empirijskih podataka za pojedine uređaje

| sRGB | ΔE_{00} | ΔE_{00} | ΔE_{00} | ΔL | ΔL | ΔC | ΔC | ΔH | ΔH |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | mean | median | stdev | mean | stdev | mean | stdev | mean | stdev |
| TF101 | 9,63 | 9,24 | 5,28 | 4,21 | 4,26 | 10,61 | 6,09 | 11,66 | 8,60 |
| TF201 | 13,13 | 13,75 | 4,68 | 6,88 | 4,47 | 14,36 | 9,78 | 12,95 | 7,99 |
| Nexus 7 | 9,75 | 8,78 | 4,23 | 2,50 | 1,70 | 14,46 | 7,77 | 12,11 | 7,52 |
| HTC One | 8,79 | 8,39 | 4,03 | 3,48 | 2,86 | 13,36 | 11,46 | 11,64 | 7,23 |
| HTC One S | 6,94 | 6,58 | 2,42 | 1,71 | 1,44 | 22,34 | 12,80 | 9,25 | 6,43 |
| Galaxy S3 | 14,58 | 14,66 | 2,97 | 10,95 | 4,02 | 37,76 | 15,61 | 11,80 | 7,11 |
| Galaxy TAB2 | 11,81 | 11,14 | 3,89 | 5,12 | 3,24 | 13,88 | 6,34 | 14,51 | 9,36 |
| Multipad | 16,25 | 15,11 | 6,95 | 7,47 | 3,83 | 14,47 | 10,63 | 21,18 | 12,48 |
| iPad 1 | 9,77 | 8,40 | 4,45 | 3,99 | 3,28 | 12,23 | 5,34 | 11,85 | 9,41 |
| iPad 3 | 8,96 | 7,86 | 4,30 | 3,14 | 1,71 | 12,45 | 10,02 | 12,33 | 7,56 |
| iPad 4 | 6,36 | 5,74 | 2,98 | 0,76 | 0,62 | 8,37 | 6,60 | 9,54 | 5,51 |
| Xperia P | 13,63 | 11,12 | 8,92 | 8,08 | 7,60 | 11,81 | 9,29 | 14,35 | 12,52 |
| Galaxy S | 9,73 | 9,10 | 3,67 | 2,20 | 1,31 | 29,42 | 16,01 | 15,10 | 11,13 |
| Galaxy S Ad | 8,33 | 8,08 | 3,41 | 1,71 | 1,45 | 24,26 | 14,23 | 12,59 | 9,55 |
| Galaxy S2 | 11,91 | 12,16 | 3,12 | 5,69 | 3,80 | 38,81 | 20,44 | 14,96 | 9,84 |
| Galaxy S4 | 7,60 | 7,12 | 2,82 | 2,21 | 2,06 | 22,63 | 12,99 | 10,41 | 6,27 |
| iPhone 3GS | 9,95 | 9,65 | 3,18 | 3,46 | 2,31 | 13,33 | 7,26 | 11,86 | 6,98 |
| iPhone 4 | 10,85 | 10,09 | 5,10 | 3,82 | 3,25 | 11,83 | 5,93 | 14,55 | 9,76 |
| Xperia X10 | 13,29 | 11,24 | 7,32 | 2,61 | 2,31 | 21,09 | 14,07 | 19,29 | 13,68 |
| A78 | 14,89 | 13,05 | 7,31 | 2,80 | 1,98 | 21,24 | 14,02 | 22,41 | 13,98 |

Iz analize gamuta uređaja u usporedbi sa sRGB modelom u CIE xy dijagramu kromatičnosti (Slika 38) i iz izračunatih vrijednosti volumena gamuta u CIELAB prostoru (Tablica 74), uočljivo je da je gamut AMOLED zaslona znatno veći u odnosu na gamut određen sRGB modelom. Najbolje poklapanje sa sRGB gamutom ima uređaj Apple iPad 4, koji ujedno ima i najmanju srednju vrijednost odstupanja od sRGB modela na osnovi empirijskih podataka ($\Delta \bar{E}_{00}=6,36$) (Tablica 73.). Najveću srednju vrijednost kolorimetrijske razlike u odnosu na sRGB standard ima uređaj Prestigio Multipad ($\Delta \bar{E}_{00}=16,25$).





Slika 38. Usporedba sRGB gamuta i gamuta izmjerenih uređaja prikazanih u CIE xy dijagramu kromatičnosti

Tablica 74. Vrijednosti volumena gamuta evaluiranih uređaja skaliranih prema vrijednosti za sRGB gamut

| Oznaka uređaja | Skalirana vrijednost volumena gamuta | Oznaka uređaja | Skalirana vrijednost volumena gamuta |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| sRGB model | 1 | | |
| TF101 | 0,73 | iPad 4 | 1,11 |
| TF201 | 0,64 | Xperia P | 0,76 |
| Nexus 7 | 0,85 | Galaxy S | 2,10 |
| HTC One | 1,01 | Galaxy S Ad | 2,02 |
| HTC One S | 1,87 | Galaxy S2 | 2,63 |
| Galaxy S3 | 2,37 | Galaxy S4 | 1,80 |
| Galaxy TAB2 | 0,74 | iPhone 3GS | 0,72 |
| Multipad | 0,90 | iPhone 4 | 0,82 |
| iPad 1 | 0,74 | Xperia X10 | 1,16 |
| iPad 3 | 1,14 | A78 | 1,10 |

7.14.2 Karakterizacija PLVC metodom

Tablica 75. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} za odstupanje izrađenog PLVC modela standardnog zaslona od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje

| PLVC model | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔE_{00} min | ΔE_{00} max |
|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Svi podatci | 7,37 | 6,79 | 3,87 | 0,06 | 56,56 |

Tablica 76. Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH za odstupanje izrađenog PLVC modela standardnog zaslona od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje

| PLVC model | ΔL mean | ΔL median | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC median | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH median | ΔH stdev |
|--------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Svi podatci | 1,29 | 1,55 | 5,18 | -1,03 | 2,86 | 19,68 | 6,91 | 5,48 | 5,89 |

Tablica 77. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje izrađenog PLVC modela standardnog zaslona od empirijskih podataka za pojedine uređaje

| PLVC model | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔL mean | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH stdev |
|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| TF101 | 6,79 | 6,44 | 2,84 | 2,23 | 1,94 | 14,18 | 8,37 | 8,00 | 5,46 |
| TF201 | 8,91 | 8,72 | 2,39 | 4,18 | 2,65 | 18,98 | 9,42 | 6,53 | 4,18 |
| Nexus 7 | 5,71 | 5,92 | 2,05 | 2,71 | 2,30 | 12,85 | 8,87 | 2,80 | 2,09 |
| HTC One | 7,45 | 6,32 | 3,80 | 5,97 | 4,07 | 7,18 | 5,48 | 6,62 | 4,84 |
| HTC One S | 6,81 | 6,68 | 2,07 | 2,79 | 1,89 | 16,98 | 13,86 | 7,68 | 5,99 |
| Galaxy S3 | 10,86 | 10,80 | 3,11 | 8,17 | 3,48 | 31,29 | 15,69 | 6,91 | 4,47 |
| Galaxy TAB2 | 8,55 | 8,42 | 2,72 | 5,65 | 2,88 | 14,12 | 9,07 | 6,42 | 6,29 |
| Multipad | 8,84 | 8,06 | 3,48 | 4,69 | 2,39 | 9,97 | 6,87 | 9,81 | 6,84 |
| iPad 1 | 7,58 | 7,13 | 2,95 | 3,58 | 1,92 | 14,96 | 9,40 | 8,07 | 6,47 |
| iPad 3 | 3,17 | 3,08 | 1,45 | 1,69 | 1,18 | 5,12 | 4,32 | 4,18 | 3,40 |
| iPad 4 | 4,49 | 4,59 | 1,36 | 3,24 | 1,55 | 3,80 | 2,39 | 4,48 | 2,58 |
| Xperia P | 12,35 | 10,43 | 8,26 | 8,84 | 8,00 | 12,35 | 11,96 | 9,35 | 9,24 |
| Galaxy S | 5,84 | 5,75 | 1,64 | 1,93 | 1,46 | 22,53 | 14,70 | 6,56 | 4,25 |
| Galaxy S Ad | 6,28 | 6,47 | 1,56 | 3,13 | 2,19 | 17,59 | 13,02 | 6,86 | 4,19 |
| Galaxy S2 | 8,26 | 8,05 | 2,95 | 3,86 | 3,47 | 32,19 | 17,86 | 8,72 | 5,42 |
| Galaxy S4 | 6,62 | 6,32 | 2,33 | 3,54 | 2,90 | 16,26 | 12,32 | 6,64 | 4,65 |
| iPhone 3GS | 6,90 | 6,97 | 2,17 | 4,30 | 2,15 | 13,51 | 7,50 | 4,25 | 3,44 |
| iPhone 4 | 6,15 | 5,49 | 3,22 | 3,41 | 2,10 | 13,13 | 7,78 | 4,67 | 5,92 |
| Xperia X10 | 6,74 | 5,62 | 3,53 | 1,66 | 1,40 | 13,56 | 7,30 | 8,53 | 7,21 |
| A78 | 8,94 | 8,66 | 3,94 | 4,11 | 2,22 | 13,59 | 6,60 | 11,25 | 7,63 |

Dobiveni model PLVC karakterizacija standardnog zaslona pokretnog uređaja pokazuje se preciznijim u karakterizaciji ponašanja različitih pokretnih uređaja u odnosu na sRGB model ($\Delta\bar{E}_{00}=7,37$). Najmanje odstupanje od dobivenog modela ima uređaj Apple iPad 3 ($\Delta\bar{E}_{00}=3,17$), dok najveće odstupanje ima Sony Xperia P ($\Delta\bar{E}_{00}=12,37$).

Tablica 78. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje karakterizacije pojedinih uređaja PLVC metodom od evaluacijskog seta empirijskih podataka

| PLVC | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔL mean | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH stdev |
|-------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| TF101 | 0,50 | 0,43 | 0,37 | 0,17 | 0,14 | 0,52 | 0,53 | 0,66 | 0,54 |
| TF201 | 1,29 | 1,22 | 0,88 | 0,66 | 0,59 | 1,79 | 1,38 | 1,12 | 1,19 |
| Nexus 7 | 1,04 | 0,82 | 1,05 | 0,54 | 0,73 | 1,37 | 1,42 | 1,01 | 1,21 |
| HTC One | 3,64 | 3,09 | 2,64 | 1,90 | 1,82 | 7,43 | 7,29 | 3,78 | 3,30 |
| HTC One S | 2,28 | 1,92 | 1,59 | 1,97 | 1,44 | 1,99 | 1,80 | 1,72 | 1,68 |
| Galaxy S3 | 8,73 | 8,44 | 4,63 | 6,92 | 4,49 | 10,60 | 10,24 | 8,45 | 7,07 |
| Galaxy TAB2 | 0,61 | 0,61 | 0,33 | 0,48 | 0,30 | 0,40 | 0,44 | 0,44 | 0,40 |
| Multipad | 0,83 | 0,78 | 0,49 | 0,53 | 0,39 | 0,84 | 0,66 | 0,83 | 0,77 |
| iPad 1 | 0,26 | 0,24 | 0,15 | 0,17 | 0,12 | 0,20 | 0,18 | 0,24 | 0,22 |
| iPad 3 | 0,43 | 0,38 | 0,26 | 0,31 | 0,21 | 0,44 | 0,41 | 0,35 | 0,33 |
| iPad 4 | 0,58 | 0,55 | 0,33 | 0,38 | 0,26 | 0,72 | 0,71 | 0,55 | 0,50 |
| Xperia P | 6,91 | 5,73 | 5,60 | 4,44 | 4,98 | 5,37 | 4,63 | 6,77 | 5,67 |
| Galaxy S | 2,69 | 2,65 | 1,27 | 1,91 | 1,21 | 4,32 | 3,42 | 2,96 | 2,04 |
| Galaxy S Ad | 1,33 | 1,10 | 1,06 | 0,98 | 0,84 | 1,50 | 1,42 | 1,32 | 1,41 |
| Galaxy S2 | 7,12 | 5,54 | 6,15 | 6,48 | 5,58 | 4,40 | 4,69 | 4,84 | 6,39 |
| Galaxy S4 | 3,05 | 1,62 | 3,57 | 2,88 | 3,52 | 1,53 | 1,71 | 1,26 | 1,50 |
| iPhone 3GS | 1,58 | 1,41 | 1,05 | 0,64 | 0,47 | 1,55 | 1,21 | 1,97 | 1,58 |
| iPhone 4 | 1,89 | 1,18 | 2,91 | 1,32 | 1,37 | 1,29 | 2,41 | 1,69 | 4,20 |
| Xperia X10 | 1,68 | 1,48 | 1,14 | 0,76 | 0,74 | 2,11 | 1,83 | 2,15 | 1,92 |
| A78 | 0,39 | 0,37 | 0,25 | 0,21 | 0,15 | 0,49 | 0,32 | 0,46 | 0,36 |

Iz rezultata pojedinačne karakterizacije uređaja (Tablica 78.) uočljivi su problemi primjene PLVC metode za karakterizaciju AMOLED zaslona. Prosječna vrijednost kolorimetrijske razlike za ovu vrstu tehnologije zaslona doseže i do $\Delta\bar{E}_{00}=8,73$ (Galaxy S3).

7.14.3 Karakterizacija upotrebom neuronskih mreža (NM)

Tablica 79. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} za odstupanje izrađenog NM modela standardnog zaslona s 20 umjetnih neurona u skrivenom sloju od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje

| NM 20 model | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔE_{00} min | ΔE_{00} max |
|-------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Svi podatci | 7,42 | 6,63 | 4,05 | 0,24 | 55,90 |

Tablica 80. Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH za odstupanje generiranog NM modela standardnog zaslona s 20 umjetnih neurona u skrivenom sloju od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje

| NM 20 model | ΔL mean | ΔL median | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC median | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH median | ΔH stdev |
|-------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Svi podatci | 0,43 | 0,61 | 5,18 | -1,18 | 2,75 | 19,84 | 7,05 | 5,56 | 6,01 |

Tablica 81. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje generiranog NM modela standardnog zaslona s 20 umjetnih neurona u skrivenom sloju od empirijskih podataka za pojedine uređaje

| NM model | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔL mean | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH stdev |
|-------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| TF101 | 7,21 | 6,88 | 3,65 | -1,67 | 2,85 | 14,64 | 9,22 | 8,25 | 5,67 |
| TF201 | 9,80 | 9,56 | 2,86 | -4,65 | 3,32 | 19,56 | 9,94 | 7,10 | 4,63 |
| Nexus 7 | 6,13 | 5,85 | 2,72 | 0,83 | 3,30 | 13,36 | 9,44 | 3,44 | 2,91 |
| HTC One | 7,23 | 5,92 | 4,34 | 5,01 | 4,46 | -2,06 | 9,99 | 6,96 | 5,15 |
| HTC One S | 6,96 | 6,68 | 2,43 | 0,83 | 3,17 | -15,19 | 15,74 | 7,95 | 5,79 |
| Galaxy S3 | 11,66 | 11,55 | 3,24 | -9,13 | 3,40 | -30,58 | 16,45 | 7,24 | 5,03 |
| Galaxy TAB2 | 8,46 | 7,87 | 4,08 | 3,98 | 4,11 | 14,51 | 10,29 | 6,90 | 6,50 |
| Multipad | 9,91 | 9,29 | 3,94 | -5,44 | 3,06 | 6,05 | 11,90 | 10,64 | 7,27 |
| iPad 1 | 7,63 | 6,89 | 4,09 | 1,47 | 3,34 | 15,51 | 10,05 | 8,23 | 6,85 |
| iPad 3 | 4,33 | 4,06 | 2,48 | -1,28 | 2,54 | 1,18 | 8,15 | 4,77 | 4,14 |
| iPad 4 | 4,52 | 4,18 | 2,67 | 2,20 | 2,26 | 3,53 | 5,28 | 4,89 | 2,98 |
| Xperia P | 12,31 | 9,93 | 8,14 | 7,60 | 8,35 | 12,07 | 13,29 | 9,93 | 9,48 |
| Galaxy S | 6,01 | 5,88 | 2,17 | -0,37 | 2,69 | -21,80 | 15,60 | 6,59 | 4,77 |
| Galaxy S Ad | 6,42 | 6,31 | 2,15 | 1,52 | 3,30 | -16,81 | 14,15 | 7,11 | 4,31 |
| Galaxy S2 | 8,76 | 8,44 | 3,39 | -3,70 | 4,33 | -31,40 | 19,09 | 8,75 | 5,49 |
| Galaxy S4 | 6,74 | 6,26 | 2,52 | 1,35 | 4,03 | -15,16 | 13,78 | 6,89 | 4,55 |
| iPhone 3GS | 6,88 | 6,45 | 3,19 | 3,04 | 2,77 | 14,03 | 8,50 | 4,85 | 3,78 |
| iPhone 4 | 6,38 | 5,51 | 3,95 | 1,46 | 3,30 | 13,42 | 8,98 | 5,48 | 5,94 |
| Xperia X10 | 7,44 | 6,42 | 4,31 | 0,20 | 2,20 | -1,65 | 16,42 | 9,51 | 7,57 |
| A78 | 9,24 | 8,82 | 4,26 | 3,09 | 2,48 | -1,50 | 16,16 | 12,16 | 7,75 |

Srednja vrijednost kolorimetrijske razlike za izrađeni NM model standardnog zaslona pokretnog uređaja ($\Delta\bar{E}_{00}=7,42$) veća je od one izračunate za PLVC model. Kao i u slučaju PLVC modela, najmanje odstupanje u odnosu na NM model ima uređaj Apple iPad 3 ($\Delta\bar{E}_{00}=4,33$), dok model najlošije opisuje Sony Xperiu P ($\Delta\bar{E}_{00}=12,31$).

Tablica 82. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje karakterizacije pojedinih uređaja metodom neuronske mreže s 20 umjetnih neurona od evaluacijskog seta empirijskih podataka

| NM 20 | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔL mean | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH stdev |
|-------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| TF101 | 0,22 | 0,14 | 0,28 | 0,01 | 0,18 | 0,00 | 0,40 | 0,24 | 0,27 |
| TF201 | 1,75 | 1,44 | 1,32 | -0,03 | 1,19 | -0,43 | 2,84 | 1,75 | 1,57 |
| Nexus 7 | 1,81 | 1,26 | 2,23 | 0,03 | 1,24 | 0,15 | 4,26 | 1,83 | 2,31 |
| HTC One | 1,58 | 1,09 | 1,73 | -0,07 | 1,20 | 0,05 | 3,96 | 1,72 | 2,08 |
| HTC One S | 0,24 | 0,12 | 0,41 | 0,00 | 0,14 | 0,04 | 0,80 | 0,31 | 0,46 |
| Galaxy S3 | 0,74 | 0,55 | 0,73 | 0,02 | 0,33 | -0,08 | 2,03 | 1,18 | 1,31 |
| Galaxy TAB2 | 0,10 | 0,06 | 0,14 | 0,00 | 0,05 | -0,02 | 0,19 | 0,12 | 0,15 |
| Multipad | 0,19 | 0,13 | 0,29 | -0,02 | 0,13 | 0,01 | 0,39 | 0,22 | 0,37 |
| iPad 1 | 0,05 | 0,03 | 0,09 | 0,00 | 0,03 | -0,01 | 0,11 | 0,06 | 0,08 |
| iPad 3 | 0,11 | 0,07 | 0,14 | 0,00 | 0,07 | -0,02 | 0,25 | 0,13 | 0,14 |
| iPad 4 | 0,11 | 0,08 | 0,13 | 0,00 | 0,05 | -0,01 | 0,23 | 0,14 | 0,16 |
| Xperia P | 2,56 | 1,90 | 2,61 | -0,07 | 1,26 | 0,78 | 6,76 | 2,83 | 3,11 |
| Galaxy S | 0,58 | 0,38 | 0,65 | 0,01 | 0,27 | 0,14 | 1,44 | 0,79 | 0,83 |
| Galaxy S Ad | 0,58 | 0,34 | 0,86 | 0,02 | 0,39 | 0,07 | 1,70 | 0,77 | 0,97 |
| Galaxy S2 | 1,04 | 0,66 | 1,56 | 0,02 | 0,59 | 0,26 | 3,39 | 1,49 | 2,13 |
| Galaxy S4 | 0,40 | 0,27 | 0,56 | 0,00 | 0,19 | -0,03 | 1,07 | 0,54 | 0,66 |
| iPhone 3GS | 0,84 | 0,53 | 1,17 | 0,01 | 0,51 | 0,13 | 1,79 | 0,92 | 1,10 |
| iPhone 4 | 1,98 | 1,25 | 2,75 | 0,04 | 1,57 | -0,06 | 3,45 | 2,34 | 3,26 |
| Xperia X10 | 0,32 | 0,20 | 0,49 | 0,00 | 0,24 | 0,01 | 0,80 | 0,38 | 0,56 |
| A78 | 0,08 | 0,05 | 0,10 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,18 | 0,09 | 0,11 |

Karakterizacija pojedinačnih uređaja (Tablica 82) pokazuje dobre rezultate za različite vrste LCD i OLED zaslona. Svi zaslona, osim onog ugrađenog u uređaj Sony Xperia P, imaju srednju vrijednost kolorimetrijske greške $\Delta\bar{E}_{00} < 2$, dok ona za 14 uređaja iznosi $\Delta\bar{E}_{00} < 1$. Najbolji rezultati karakterizacije zaslona za uređaj Xperia P vjerojatno su posljedica četvrtog, bijelog primara koji se rabi u navedenom zaslonu.

7.14.4 Karakterizacija upotrebom polinomne regresije 2. reda

Tablica 83. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} za odstupanje izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 2. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje

| PR2 model | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔE_{00} min | ΔE_{00} max |
|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Svi podatci | 7,34 | 6,61 | 3,97 | 0,36 | 54,81 |

Tablica 84. Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH za odstupanje izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 2. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje

| PR2 model | ΔL mean | ΔL median | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC median | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH median | ΔH stdev |
|--------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Svi podatci | 0,38 | 0,53 | 5,16 | -0,44 | 3,23 | 19,79 | 6,95 | 5,53 | 5,91 |

Tablica 85. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 2. reda od empirijskih podataka za pojedine uređaje

| PR2 model | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔL mean | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH stdev |
|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| TF101 | 6,93 | 6,74 | 2,91 | -1,62 | 2,69 | 14,58 | 8,71 | 8,04 | 5,41 |
| TF201 | 9,47 | 9,15 | 2,36 | -4,60 | 3,11 | 19,50 | 9,64 | 6,86 | 4,27 |
| Nexus 7 | 5,72 | 5,91 | 2,02 | 0,88 | 3,08 | 13,30 | 9,23 | 3,06 | 2,12 |
| HTC One | 6,89 | 5,87 | 3,78 | 5,06 | 4,18 | -2,12 | 9,33 | 6,69 | 4,73 |
| HTC One S | 6,51 | 6,52 | 1,92 | 0,88 | 2,97 | -15,26 | 14,82 | 7,33 | 5,60 |
| Galaxy S3 | 11,37 | 11,45 | 3,02 | -9,08 | 3,17 | -30,65 | 15,37 | 6,51 | 4,22 |
| Galaxy TAB2 | 8,18 | 7,88 | 3,18 | 4,03 | 3,95 | 14,45 | 9,84 | 6,70 | 6,19 |
| Multipad | 9,65 | 8,72 | 3,70 | -5,39 | 2,83 | 5,99 | 11,68 | 10,24 | 7,19 |
| iPad 1 | 7,33 | 6,82 | 3,24 | 1,52 | 3,14 | 15,45 | 9,59 | 8,05 | 6,53 |
| iPad 3 | 3,85 | 3,93 | 1,51 | -1,23 | 2,31 | 1,11 | 7,35 | 4,54 | 3,55 |
| iPad 4 | 4,04 | 4,01 | 1,41 | 2,25 | 1,94 | 3,47 | 3,83 | 4,49 | 2,29 |
| Xperia P | 11,99 | 9,98 | 8,24 | 7,65 | 8,23 | 12,01 | 13,09 | 9,68 | 9,63 |
| Galaxy S | 5,71 | 5,70 | 1,70 | -0,32 | 2,47 | -21,87 | 14,72 | 6,28 | 4,10 |
| Galaxy S Ad | 5,94 | 6,11 | 1,49 | 1,57 | 3,12 | -16,88 | 13,05 | 6,40 | 4,03 |
| Galaxy S2 | 8,30 | 8,04 | 3,05 | -3,65 | 4,23 | -31,47 | 17,91 | 8,19 | 5,09 |
| Galaxy S4 | 6,21 | 6,06 | 1,92 | 1,41 | 3,84 | -15,22 | 12,65 | 6,17 | 4,23 |
| iPhone 3GS | 6,53 | 6,17 | 2,66 | 3,09 | 2,51 | 13,97 | 8,36 | 4,39 | 3,44 |
| iPhone 4 | 6,04 | 5,33 | 3,27 | 1,51 | 3,12 | 13,35 | 8,47 | 5,01 | 5,82 |
| Xperia X10 | 7,00 | 5,73 | 3,91 | 0,25 | 1,80 | -1,71 | 15,99 | 9,02 | 7,61 |
| A78 | 8,87 | 8,34 | 4,10 | 3,14 | 2,20 | -1,56 | 15,84 | 11,64 | 7,79 |

Rezultati za izrađeni model standardnog zaslona pokretnog uređaja metodom polinomne regresije 2. reda ($\Delta\bar{E}_{00}=7,34$) usporedivi su s PLVC modelom. I u ovom slučaju najmanje odstupanje od modela zabilježeno je za uređaj Apple iPad 3 ($\Delta\bar{E}_{00}=3,85$), dok je najviša srednja vrijednost kolorimetrijske razlike izračunata za Sony Xperiu P ($\Delta\bar{E}_{00}=11,99$)

Tablica 86. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH odstupanja karakterizacije pojedinih uređaja metodom polinomne regresije 2. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka

| PR2 | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔL mean | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH stdev |
|-------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| TF101 | 1,13 | 0,99 | 0,73 | -0,04 | 0,85 | 0,22 | 1,61 | 1,05 | 0,83 |
| TF201 | 3,21 | 2,23 | 3,86 | -0,04 | 1,88 | 1,46 | 8,86 | 3,01 | 3,63 |
| Nexus 7 | 1,57 | 1,30 | 1,18 | 0,05 | 1,34 | 0,12 | 2,58 | 1,26 | 1,51 |
| HTC One | 3,70 | 3,18 | 2,77 | 0,28 | 2,68 | -2,75 | 9,66 | 3,51 | 3,34 |
| HTC One S | 3,18 | 1,79 | 4,67 | -0,18 | 2,06 | 0,39 | 6,67 | 4,49 | 7,01 |
| Galaxy S3 | 3,04 | 1,74 | 4,65 | -0,12 | 2,81 | 2,04 | 14,33 | 4,11 | 5,56 |
| Galaxy TAB2 | 3,75 | 1,84 | 5,42 | -0,27 | 2,56 | 1,56 | 6,05 | 3,95 | 6,29 |
| Multipad | 8,03 | 4,76 | 11,09 | -0,22 | 4,29 | 8,54 | 32,52 | 8,38 | 10,64 |
| iPad 1 | 1,48 | 0,79 | 2,31 | -0,07 | 1,09 | 0,25 | 2,53 | 1,54 | 2,78 |
| iPad 3 | 2,06 | 1,41 | 2,37 | -0,10 | 1,89 | 0,93 | 5,81 | 1,90 | 1,99 |
| iPad 4 | 1,59 | 1,03 | 1,97 | -0,07 | 1,25 | 0,12 | 3,17 | 1,58 | 2,47 |
| Xperia P | 10,49 | 7,81 | 9,26 | -0,07 | 8,26 | 5,94 | 35,35 | 9,60 | 10,63 |
| Galaxy S | 1,81 | 1,13 | 2,56 | -0,01 | 1,15 | -0,33 | 5,07 | 2,59 | 3,81 |
| Galaxy S Ad | 3,15 | 1,69 | 4,81 | -0,14 | 1,85 | 0,47 | 7,07 | 4,53 | 7,23 |
| Galaxy S2 | 4,67 | 2,71 | 8,39 | -0,07 | 2,16 | 6,43 | 18,42 | 5,99 | 8,10 |
| Galaxy S4 | 3,77 | 2,25 | 7,27 | -0,96 | 7,10 | 1,97 | 10,49 | 3,00 | 3,78 |
| iPhone 3GS | 3,02 | 2,04 | 3,09 | -0,09 | 1,85 | 0,45 | 4,76 | 3,24 | 3,96 |
| iPhone 4 | 2,90 | 1,67 | 4,27 | -0,17 | 2,31 | 1,09 | 5,67 | 3,34 | 4,45 |
| Xperia X10 | 2,96 | 1,96 | 3,98 | 0,02 | 0,98 | 1,27 | 8,14 | 3,72 | 4,18 |
| A78 | 2,93 | 1,87 | 3,62 | -0,09 | 2,05 | 1,31 | 6,19 | 3,09 | 3,91 |

U usporedbi primjenom neuronske mreže rezultati karakterizacije pojedinih uređaja polinomnom regresijom 2. reda vidljivo su lošiji (Tablica 86). Za razliku od NM i PLVC metoda, srednja vrijednost ni za jedan uređaj ne nalazi se u rasponu $0 < \Delta E_{00} < 1$. Ponovno je uočljiv problem s karakterizacijom RGBW zaslona u uređaju Xperia P, koji i u ovom slučaju pokazuje najslabije rezultate karakterizacije.

7.14.5 Karakterizacija upotrebom polinomne regresije 3. reda

Tablica 87. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} odstupanja izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 3. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje

| PR3 | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔE_{00} min | ΔE_{00} max |
|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Svi podatci | 7,25 | 6,54 | 3,95 | 0,33 | 53,80 |

Tablica 88. Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH odstupanja izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 3. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje

| PR3 | ΔL mean | ΔL median | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC median | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH median | ΔH stdev |
|--------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Svi podatci | 0,36 | 0,53 | 5,15 | -0,76 | 2,94 | 19,68 | 6,87 | 5,39 | 5,92 |

Tablica 89. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i odstupanja izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 3. reda od empirijskih podataka za pojedine uređaje

| PR3 | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔL mean | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH stdev |
|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| TF101 | 6,86 | 6,53 | 2,96 | -1,64 | 2,71 | 14,27 | 8,80 | 7,95 | 5,49 |
| TF201 | 9,45 | 9,20 | 2,42 | -4,62 | 3,18 | 19,19 | 9,94 | 6,75 | 4,36 |
| Nexus 7 | 5,70 | 5,81 | 1,99 | 0,86 | 3,11 | 13,00 | 9,40 | 2,99 | 2,18 |
| HTC One | 6,70 | 5,61 | 3,80 | 5,04 | 4,17 | -2,43 | 8,36 | 6,50 | 4,67 |
| HTC One S | 6,50 | 6,46 | 1,91 | 0,86 | 2,96 | -15,56 | 14,80 | 7,34 | 5,61 |
| Galaxy S3 | 11,40 | 11,45 | 2,96 | -9,10 | 3,15 | -30,95 | 15,35 | 6,36 | 4,13 |
| Galaxy TAB2 | 7,95 | 7,74 | 2,94 | 4,01 | 3,92 | 14,15 | 9,47 | 6,45 | 6,19 |
| Multipad | 9,73 | 9,00 | 3,68 | -5,41 | 2,84 | 5,68 | 11,56 | 10,51 | 7,06 |
| iPad 1 | 7,13 | 6,68 | 3,29 | 1,50 | 3,13 | 15,15 | 9,55 | 7,81 | 6,70 |
| iPad 3 | 3,72 | 3,84 | 1,38 | -1,26 | 2,30 | 0,81 | 6,97 | 4,31 | 3,39 |
| iPad 4 | 3,86 | 3,90 | 1,26 | 2,23 | 1,94 | 3,17 | 3,23 | 4,21 | 2,19 |
| Xperia P | 11,82 | 9,60 | 8,28 | 7,63 | 8,23 | 11,70 | 13,11 | 9,36 | 9,67 |
| Galaxy S | 5,78 | 5,64 | 1,74 | -0,34 | 2,48 | -22,17 | 14,58 | 6,38 | 4,19 |
| Galaxy S Ad | 5,96 | 6,06 | 1,49 | 1,55 | 3,11 | -17,18 | 12,92 | 6,55 | 4,07 |
| Galaxy S2 | 8,25 | 7,98 | 3,06 | -3,67 | 4,18 | -31,77 | 17,71 | 8,19 | 5,04 |
| Galaxy S4 | 6,17 | 6,00 | 2,00 | 1,38 | 3,84 | -15,52 | 12,58 | 6,20 | 4,35 |
| iPhone 3GS | 6,36 | 6,27 | 2,11 | 3,07 | 2,48 | 13,67 | 7,80 | 4,20 | 3,10 |
| iPhone 4 | 5,90 | 5,28 | 3,20 | 1,49 | 3,10 | 13,05 | 8,46 | 4,96 | 5,77 |
| Xperia X10 | 6,85 | 5,55 | 3,80 | 0,23 | 1,76 | -2,02 | 15,58 | 8,84 | 7,55 |
| A78 | 8,88 | 8,27 | 4,20 | 3,12 | 2,21 | -1,86 | 15,49 | 11,77 | 7,83 |

Upotreba polinoma 3. reda rezultirala je daljnjim smanjenjem srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike ($\Delta\bar{E}_{00}=7,25$). Kao i do sada, i u ovom slučaju najmanje odstupanje u odnosu na model ima zaslon uređaja Apple iPad 3 ($\Delta\bar{E}_{00}=3,72$), dok Sony Xperia P i dalje pokazuje najviše odstupanje od modela ($\Delta\bar{E}_{00}=11,82$)

Tablica 90. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH odstupanja karakterizacije pojedinih uređaja metodom polinomne regresije 3. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka

| PR3 | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔL mean | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH stdev |
|-------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| TF101 | 1,43 | 1,10 | 1,48 | -0,04 | 1,03 | 0,02 | 2,30 | 1,37 | 1,69 |
| TF201 | 1,49 | 1,26 | 1,13 | -0,01 | 1,41 | -0,27 | 2,59 | 0,97 | 0,91 |
| Nexus 7 | 1,64 | 1,35 | 1,35 | 0,03 | 1,44 | -0,04 | 3,33 | 1,26 | 1,31 |
| HTC One | 2,77 | 2,13 | 2,46 | -0,21 | 2,13 | 1,60 | 7,91 | 2,66 | 2,26 |
| HTC One S | 0,34 | 0,25 | 0,33 | -0,01 | 0,23 | 0,16 | 1,01 | 0,45 | 0,48 |
| Galaxy S3 | 1,59 | 0,98 | 1,81 | -0,01 | 0,81 | 1,90 | 9,28 | 2,63 | 3,64 |
| Galaxy TAB2 | 0,28 | 0,16 | 0,46 | 0,00 | 0,18 | -0,10 | 0,62 | 0,30 | 0,43 |
| Multipad | 2,28 | 1,09 | 4,07 | -0,12 | 1,78 | 0,64 | 5,10 | 2,72 | 5,38 |
| iPad 1 | 0,40 | 0,25 | 0,51 | -0,01 | 0,23 | 0,00 | 0,77 | 0,43 | 0,55 |
| iPad 3 | 1,33 | 0,82 | 2,12 | -0,06 | 1,13 | 0,17 | 2,85 | 1,42 | 2,55 |
| iPad 4 | 0,47 | 0,38 | 0,32 | 0,02 | 0,34 | -0,09 | 0,98 | 0,47 | 0,45 |
| Xperia P | 4,84 | 3,37 | 4,92 | -0,36 | 3,54 | 2,80 | 13,32 | 4,40 | 5,01 |
| Galaxy S | 1,53 | 1,03 | 1,67 | -0,01 | 0,75 | 0,56 | 4,38 | 2,24 | 2,64 |
| Galaxy S Ad | 0,53 | 0,38 | 0,53 | -0,01 | 0,30 | 0,13 | 1,31 | 0,73 | 0,88 |
| Galaxy S2 | 2,33 | 1,24 | 4,61 | -0,13 | 2,54 | 0,37 | 8,31 | 2,76 | 4,14 |
| Galaxy S4 | 1,35 | 0,70 | 3,09 | 0,04 | 1,50 | -0,25 | 5,02 | 1,37 | 3,42 |
| iPhone 3GS | 1,39 | 0,90 | 1,74 | 0,01 | 0,78 | 0,23 | 2,60 | 1,54 | 1,91 |
| iPhone 4 | 2,85 | 1,31 | 5,03 | -0,06 | 2,12 | 0,04 | 4,30 | 3,43 | 5,97 |
| Xperia X10 | 2,24 | 1,42 | 3,25 | 0,03 | 0,91 | 0,77 | 5,52 | 2,77 | 3,74 |
| A78 | 1,25 | 0,79 | 1,59 | 0,02 | 0,60 | 0,03 | 2,65 | 1,47 | 1,87 |

Primjena polinoma 3. reda rezultirala je boljim rezultatima pojedinačne karakterizacije uređaja u odnosu na polinom 2. reda, iako su lošiji u odnosu na neuronske mreže. RGBW zaslon u uređaju Sony Xperia P i u ovom slučaju pokazuje najslabije rezultate ($\Delta\bar{E}_{00}=4,84$). Srednja vrijednost kolorimetrijske razlike karakterizacije za 5 uređaja kreće se u rasponu $0 < \bar{E}_{00} < 1$.

7.14.6 Karakterizacija upotrebom splajn funkcije

Tablica 91. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} za odstupanje izrađenog splajn modela standardnog zaslona od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje

| Splajn | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔE_{00} min | ΔE_{00} max |
|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Svi podatci | 7,21 | 6,48 | 3,97 | 0,28 | 54,18 |

Tablica 92. Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH za odstupanje izrađenog splajn modela standardnog zaslona od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje

| Splajn | ΔL mean | ΔL median | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC median | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH median | ΔH stdev |
|--------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Svi podatci | 0,37 | 0,58 | 5,15 | -0,78 | 2,96 | 19,65 | 6,81 | 5,29 | 5,93 |

Tablica 93. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje izrađenog splajn modela standardnog zaslona od empirijskih podataka za pojedine uređaje

| Splajn | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔL mean | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH stdev |
|--------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| TF101 | 6,75 | 6,33 | 3,01 | 2,32 | 2,12 | 14,34 | 8,41 | 7,86 | 5,52 |
| TF201 | 9,42 | 9,15 | 2,54 | 4,84 | 2,83 | 19,20 | 9,74 | 6,74 | 4,41 |
| Nexus 7 | 5,63 | 5,81 | 2,05 | 2,46 | 2,08 | 13,10 | 9,06 | 2,88 | 2,18 |
| HTC One | 6,65 | 5,42 | 3,81 | 5,07 | 4,12 | 6,81 | 5,28 | 6,45 | 4,62 |
| HTC One S | 6,44 | 6,37 | 1,94 | 2,55 | 1,71 | 16,66 | 13,60 | 7,20 | 5,62 |
| Galaxy S3 | 11,38 | 11,41 | 2,99 | 9,08 | 3,18 | 31,03 | 15,41 | 6,41 | 4,10 |
| Galaxy TAB2 | 7,97 | 7,84 | 2,88 | 4,87 | 2,78 | 14,38 | 8,90 | 6,41 | 6,22 |
| Multipad | 9,63 | 8,85 | 3,81 | 5,48 | 2,65 | 10,39 | 7,34 | 10,36 | 7,19 |
| iPad 1 | 7,12 | 6,56 | 3,26 | 2,94 | 1,83 | 15,15 | 9,37 | 7,78 | 6,70 |
| iPad 3 | 3,65 | 3,70 | 1,35 | 2,28 | 1,29 | 5,34 | 4,42 | 4,23 | 3,35 |
| iPad 4 | 3,82 | 3,80 | 1,31 | 2,53 | 1,54 | 3,72 | 2,34 | 4,13 | 2,28 |
| Xperia P | 11,82 | 9,68 | 8,26 | 8,18 | 7,68 | 12,49 | 12,28 | 9,39 | 9,60 |
| Galaxy S | 5,66 | 5,63 | 1,67 | 2,06 | 1,35 | 22,28 | 14,41 | 6,18 | 4,04 |
| Galaxy S Ad | 5,87 | 6,04 | 1,53 | 2,82 | 2,02 | 17,31 | 12,74 | 6,39 | 3,99 |
| Galaxy S2 | 8,30 | 8,01 | 3,03 | 4,28 | 3,58 | 31,93 | 17,57 | 8,21 | 5,04 |
| Galaxy S4 | 6,16 | 5,94 | 2,00 | 3,24 | 2,49 | 15,96 | 12,10 | 6,11 | 4,35 |
| iPhone 3GS | 6,31 | 6,26 | 2,11 | 3,47 | 1,85 | 13,70 | 7,48 | 4,18 | 3,12 |
| iPhone 4 | 5,83 | 5,19 | 3,09 | 2,81 | 1,90 | 13,35 | 7,75 | 4,82 | 5,65 |
| Xperia X10 | 6,89 | 5,57 | 3,85 | 1,44 | 1,15 | 13,87 | 7,32 | 8,86 | 7,62 |
| A78 | 8,81 | 8,25 | 4,25 | 3,29 | 1,93 | 13,95 | 6,64 | 11,64 | 7,98 |

U usporedbi s dosadašnjim modelima karakterizacije, model standardnog zaslona pokretnog uređaja izrađen metodom karakterizacije tankoslojnom (poliharmonijskom) splajn funkcijom ima najmanju srednju vrijednost kolorimetrijske razlike u odnosu na empirijske podatke za sve uređaje ($\Delta\bar{E}_{00}=7,21$). I u ovom slučaju Apple iPad 3 najmanje odstupa od modela ($\Delta\bar{E}_{00}=3,65$) dok model najslabije opisuje reprodukciju na uređaju Sony Xperia P ($\Delta\bar{E}_{00}=11,82$).

Tablica 94. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje karakterizacije pojedinih uređaja metodom poliharmonijske splajn funkcije od evaluacijskog seta empirijskih podataka

| Splajn | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔL mean | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH stdev |
|-------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| TF101 | 0,17 | 0,13 | 0,15 | 0,09 | 0,07 | 0,18 | 0,29 | 0,18 | 0,22 |
| TF201 | 0,41 | 0,16 | 1,06 | 0,30 | 0,95 | 0,51 | 1,67 | 0,23 | 0,37 |
| Nexus 7 | 0,20 | 0,11 | 0,25 | 0,13 | 0,21 | 0,21 | 0,29 | 0,16 | 0,18 |
| HTC One | 0,42 | 0,33 | 0,33 | 0,26 | 0,23 | 0,54 | 0,58 | 0,38 | 0,36 |
| HTC One S | 0,07 | 0,04 | 0,10 | 0,04 | 0,05 | 0,08 | 0,16 | 0,08 | 0,10 |
| Galaxy S3 | 0,43 | 0,36 | 0,32 | 0,20 | 0,18 | 0,67 | 0,63 | 0,63 | 0,51 |
| Galaxy TAB2 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| Multipad | 0,09 | 0,06 | 0,12 | 0,05 | 0,06 | 0,11 | 0,17 | 0,09 | 0,12 |
| iPad 1 | 0,05 | 0,03 | 0,11 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,14 | 0,05 | 0,07 |
| iPad 3 | 0,06 | 0,04 | 0,10 | 0,03 | 0,04 | 0,08 | 0,15 | 0,06 | 0,07 |
| iPad 4 | 0,06 | 0,04 | 0,12 | 0,02 | 0,03 | 0,09 | 0,18 | 0,08 | 0,09 |
| Xperia P | 0,60 | 0,43 | 0,57 | 0,30 | 0,29 | 0,52 | 0,56 | 0,63 | 0,73 |
| Galaxy S | 0,46 | 0,33 | 0,51 | 0,16 | 0,13 | 0,64 | 0,83 | 0,61 | 0,56 |
| Galaxy S Ad | 0,14 | 0,10 | 0,15 | 0,08 | 0,07 | 0,19 | 0,21 | 0,18 | 0,22 |
| Galaxy S2 | 0,51 | 0,41 | 0,42 | 0,25 | 0,21 | 0,72 | 0,66 | 0,67 | 0,62 |
| Galaxy S4 | 0,16 | 0,11 | 0,23 | 0,09 | 0,09 | 0,21 | 0,36 | 0,16 | 0,21 |
| iPhone 3GS | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,05 | 0,05 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,11 |
| iPhone 4 | 0,45 | 0,08 | 1,45 | 0,23 | 0,87 | 0,37 | 1,45 | 0,49 | 1,57 |
| Xperia X10 | 0,17 | 0,12 | 0,18 | 0,08 | 0,09 | 0,22 | 0,28 | 0,20 | 0,22 |
| A78 | 0,14 | 0,11 | 0,11 | 0,07 | 0,05 | 0,16 | 0,19 | 0,16 | 0,15 |

Rezultati pojedinačne karakterizacije metodom poliharmonijskih splajn funkcija pokazuju značajno poboljšanje u usporedbi sa svim prethodnim metodama karakterizacije. Prosječna kolorimetrijska razlika za sve uređaje kreće se između $0,03 < \Delta\bar{E}_{00} \leq 0,60$, a za većinu uređaja (13) srednja vrijednost kolorimetrijske razlike ne prelazi 0,20.

7.14.7 Usporedba generiranih modela prosječnog uređaja

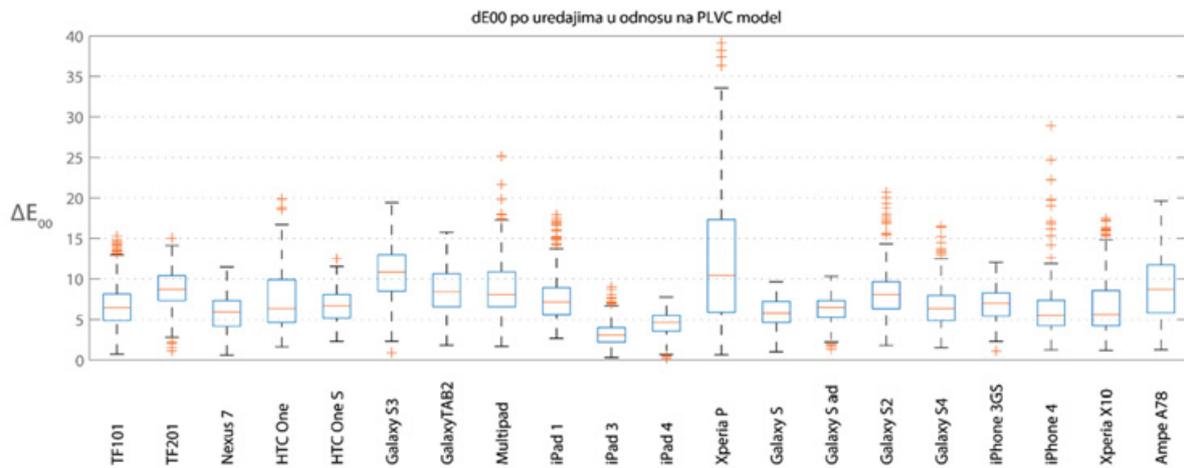
Tablica 95. Izračunate vrijednosti ΔE_{00} odstupanja izrađenih modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od empirijskih podataka za sve uređaje

| Model | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} stdev | ΔE_{00} min | ΔE_{00} max |
|--------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| sRGB | 10,81 | 9,90 | 5,61 | 0,00 | 55,86 |
| PLVC | 7,37 | 6,79 | 3,87 | 0,06 | 56,56 |
| NM 20 | 7,42 | 6,63 | 4,05 | 0,24 | 55,90 |
| PR2 | 7,34 | 6,61 | 3,97 | 0,36 | 54,81 |
| PR3 | 7,25 | 6,54 | 3,95 | 0,33 | 53,80 |
| Splajn | 7,21 | 6,48 | 3,97 | 0,28 | 54,18 |

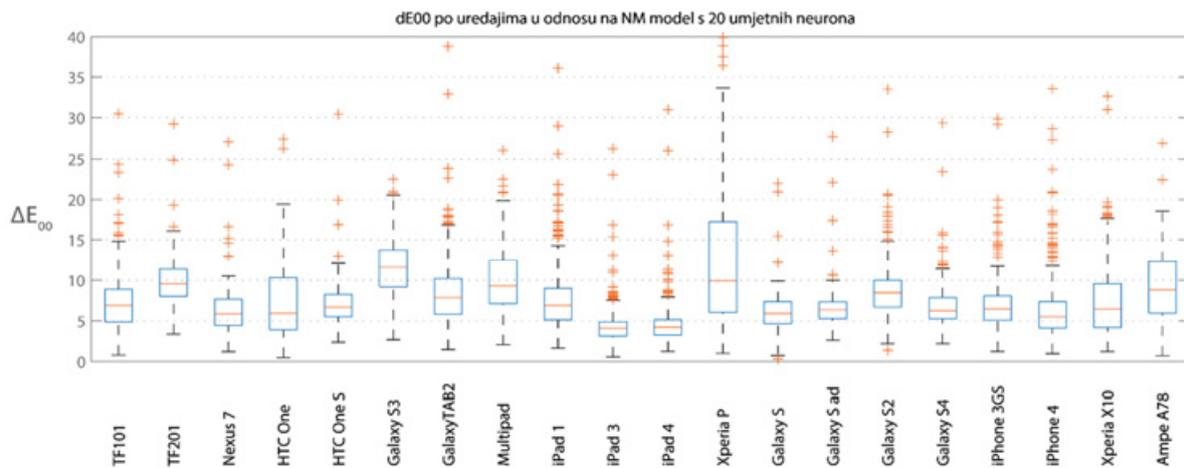
Tablica 96. Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH odstupanja izrađenih modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od empirijskih podataka za sve uređaje

| Model | ΔL mean | ΔL median | ΔL stdev | ΔC mean | ΔC median | ΔC stdev | ΔH mean | ΔH median | ΔH stdev |
|--------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| sRGB | -1,50 | -0,92 | 5,65 | -7,35 | -3,97 | 22,17 | 13,72 | 11,75 | 10,07 |
| PLVC | 1,29 | 1,55 | 5,18 | -1,03 | 2,86 | 19,68 | 6,91 | 5,48 | 5,89 |
| NM 20 | 0,43 | 0,61 | 5,18 | -1,18 | 2,75 | 19,84 | 7,05 | 5,56 | 6,01 |
| PR2 | 0,38 | 0,53 | 5,16 | -0,44 | 3,23 | 19,79 | 6,95 | 5,53 | 5,91 |
| PR3 | 0,36 | 0,53 | 5,15 | -0,76 | 2,94 | 19,68 | 6,87 | 5,39 | 5,92 |
| Splajn | 0,37 | 0,58 | 5,15 | -0,78 | 2,96 | 19,65 | 6,81 | 5,29 | 5,93 |

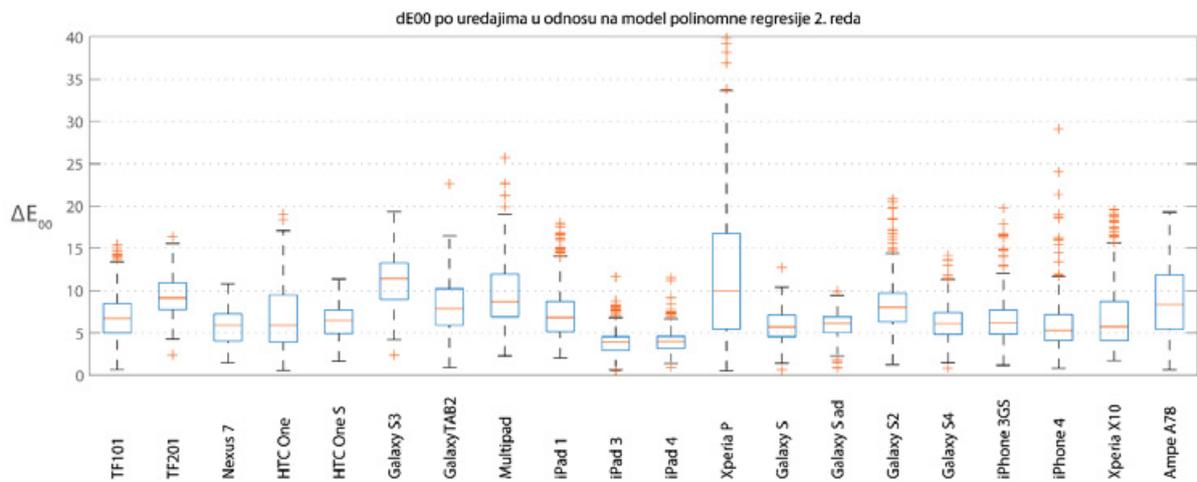
Za potrebe opisa prosječnog uređaja koji ima najmanje odstupanje u odnosu na empirijske vrijednosti za 20 uređaja koji su sudjelovali u eksperimentu, svaki od evaluiranih modela karakterizacije ponudio je bolje rezultate u usporedbi sa sRGB modelom. Srednja vrijednost kolorimetrijske razlike najpreciznijeg među generiranim modelima, poliharmonijske splajn funkcije ($\Delta E_{00}=7,21$), predstavlja poboljšanje od 33,3% u odnosu na srednju vrijednost sRGB modela ($\Delta E_{00}=10,81$). Male razlike u vrijednostima za izrađene modele ukazuju na to da je postignuta donja granicu prosječne kolorimetrijske razlike s obzirom na neovisne varijable na osnovi kojih je izrađena karakterizacijska funkcija. Iako PLVC predstavlja najoptimalniji model s obzirom na procesorske zahtjeve i potreban broj mjerenih uzoraka, s obzirom na primjenu modela u okviru ovog rada, generiranja optimizirane palete boja, koristit će se splajn model koji ima najmanju vrijednost kolorimetrijske razlike.



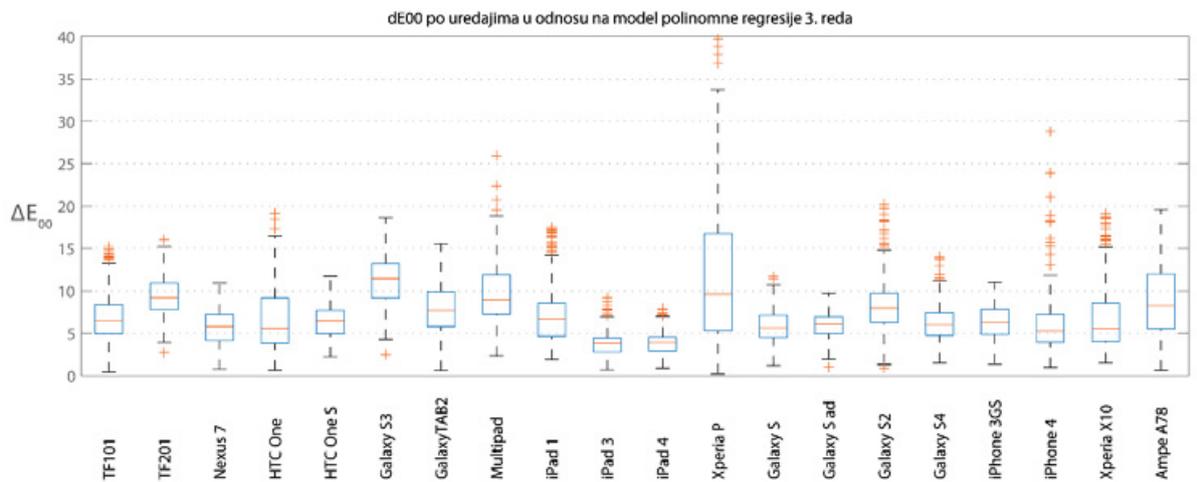
Slika 39. Box-plot dijagram odstupanja izrađenog PLVC modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od empirijskih vrijednosti za pojedine uređaje



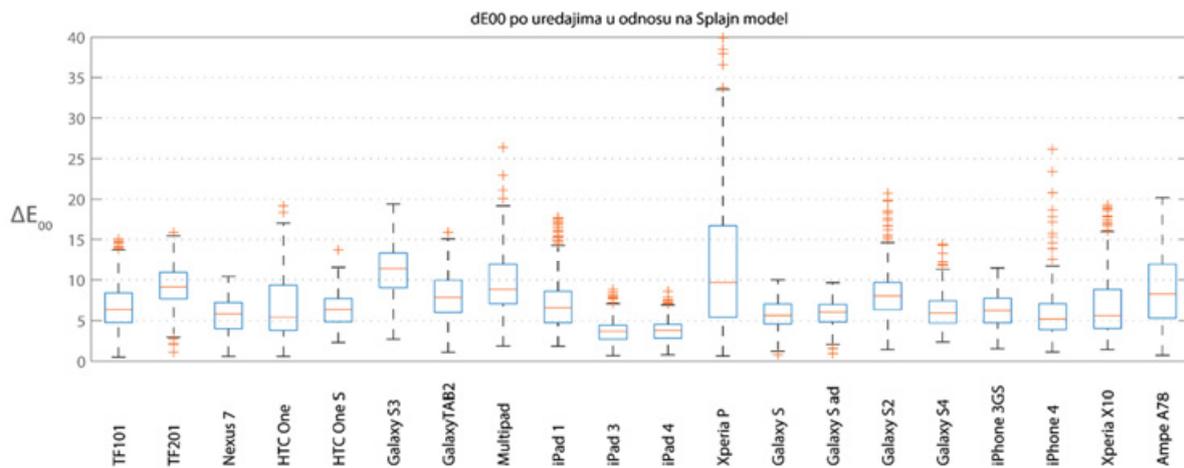
Slika 40. Box-plot dijagram odstupanja izrađenog NM modela standardnog zaslona pokretnog uređaja s 20 umjetnih neurona u skrivenom sloju od empirijskih vrijednosti za pojedine uređaje



Slika 41. Box-plot dijagram odstupanja izrađenog modela standardnog zaslona pokretnog uređaja metodom polinomne regresije 2. reda od empirijskih vrijednosti za pojedine uređaje



Slika 42. Box-plot dijagram odstupanja izrađenog modela standardnog zaslona pokretnog uređaja metodom polinomne regresije 3. reda od empirijskih vrijednosti za pojedine uređaje



Slika 43. Box-plot dijagram odstupanja izrađenog splajn modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od empirijskih vrijednosti za pojedine uređaje

8. Optimizacija paleta boja za reprodukciju na zaslonima pokretnih uređaja

Uloga boja u GKS može biti višeznačna te ju je moguće rabiti kao sredstvo za prijenos informacija, za hijerarhijsku organizaciju i grupiranje elemenata na zaslonu, kao sredstvo privlačenja pozornosti ili radi poboljšanja estetskog doživljaja. U kontekstu oblikovanja sustava za PK, neke od navedenih uloga opisane su u poglavljima 3., 4. i 5. Paleta boja rabljena za oblikovanje GKS podrazumijeva ograničen set boja kojima se dizajner koristi za izradu grafičkih reprezentacija na zaslonu uređaja. Broj boja u paleti može biti ograničen mogućnostima sustava ili zahtjevima projekta. Pri uporabi boja iz palete potrebno je uzeti u obzir da na percepciju određene boje utječu čimbenici poput okolnih boja, dimenzija obojane površine i uvjeta promatranja [189]. Stoga se dizajner, prigodom uporabe reducirane palete, treba osloniti na vlastito poznavanje materije korištenja bojom u oblikovanju i pridržavati se općenitih smjernica uporabe boja za oblikovanje GKS, koje su detaljno razrađene u postojećoj literaturi [189]. Za oblikovanje GKS preporučuje se upotreba palete s ograničenim brojem tonova, kako bi se zadržala konzistentnost izgleda [189], [190]. Oslanjajući se na principe harmonije boja, moguće je odabrati kolorističke kombinacije koje će biti funkcionalne i estetski privlačne [191].

Ware [137] smatra da je prije određivanja palete boja potrebno razmotriti cijeli niz perceptualnih faktora: distinkciju, jedinstvene tonove, kontrast s pozadinom, poremećaje doživljaja boja, broj boja, veličinu polja i konvencije. Wareove smjernice prvenstveno su usmjerene na primjenu u informacijskom dizajnu, gdje je vrlo važna distinkcija između različitih tonova, dovoljan kontrast i pristupačnost palete većini korisnika. Bitan čimbenik kod odabira palete predstavlja mogućnost pravilnog imenovanja boja, osobito onih namijenjenih primjeni u stvaranju informativnih sadržaja. Boje koje je lako imenovati bolje se pamte i omogućuju lakšu komunikaciju s grafičkim elementima koji se njima koriste. Smatra se da su trenirani stručnjaci za procjenu boja u mogućnosti razlučiti oko 1 milijun boja, dok običan promatrač može razaznati oko 20 tisuća različitih tonova [192]. Međutim, ljudska mogućnost kategorizacije boja prema tek zamjetljivoj razlici (*Just noticeable difference*, JND) značajno se razlikuje od kategorizacije boja prema pamćenju. Relativistička teorija percepcije boja zastupa stajalište da je kategorizacija boja arbitrarna i ovisna o kulturološkim i sociološkim aspektima

svake jezične skupine, poznata i kao Sapir-Whorfijaska hipoteza [193]. Suprotno relativističkoj definiciji kategorizacije boja jest univerzalistička, čiji pobornici smatraju da postoji univerzalna kategorizacija neovisna o jezičnim i kulturološkim razlikama. Značajan prilog ovoj teoriji daje istraživanje koje su proveli Berlin i Kay na pojedincima iz 20 različitih govornih područja, rabeći 320 uzoraka Munsellovog prostora boja [194]. Istraživanjem su utvrdili postojanje žarišta, odnosno fokusa, kojima su ispitanici težili kada je od njih zatraženo da označe najbolju reprezentaciju određenog imena boje. Također su utvrdili da se osnovno nazivlje boja svih istraživanih jezika zasniva na 11 perceptualnih kategorija: crne, bijele, crvene, zelene, žute, plave, smeđe, ljubičaste, ružičaste narančaste i sive. Tendencija rasporeda i prisjećanja boja prema ovoj kategorizaciji potvrđena je i drugim istraživanjima [195], [196]. Boynton ih naziva bojama koje je „gotovo nemoguće zamijeniti“ [197].

Potrebno je da opseg palete boja u grafičkim znakovnim sustavima za PK zadovoljava zahtjeve oblikovanja grafičkih znakova, grafičkog korisničkog sučelja i vizualne kategorizacije bojom. S obzirom na činjenicu da reprezentacije na grafičkim znakovima u većini slučajeva predstavljaju objekte i subjekte iz stvarnoga svijeta, u paleti bi trebali biti zastupljeni tonovi kojima se može koristiti za njihovu pravilnu reprezentaciju. Međutim, budući da velik broj boja može prouzročiti i opterećenje u perceptivnoj i kognitivnoj obradi slikovnih informacija [17], broj različitih tonova u paleti potrebno je svesti na najmanju funkcionalnu mjeru. Ranije navedenih 11 perceptualnih kategorija moguće je prihvatiti kao minimalan broj boja kojima čovjek može opisati svijet oko sebe. Kao što je ustanovljeno analizom setova grafičkih znakova za PK u 4. poglavlju, u paleti se trebaju rabiti pretežno zasićene boje.

U domeni konstrukcije paleta boja razlikujemo računalno generirane i subjektivno odabrane palete. U slučaju računalno generiranih paleta, na osnovi unesenih podataka računalo pomoću algoritma odabire vrijednosti boja palete. Utjecaj korisnika na značajke generirane palete određen je uporabljenim algoritmom. Subjektivno odabrane palete produkt su korisnikovog direktnog određivanja vrijednosti boja koje sačinjavaju paletu. Boje mogu biti odabrane na osnovi korisnikova znanja, rezultata subjektivnih procjena ili dostupnih slikovnih materijala. Korisnik vrijednosti palete može unositi u formi koordinata u prostoru boja, tekstualnog opisa, uporabom alata za odabir vrijednosti u vizualnoj reprezentaciji prostora boja ili odabirom vrijednosti slikovnog elementa koji služi kao predložak za konstrukciju palete. Dosadašnji radovi u području računalnoga generiranja paleta uglavnom su usmjereni na razvoj paleta za uporabu za prezentaciju sadržaja u području informacijskog dizajna [198]–[202].

8.1 Model procesa generiranja i optimizacije palete boja na osnovi najmanjeg odstupanja karakterizacijskog modela standardnoga zaslona pokretnog uređaja

U sljedećem tekstu opisan je predloženi model procesa generiranja i optimizacije palete boja na osnovi najmanjeg odstupanja karakterizacijskog modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od vrijednosti evaluiranih uređaja. Slika 44 predstavlja shematski prikaz procesa generiranja i optimizacije palete u sklopu ovog modela.

Generiranje paleta u ovom radu usmjereno je na odabir ulaznih vrijednosti koje imaju optimalnu reprodukciju na zaslonima različitih pokretnih uređaja. Budući da je u prethodnom poglavlju definiran model standardnog zaslona pokretnog uređaja, ulazna vrijednost s optimalnom reprodukcijom u kontekstu ovog rada jest ona RGB vrijednost za koju izlazna vrijednost predviđena modelom ima najmanju srednju vrijednost kolorimetrijske razlike u odnosu na izlazne vrijednosti za sve uređaje na osnovi kojih je model izgrađen. S obzirom da bi palete generirane isključivo po principu najmanjih srednjih vrijednosti kolorimetrijske razlike između modela standardnoga zaslona i svih mjerenih uređaja značajno ograničile mogućnosti oblikovanja (Tablica 97, Tablica 98), potrebno je u procesu generiranja i optimizacije palete omogućiti određeni stupanj kontrole. Zbog razlika u značajkama paleta s obzirom na namjenu aplikacije, njezin sadržaj, značajke GKS-a i ciljanu publiku, dizajner ili razvijatelj ima zadatak određivanja osnovnih parametara palete, poput broja jedinstvenih tonova obuhvaćenih paletom i međusobnih odstupanja boja u odnosu na svjetlinu i zasićenje te na dozvoljeno odstupanje optimizacije u odnosu na željene vrijednosti. Na taj način unutar prostora boje određuju se referentne koordinate iz kojih se odvija proces optimizacije te granica dozvoljenog odstupanja optimiziranih ulaznih vrijednosti od onih koje se nalaze u referentnim točkama.

HSL prostor boja, opisan u 7. poglavlju, rabi se za određivanje referentnih točaka i područja optimizacije. Budući da je ljudima lakše opisivati boje u domenama tona, zasićenja i luminacije [189], HSL predstavlja bolji odabir za potrebe kreiranja paleta u usporedbi s RGB prostorom boja te je često rabljen za potrebe računalno generiranih paleta [202]–[204] ili u obliku alata za ručni odabir boja unutar računalnih programa za grafičku obradu [191]. Segmentiranjem perceptualno uniformnih prostora boja, poput CIELUV i CIELAB, može doći do situacije da se referentne točke nalaze izvan gamuta koji je moguće reproducirati na pokretnim uređajima.

Budući da je HSL prostor boja ovisan o uređaju, sve vrijednosti obuhvaćene ovim modelom moguće je reproducirati pomoću suvremenih pokretnih uređaja sa zaslonima u boji.

Tablica 97. 20 od 729 mjerenih ulaznih vrijednosti koje imaju najmanju vrijednost srednje kolorimetrijske razlike između vrijednosti predviđenih modelom prosječnog zaslona i empirijskih podataka za sve uređaje

| | R | G | B | ΔE_{90} |
|--|-----|-----|-----|-----------------|
| | 0 | 0 | 0 | 0,81 |
| | 0 | 0 | 32 | 2,35 |
| | 64 | 0 | 0 | 2,64 |
| | 32 | 0 | 0 | 2,77 |
| | 64 | 64 | 96 | 2,85 |
| | 0 | 0 | 64 | 2,94 |
| | 32 | 32 | 64 | 3,10 |
| | 32 | 32 | 32 | 3,17 |
| | 0 | 32 | 0 | 3,17 |
| | 192 | 192 | 224 | 3,21 |
| | 192 | 192 | 255 | 3,23 |
| | 96 | 0 | 0 | 3,34 |
| | 32 | 0 | 32 | 3,36 |
| | 224 | 224 | 255 | 3,39 |
| | 32 | 0 | 64 | 3,39 |
| | 0 | 32 | 64 | 3,50 |
| | 64 | 32 | 0 | 3,53 |
| | 96 | 32 | 32 | 3,58 |
| | 64 | 32 | 64 | 3,70 |
| | 128 | 0 | 0 | 3,73 |

Tablica 98. 20 od 729 mjerenih ulaznih vrijednosti koje imaju najveću vrijednost srednje kolorimetrijske razlike između vrijednosti predviđenih modelom prosječnog zaslona i empirijskih podataka za sve uređaje

| | R | G | B | ΔE_{90} |
|--|-----|-----|-----|-----------------|
| | 0 | 64 | 255 | 9,26 |
| | 32 | 64 | 255 | 8,90 |
| | 0 | 0 | 255 | 8,81 |
| | 0 | 32 | 255 | 8,79 |
| | 64 | 255 | 192 | 8,78 |
| | 255 | 32 | 96 | 8,74 |
| | 0 | 255 | 192 | 8,73 |
| | 255 | 192 | 192 | 8,71 |
| | 96 | 255 | 192 | 8,69 |
| | 32 | 255 | 192 | 8,61 |
| | 64 | 64 | 255 | 8,58 |
| | 32 | 32 | 255 | 8,58 |
| | 32 | 0 | 255 | 8,57 |
| | 64 | 32 | 255 | 8,53 |
| | 96 | 0 | 255 | 8,51 |
| | 255 | 0 | 96 | 8,49 |
| | 128 | 255 | 192 | 8,44 |
| | 64 | 0 | 255 | 8,41 |
| | 96 | 255 | 224 | 8,35 |
| | 128 | 255 | 224 | 8,35 |

Kontrola generiranja i optimizacije palete boja u predloženom modelu omogućena je određivanjem faktora segmentacije (FS), područja optimizacije (P) i vrijednosti jediničnog pomaka (R).

Kut pomaka između referentnih točaka za vrijednost tona određen je faktorom segmentacije HSL prostora (FS). Vrijednost faktora segmentacije određuje broj referentnih točaka, a kut pomaka u tonu jednak je između susjednih referentnih točaka za jednake vrijednosti luminacije i zasićenja. Faktorom segmentacije također se ravnomjerno razdjeljuju L i S osi HSL prostora, čime je ujedno određen i broj boja u generiranoj paleti. Budući da ovom metodom segmentacije

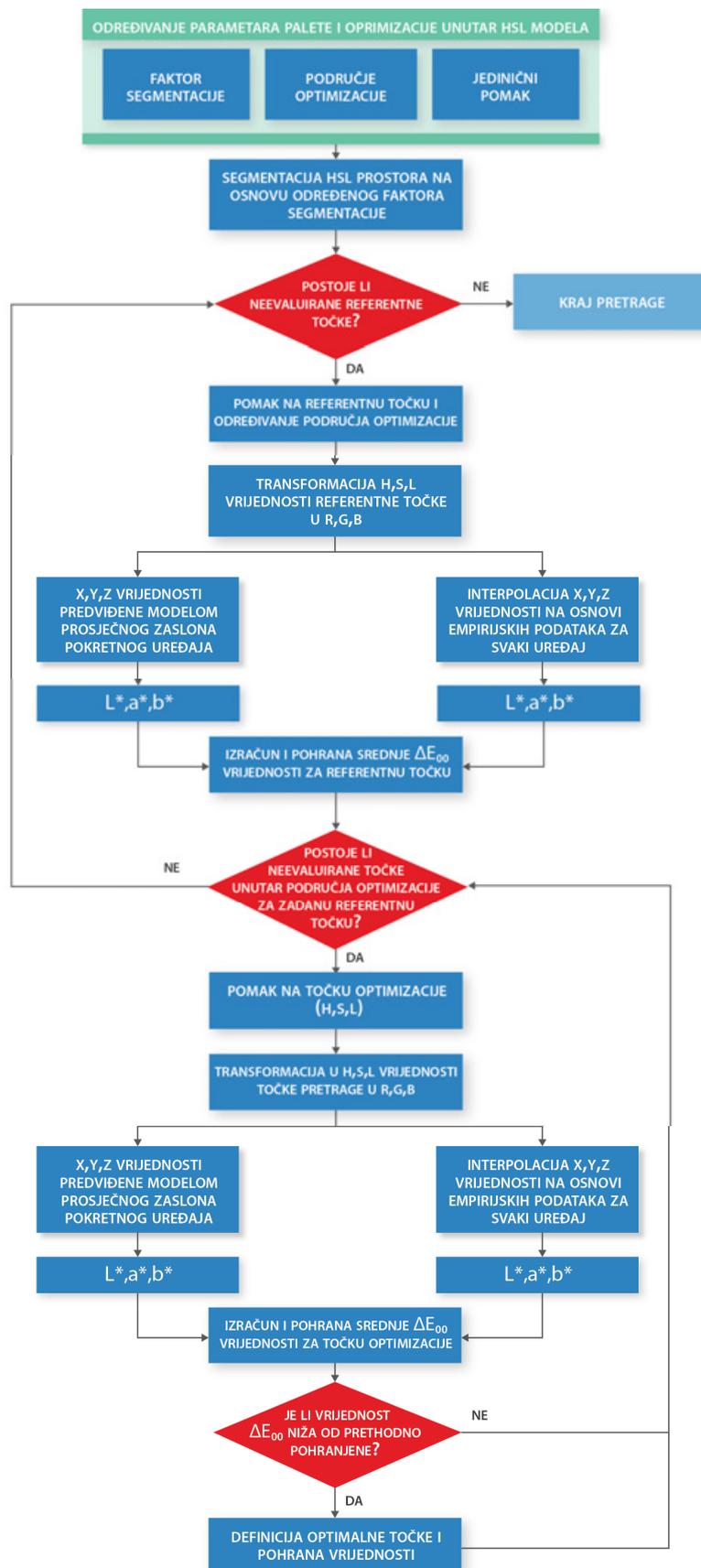
ukupan broj boja u generiranoj paleti može premašiti potreban broj s obzirom na namjenu, moguća je njihova naknadna redukcija, ovisno o potrebama palete.

Vrijednost područja optimizacije (P) određuje maksimalno odstupanje koje optimizirana boja u paleti može imati po svakoj osi HSL prostora boja u odnosu na referentnu točku. Velikim širenjem područja optimizacije optimizirana vrijednost u paleti može značajno odstupati od referentne vrijednosti. Ukoliko se područja pretrage za dvije ili više točaka preklapaju, postoji opasnost od ponavljanja istih optimiziranih vrijednosti u paleti.

Vrijednost jediničnog pomaka (R) određuje interval između trenutne i sljedeće točke optimizacije. Povećanjem vrijednosti jediničnog pomaka smanjuje se razlučivost optimizacije za određeno područje, čime su određene ulazne vrijednosti izostavljene iz procesa optimizacije. S obzirom da je velika vjerojatnost da vrijednosti izračunatih kolorimetrijskih razlika za dvije susjedne točke nemaju značajno odstupanje te s obzirom na procesorske zahtjeve obrade podataka, kod paleta s visokim vrijednostima faktora segmentacije, umjerenim smanjenjem razlučivosti omogućuje se skraćanje vremena optimizacije.

Na osnovi odabranih parametara segmentacije HSL prostora, granica prostora pretrage u odnosu na referentnu točku i iznos jediničnog pomaka unutar prostora pretrage, pretražuju se R,G,B vrijednosti čije izlazne vrijednosti predviđene modelom standardnog zaslona pokretnog uređaja imaju najmanju srednju vrijednost kolorimetrijske razlike u usporedbi s empirijskim podacima mjerenih uređaja za jednaku ulaznu vrijednost.

Određivanje parametara generirane palete ovisi o njezinoj primjeni. Za primjene u kojima se rabi izrazito ograničen broj boja za koje je važno da imaju što manja odstupanja prikaza na različitim pokretnim uređajima, poput paleta za vizualizaciju podataka u informacijskom dizajnu, moguće je odabrati nisku vrijednost faktora segmentacije, koji bi omogućio veći prostor pretrage uz zadržavanje dovoljne udaljenosti između vrijednosti za generirane boje te samim time osigurao njihovu bolju diskriminaciju.



Slika 44. Model procesa generiranja optimizirane palete na osnovi najmanjeg odstupanja karakterizacijskog modela standardnoga zaslona pokretnog uređaja

Za početnu optimiziranu vrijednost palete model uzima vrijednost referentne točke za koju se radi optimizacija. Za slučaj kada je $P=0$ ili $R>P$, generirana paleta sadrži isključivo vrijednosti referentnih točaka. Postupak izračuna vrijednosti srednje kolorimetrijske razlike za referentnu točku ili svaku točku u HSL prostoru koja je uključena u optimizaciju započinje transformacijom njezine HSL vrijednosti u RGB. Na osnovi RGB vrijednosti određuju se X,Y,Z vrijednosti predviđene modelom i za svaki evaluirani pokretni uređaj. Za potrebu evaluacije ulaznih vrijednosti koje nisu obuhvaćene empirijskim podacima za uređaje, vrijednosti X, Y, Z za pojedini uređaj izračunavaju se interpolacijom kubnim splajnom iz empirijskih podataka. Potom slijedi transformacija X,Y,Z vrijednosti u $L^*a^*b^*$ prostor boja, pri čemu je korištena bijela točka standardiziranog izvora E čije su koordinate kromatičnosti $x,y(0,33, 0,33)$. Na osnovi $L^*a^*b^*$ koordinata za određenu ulaznu vrijednost izračunava se kolorimetrijska razlika između vrijednosti predviđene modelom i vrijednosti za pojedini evaluirani pokretni uređaj. Izračunata srednja vrijednost odstupanja modela od vrijednosti za svaki evaluirani uređaj i R,G,B vrijednosti za referentnu točku pohranjuju se u dokument palete.

Algoritam potom prelazi na iduću točku u prostoru optimizacije, za koju istim postupkom izračunava srednju vrijednost kolorimetrijske razlike. Ova vrijednost uspoređuje se s prethodno pohranjenom. Ukoliko je srednja vrijednost trenutne točke za koju se vrši proces optimizacije manja od one prethodno pohranjene unutar istog područja pretrage, postaje nova optimizirana vrijednost za zadanu referentnu točku i njezini podaci se pohranjuju na mjesto dotadašnjih. U protivnom, prethodno pohranjena vrijednost ne mijenja se. Potom slijedi prelazak na novu točku evaluacije. Nakon što se navedeni postupak provede za sve točke koje su određene područjem optimizacije i jediničnim pomakom, proces optimizacije za određenu referentnu točku završen je i započinje proces optimizacije za sljedeću referentnu točku.

Kada se optimiziraju sve referentne točke zadane faktorom segmentacije, proces optimizacije palete dovršen je. Dobivenu paletu moguće je naknadno reducirati eliminirajući vrijednosti za pojedine referentne točke s obzirom na L, S i H domenu.

8.2 Eksperimentalni dio

Na osnovi predloženog modela generiranja optimizirane palete izrađen je algoritam koji je implementiran u računalni program MATLAB. Za potrebe provedbe eksperimenta rabljen je model standardnog zaslona pokretnog uređaja dobiven metodom karakterizacije tankoslojnim

splajnom, opisan u 7. poglavlju ovog rada. Za optimizaciju palete rabljeni su empirijski podaci 20 uređaja koji su sudjelovali u procesu izrade modela.

Za potrebe eksperimenta generirane su palete za tri skupine, klasificirane prema faktoru segmentacije:

Skup paleta A: FS=5, R=1, P=0-14

Skup paleta B: FS=8, R=3, P=0-18

Skup paleta C: FS=12, R=3, P=0-9

Kako bi se promatrao utjecaj područja pretrage na srednju vrijednost kolorimetrijske razlike, palete u svakom skupu generirane su iterativno, postupnim povećavanjem područja pretrage (korak pretrage). Područje pretrage za prvu paletu u skupu iznosi $P=0$, dok za iduće palete područje pretrage iznosi $0 \leq P_k \leq P_{\text{imax}}+1$, gdje je P_k područje pretrage za paletu koraka pretrage k , dok je P_{imax} maksimum područja pretrage za prethodno generiranu paletu.

Za potrebe izrade grafičkih znakova za osobe sa SKP skupovi paleta B i C naknadno su reducirani na rezultate za referentne točke koje se za vrijednosti svih 8, odnosno 12 tonova nalaze najbliže pozicijama $S=0,5$ i $S=1,0$ za $L=0,25$, $L=0,50$ i $L=0,75$. U paletu su također ubrojene i akromatske boje ($S=0$) za referentne točke najbliže pozicijama $L=0$, $L=0,25$, $L=0,50$, $L=0,75$ i $L=1$.

Proces optimizacije palete evaluiran je na temelju izračunatih prosjeka srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika za svaku optimiziranu referentnu točku u paleti.

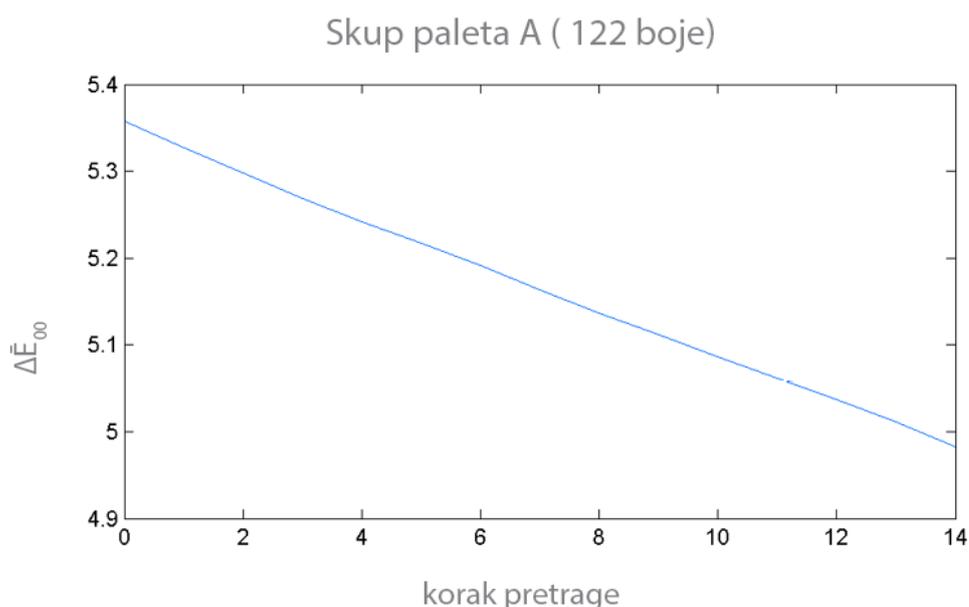
8.3 Rezultati i diskusija

8.3.1 Skup paleta A

Tablica 99. Izračunati prosjeci srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika optimiziranih vrijednosti u paletama skupa A za 15 različitih područja optimizacije.

| Paleta B | Kompletna (122 boje) | |
|----------|----------------------|------------------------|
| | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median |
| 0. | 5,36 | 5,44 |
| 1. | 5,33 | 5,41 |
| 2. | 5,30 | 5,40 |
| 3. | 5,27 | 5,39 |
| 4. | 5,24 | 5,36 |
| 5. | 5,22 | 5,30 |
| 6. | 5,19 | 5,26 |
| 7. | 5,16 | 5,25 |
| 8. | 5,14 | 5,22 |
| 9. | 5,11 | 5,21 |
| 10. | 5,09 | 5,21 |
| 11. | 5,06 | 5,21 |
| 12. | 5,04 | 5,21 |
| 13. | 5,01 | 5,20 |
| 14. | 4,98 | 5,20 |

Iz rezultata za skup paleta A (Tablica 99) uočljivo je da srednja vrijednost kolorimetrijske razlike opada s povećanjem područja optimizacije. Izračunate prosječne vrijednosti kreću se od $\Delta \bar{E}_{00}=5,36$ za paletu bez optimizacije (P=0) do $\Delta \bar{E}_{00}=4,98$ za optimiziranu paletu u 14. koraku (P=14). Uočljiva je i linearna ovisnost smanjenja prosjeka srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika s povećanjem područja pretrage (Slika 45).



Slika 45. Ovisnost srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike o području optimizacije za skup paleta A

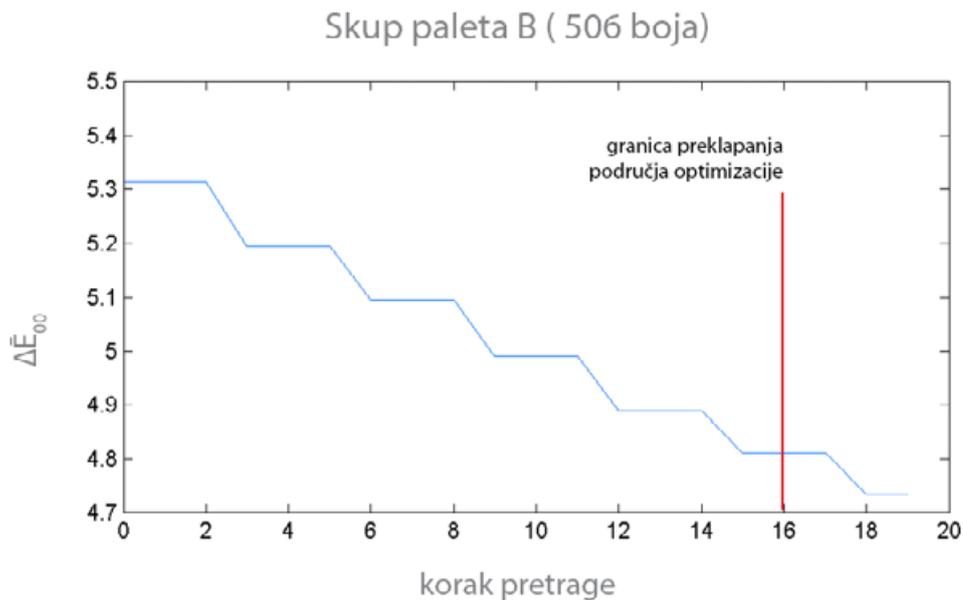
8.3.2 Skup paleta B

Tablica 100. Izračunati prosjeci srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika optimiziranih vrijednosti u paletama skupa B za 7 različitih područja optimizacije.

| Paleta B | Kompletna (506 boja) | | Reducirana (53 boje) | | |
|------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| | Korak pretrage | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median |
| 0. | | 5,31 | 5,47 | 5,69 | 5,85 |
| 3. | | 5,19 | 5,38 | 5,55 | 5,79 |
| 6. | | 5,09 | 5,25 | 5,44 | 5,66 |
| 9. | | 4,99 | 5,12 | 5,32 | 5,46 |
| 12. | | 4,89 | 4,96 | 5,22 | 5,19 |
| 15. | | 4,81 | 4,83 | 5,14 | 5,16 |
| 18. | | 4,74 | 4,77 | 5,04 | 5,15 |

Iz rezultata za skup paleta B (Tablica 100) također je uočljivo da srednja vrijednost kolorimetrijske razlike opada s povećanjem područja optimizacije, za kompletnu i reduciranu paletu. Razlike u prosjecima srednjih vrijednosti kolorimetrijske razlike za kompletnu i reduciranu paletu u početnom koraku (P=0) proizlaze iz činjenice da reducirana paleta sadrži veći udio vrijednosti u područjima visoke zasićenosti, koje imaju visoka odstupanja između vrijednosti predviđenih modelom i empirijskih mjerenja za sve uređaje (Tablica 98). Izračunate prosječne vrijednosti kreću se od $\Delta \bar{E}_{00}=5,31$ za kompletnu paletu bez optimizacije (P=0) do

$\Delta\bar{E}_{00}=4,74$ za optimiziranu paletu u 18. koraku ($P=18$). U slučaju reducirane palete raspon vrijednosti kreće se od $\Delta\bar{E}_{00}=5,69$ za kompletnu paletu bez optimizacije ($P=0$) do $\Delta\bar{E}_{00}=5,04$ za optimiziranu paletu u 18. koraku ($P=18$). Za skup paleta s faktorom segmentacije $FS=8$ dolazi do preklapanja područja optimizacije za $P>15$. Ponovno je uočljiva linearna ovisnost smanjenja prosjeka srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika s povećanjem područja optimizacije (Slika 46, Slika 48). Nazubljenost linije proizlazi iz činjenice da je vrijednost jediničnog pomaka $R=3$ te se promjene u optimizaciji događaju za svaki treći korak. Slika 47 prikazuje promjene ulaznih vrijednosti reducirane palete, ovisno o koraku optimizacije. Posebno su uočljive promjene u narančastim, plavozelenim i ljubičastim tonovima, čak i u početnim koracima optimizacije.

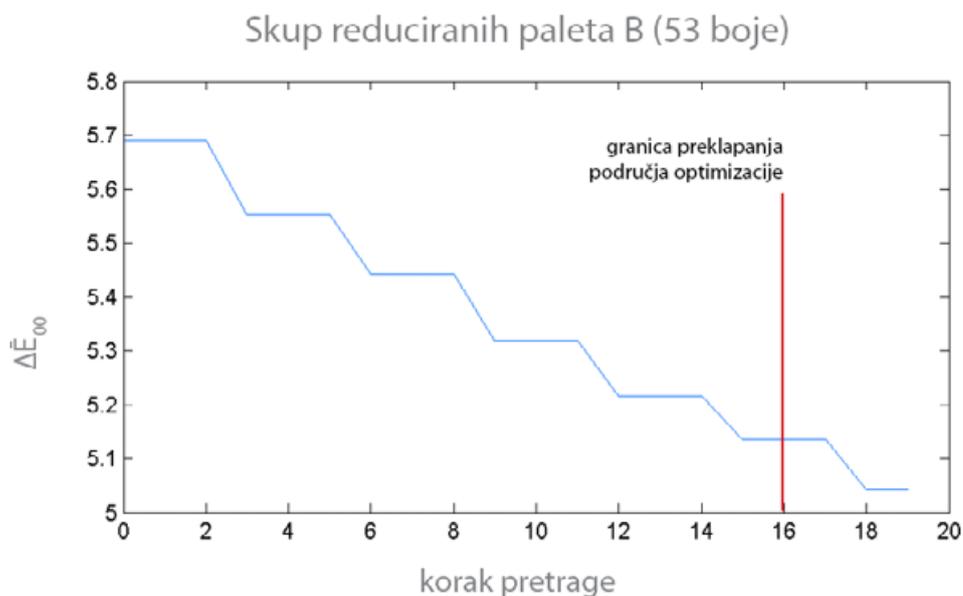


Slika 46. Ovisnost srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike o području optimizacije za skup kompletnih paleta B

| R | G | B | R | G | B | R | G | B | R | G | B | R | G | B | R | G | B | R | G | B |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 64 | 64 | 64 | 65 | 63 | 63 | 65 | 62 | 62 | 66 | 62 | 62 | 67 | 62 | 61 | 68 | 61 | 60 | 68 | 61 | 59 |
| 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 |
| 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 |
| 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 |
| 96 | 32 | 32 | 101 | 37 | 33 | 102 | 42 | 32 | 102 | 42 | 32 | 99 | 29 | 29 | 99 | 29 | 29 | 99 | 29 | 29 |
| 191 | 64 | 64 | 193 | 71 | 62 | 194 | 80 | 61 | 193 | 90 | 62 | 197 | 114 | 82 | 199 | 118 | 86 | 194 | 124 | 73 |
| 223 | 159 | 159 | 225 | 164 | 164 | 226 | 172 | 168 | 228 | 173 | 173 | 228 | 173 | 173 | 228 | 173 | 173 | 223 | 186 | 159 |
| 128 | 0 | 0 | 128 | 0 | 0 | 128 | 0 | 0 | 128 | 0 | 0 | 128 | 0 | 0 | 128 | 0 | 0 | 128 | 0 | 0 |
| 255 | 0 | 0 | 255 | 24 | 6 | 255 | 29 | 12 | 255 | 31 | 14 | 255 | 57 | 24 | 255 | 45 | 29 | 255 | 82 | 36 |
| 255 | 128 | 128 | 255 | 137 | 128 | 255 | 137 | 128 | 255 | 153 | 125 | 255 | 162 | 125 | 255 | 171 | 124 | 255 | 181 | 123 |
| 96 | 80 | 32 | 96 | 80 | 32 | 96 | 80 | 32 | 96 | 80 | 32 | 96 | 80 | 32 | 96 | 80 | 32 | 96 | 80 | 32 |
| 191 | 159 | 64 | 193 | 170 | 68 | 194 | 181 | 73 | 196 | 183 | 77 | 197 | 185 | 82 | 197 | 185 | 82 | 177 | 197 | 82 |
| 223 | 207 | 159 | 225 | 209 | 164 | 226 | 212 | 168 | 226 | 212 | 168 | 226 | 212 | 168 | 226 | 212 | 168 | 226 | 212 | 168 |
| 128 | 96 | 0 | 128 | 96 | 0 | 128 | 96 | 0 | 128 | 123 | 0 | 123 | 128 | 0 | 123 | 128 | 0 | 161 | 166 | 0 |
| 255 | 191 | 0 | 255 | 211 | 5 | 255 | 231 | 9 | 255 | 250 | 14 | 248 | 255 | 24 | 248 | 255 | 30 | 248 | 255 | 36 |
| 255 | 223 | 128 | 255 | 233 | 127 | 255 | 242 | 126 | 255 | 252 | 125 | 254 | 255 | 125 | 254 | 255 | 124 | 255 | 255 | 123 |
| 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 |
| 128 | 191 | 64 | 131 | 193 | 68 | 134 | 194 | 73 | 137 | 197 | 76 | 140 | 200 | 79 | 140 | 200 | 79 | 139 | 200 | 79 |
| 191 | 223 | 159 | 194 | 225 | 164 | 197 | 226 | 168 | 200 | 228 | 173 | 203 | 229 | 177 | 206 | 231 | 182 | 206 | 231 | 182 |
| 64 | 128 | 0 | 64 | 128 | 0 | 64 | 128 | 0 | 64 | 128 | 0 | 64 | 128 | 0 | 64 | 128 | 0 | 64 | 128 | 0 |
| 128 | 255 | 0 | 131 | 255 | 6 | 134 | 255 | 12 | 137 | 255 | 18 | 140 | 255 | 24 | 143 | 255 | 30 | 146 | 255 | 36 |
| 191 | 255 | 128 | 191 | 255 | 127 | 191 | 255 | 126 | 191 | 255 | 125 | 191 | 255 | 125 | 191 | 255 | 124 | 191 | 255 | 123 |
| 32 | 96 | 48 | 32 | 96 | 48 | 32 | 96 | 48 | 32 | 96 | 48 | 32 | 96 | 48 | 32 | 96 | 48 | 32 | 96 | 48 |
| 64 | 191 | 96 | 67 | 194 | 108 | 67 | 194 | 108 | 77 | 196 | 107 | 77 | 196 | 107 | 77 | 196 | 107 | 77 | 196 | 107 |
| 159 | 223 | 175 | 164 | 225 | 179 | 168 | 226 | 183 | 173 | 228 | 187 | 177 | 229 | 190 | 182 | 231 | 211 | 186 | 232 | 217 |
| 0 | 128 | 32 | 0 | 128 | 32 | 0 | 141 | 34 | 0 | 148 | 35 | 0 | 155 | 36 | 0 | 162 | 37 | 0 | 169 | 50 |
| 0 | 255 | 64 | 5 | 255 | 85 | 5 | 255 | 85 | 18 | 255 | 77 | 21 | 255 | 80 | 21 | 255 | 80 | 21 | 255 | 80 |
| 128 | 255 | 159 | 127 | 255 | 159 | 126 | 255 | 159 | 125 | 255 | 158 | 125 | 255 | 158 | 124 | 255 | 158 | 124 | 255 | 158 |
| 32 | 96 | 96 | 32 | 91 | 96 | 32 | 87 | 96 | 32 | 82 | 96 | 29 | 79 | 99 | 32 | 73 | 96 | 32 | 69 | 96 |
| 64 | 191 | 191 | 62 | 184 | 193 | 62 | 184 | 193 | 59 | 167 | 196 | 72 | 165 | 201 | 80 | 161 | 205 | 78 | 152 | 207 |
| 159 | 223 | 223 | 163 | 221 | 225 | 167 | 219 | 227 | 171 | 217 | 230 | 176 | 219 | 231 | 180 | 221 | 232 | 186 | 213 | 232 |
| 0 | 128 | 128 | 0 | 119 | 128 | 0 | 121 | 141 | 0 | 111 | 142 | 0 | 106 | 149 | 0 | 103 | 161 | 0 | 106 | 163 |
| 0 | 255 | 255 | 0 | 237 | 255 | 0 | 219 | 255 | 6 | 202 | 255 | 0 | 183 | 255 | 11 | 173 | 255 | 11 | 173 | 255 |
| 128 | 255 | 255 | 128 | 246 | 255 | 140 | 239 | 255 | 146 | 232 | 255 | 149 | 227 | 255 | 128 | 210 | 255 | 163 | 216 | 255 |
| 32 | 48 | 96 | 32 | 48 | 96 | 32 | 48 | 96 | 32 | 48 | 96 | 32 | 48 | 96 | 32 | 48 | 96 | 32 | 48 | 96 |
| 64 | 96 | 191 | 68 | 99 | 193 | 73 | 103 | 194 | 77 | 82 | 196 | 77 | 82 | 196 | 98 | 86 | 199 | 98 | 86 | 199 |
| 159 | 175 | 223 | 164 | 175 | 225 | 168 | 179 | 226 | 168 | 179 | 226 | 168 | 179 | 226 | 187 | 182 | 231 | 194 | 186 | 232 |
| 0 | 32 | 128 | 0 | 32 | 128 | 0 | 32 | 128 | 0 | 3 | 130 | 4 | 0 | 128 | 4 | 0 | 128 | 4 | 0 | 128 |
| 0 | 64 | 255 | 6 | 68 | 255 | 0 | 25 | 255 | 18 | 77 | 255 | 24 | 82 | 255 | 30 | 86 | 255 | 36 | 91 | 255 |
| 128 | 159 | 255 | 133 | 164 | 255 | 140 | 168 | 255 | 140 | 168 | 255 | 152 | 170 | 255 | 158 | 175 | 255 | 163 | 180 | 255 |
| 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 |
| 128 | 64 | 191 | 131 | 68 | 193 | 151 | 73 | 194 | 162 | 76 | 197 | 174 | 79 | 200 | 182 | 86 | 199 | 184 | 91 | 200 |
| 191 | 159 | 223 | 194 | 164 | 225 | 197 | 168 | 226 | 200 | 173 | 228 | 203 | 177 | 229 | 206 | 182 | 231 | 209 | 186 | 232 |
| 64 | 0 | 128 | 73 | 0 | 128 | 82 | 0 | 128 | 91 | 0 | 128 | 91 | 0 | 128 | 91 | 0 | 128 | 91 | 0 | 128 |
| 128 | 0 | 255 | 148 | 5 | 255 | 169 | 9 | 255 | 188 | 14 | 255 | 189 | 12 | 255 | 189 | 12 | 255 | 245 | 28 | 255 |
| 191 | 128 | 255 | 194 | 133 | 255 | 197 | 140 | 255 | 200 | 146 | 255 | 203 | 152 | 255 | 206 | 158 | 255 | 209 | 163 | 255 |
| 96 | 32 | 80 | 96 | 32 | 75 | 96 | 32 | 71 | 96 | 32 | 66 | 96 | 32 | 66 | 96 | 32 | 66 | 96 | 32 | 66 |
| 191 | 64 | 159 | 193 | 68 | 162 | 193 | 68 | 162 | 196 | 77 | 166 | 197 | 82 | 168 | 199 | 86 | 171 | 200 | 91 | 173 |
| 223 | 159 | 207 | 225 | 164 | 209 | 225 | 164 | 209 | 225 | 164 | 209 | 225 | 164 | 209 | 225 | 164 | 209 | 225 | 164 | 209 |
| 128 | 0 | 96 | 128 | 0 | 96 | 128 | 0 | 96 | 128 | 0 | 96 | 128 | 0 | 96 | 128 | 0 | 51 | 128 | 0 | 42 |
| 255 | 0 | 191 | 255 | 6 | 175 | 255 | 6 | 175 | 255 | 6 | 175 | 255 | 6 | 175 | 255 | 6 | 175 | 255 | 6 | 175 |
| 255 | 128 | 223 | 255 | 127 | 224 | 255 | 126 | 224 | 255 | 125 | 224 | 255 | 125 | 224 | 255 | 125 | 224 | 255 | 123 | 168 |

0. korak 3. korak 6. korak 9. korak 12. korak 15. korak 18. korak

Slika 47. Promjena RGB vrijednosti u paletama iz skupa B (FS=8) u odnosu na korak pretrage



Slika 48. Ovisnost srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike o području optimizacije za skup reduciranih paleta B

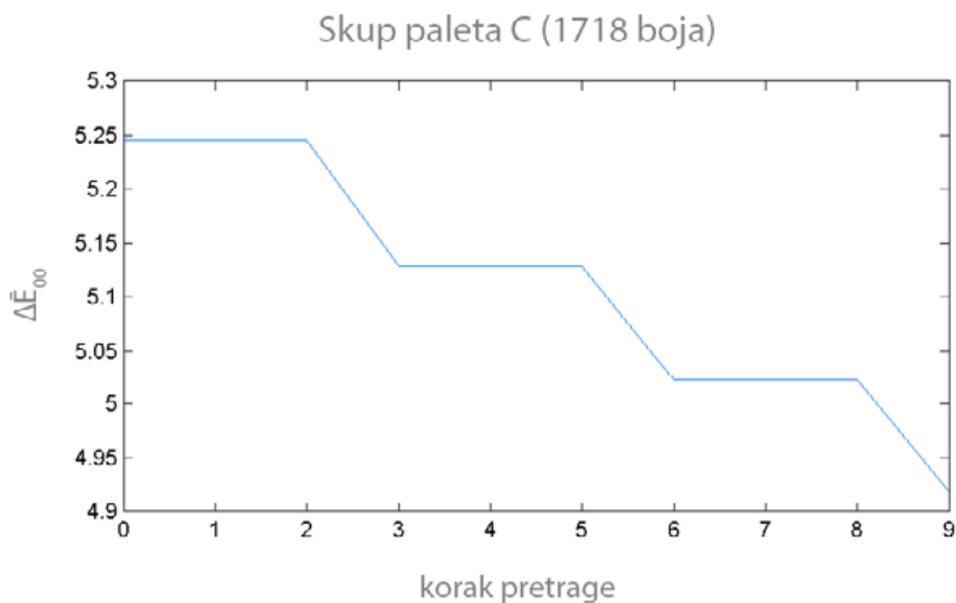
8.3.3 Skup paleta C

Tablica 101. Izračunati prosjeci srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika optimiziranih vrijednosti u paletama skupa B za 7 različitih područja optimizacije.

| Paleta B | Kompletna (1718 boja) | | Reducirana (77 boja) | |
|-----------|-----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median | ΔE_{00} mean | ΔE_{00} median |
| 0. | 5,25 | 5,21 | 5,70 | 5,73 |
| 3. | 5,13 | 5,12 | 5,57 | 5,61 |
| 6. | 5,02 | 5,03 | 5,47 | 5,59 |
| 9. | 4,92 | 4,89 | 5,37 | 5,44 |

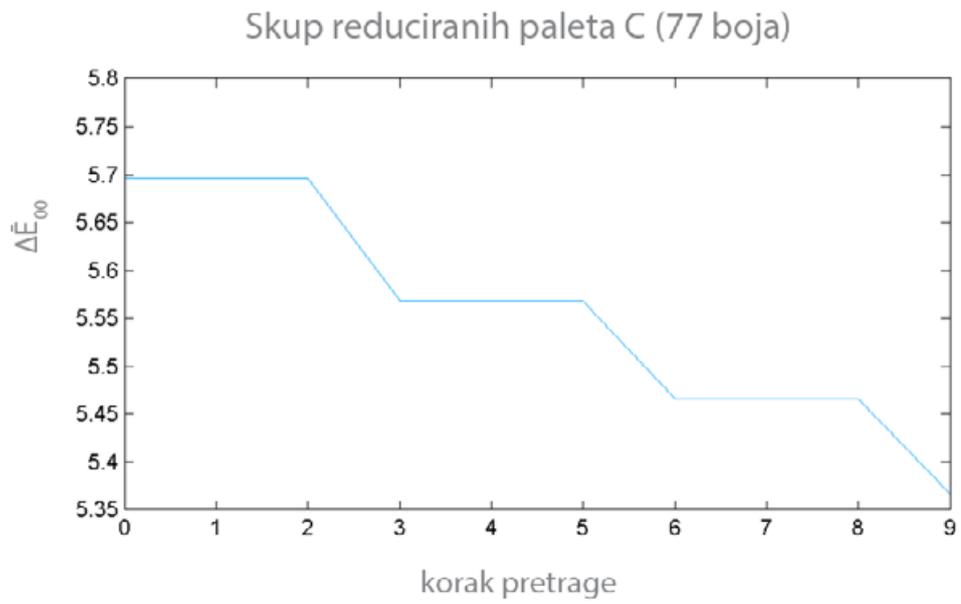
Iz rezultata za skup paleta B (Tablica 101) ponovno je uočljivo da srednja vrijednost kolorimetrijske razlike opada s povećanjem područja optimizacije, za kompletnu i reduciranu paletu. Ponovno je uočljiva razlika u prosjecima srednjih vrijednosti kolorimetrijske razlike za kompletnu i reduciranu paletu za isti korak pretrage. Izračunate prosječne vrijednosti kreću se od $\Delta E_{00}=5,25$ za kompletnu paletu bez optimizacije ($P=0$) do $\Delta E_{00}=4,92$ za optimiziranu paletu u 9. koraku ($P=9$). U slučaju reducirane palete raspon vrijednosti kreće se od $\Delta E_{00}=5,70$ za kompletnu paletu bez optimizacije ($P=0$) do $\Delta E_{00}=5,34$ za optimiziranu paletu u 18. koraku

(P=18). Za skup paleta s faktorom segmentacije FS=12 dolazi do preklapanja područja optimizacije za $P > 10$, međutim već je za 9. korak pretrage (P=9) uočljiva značajna promjena u vrijednostima za narančastu i plavozelenu, što paletu koraka optimizacije P=9 čini neadekvatnom za uporabu. Ponovno je uočljiva linearna ovisnost smanjenja prosjeka srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika s povećanjem područja optimizacije (Slika 49, Slika 51). Slika 50. prikazuje promjene ulaznih vrijednosti reducirane palete, ovisno o koraku optimizacije. Budući da reducirana paleta boja skupa C (FS=12) sadrži sve boje iz 11 perceptualnih kategorija opisanih na početku ovog poglavlja, velik udio visokozasićenih boja te primarne, sekundarne i tercijarne boje, koje dizajneru omogućuju uporabu različitih principa harmonije boja, pogodna je za uporabu u predloženom modelu prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava.



Slika 49. Ovisnost srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike o području optimizacije za skup kompletnih paleta C

| R | G | B | R | G | B | R | G | B | R | G | B | R | G | B | R | G | B | R | G | B |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 63 | 63 | 65 | 62 | 62 | 66 | 61 | 61 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 |
| 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 |
| 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 | 191 |
| 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 |
| 96 | 32 | 32 | 101 | 37 | 33 | 102 | 42 | 32 | 102 | 42 | 32 | 102 | 42 | 32 | 193 | 90 | 62 | 223 | 159 | 159 |
| 191 | 64 | 64 | 193 | 71 | 62 | 194 | 80 | 61 | 194 | 80 | 61 | 193 | 90 | 62 | 127 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 |
| 223 | 159 | 159 | 225 | 164 | 164 | 226 | 172 | 168 | 228 | 173 | 173 | 228 | 173 | 173 | 255 | 127 | 127 | 255 | 136 | 127 |
| 127 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 255 | 0 | 0 | 255 | 24 | 6 |
| 255 | 127 | 127 | 255 | 136 | 127 | 255 | 136 | 127 | 255 | 136 | 127 | 255 | 153 | 125 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 31 |
| 255 | 0 | 0 | 255 | 24 | 6 | 255 | 29 | 12 | 255 | 31 | 14 | 255 | 31 | 14 | 191 | 127 | 64 | 191 | 127 | 64 |
| 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 31 | 97 | 64 | 30 | 98 | 64 | 30 | 98 | 64 | 30 | 223 | 191 | 159 | 224 | 191 | 159 |
| 191 | 127 | 64 | 191 | 127 | 64 | 194 | 133 | 73 | 196 | 153 | 77 | 196 | 153 | 77 | 127 | 64 | 0 | 127 | 64 | 0 |
| 223 | 191 | 159 | 224 | 191 | 159 | 227 | 206 | 168 | 226 | 209 | 168 | 226 | 209 | 168 | 255 | 127 | 0 | 255 | 127 | 0 |
| 127 | 64 | 0 | 127 | 64 | 0 | 127 | 64 | 0 | 127 | 64 | 0 | 127 | 64 | 0 | 255 | 127 | 0 | 255 | 127 | 0 |
| 255 | 127 | 0 | 255 | 127 | 0 | 255 | 127 | 0 | 255 | 127 | 0 | 255 | 188 | 14 | 255 | 191 | 127 | 255 | 200 | 127 |
| 255 | 191 | 127 | 255 | 200 | 127 | 255 | 200 | 127 | 255 | 200 | 127 | 255 | 200 | 127 | 96 | 96 | 32 | 96 | 96 | 32 |
| 96 | 96 | 32 | 91 | 96 | 32 | 87 | 96 | 32 | 87 | 96 | 32 | 87 | 96 | 32 | 191 | 191 | 64 | 184 | 193 | 62 |
| 191 | 191 | 64 | 184 | 193 | 62 | 177 | 194 | 73 | 179 | 196 | 77 | 179 | 196 | 77 | 223 | 223 | 159 | 225 | 225 | 164 |
| 223 | 223 | 159 | 225 | 225 | 164 | 225 | 225 | 164 | 228 | 228 | 173 | 228 | 228 | 173 | 127 | 127 | 0 | 118 | 127 | 0 |
| 127 | 127 | 0 | 118 | 127 | 0 | 118 | 127 | 0 | 118 | 127 | 0 | 118 | 127 | 0 | 255 | 255 | 0 | 239 | 255 | 5 |
| 255 | 255 | 0 | 239 | 255 | 5 | 240 | 255 | 9 | 241 | 255 | 15 | 241 | 255 | 15 | 255 | 255 | 127 | 255 | 255 | 127 |
| 255 | 255 | 127 | 255 | 255 | 127 | 255 | 255 | 126 | 255 | 255 | 126 | 255 | 255 | 126 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 |
| 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 128 | 191 | 64 | 131 | 193 | 68 |
| 128 | 191 | 64 | 131 | 193 | 68 | 134 | 194 | 73 | 137 | 197 | 76 | 137 | 197 | 76 | 191 | 223 | 159 | 194 | 225 | 164 |
| 191 | 223 | 159 | 194 | 225 | 164 | 197 | 226 | 168 | 200 | 228 | 173 | 200 | 228 | 173 | 64 | 127 | 0 | 64 | 127 | 0 |
| 64 | 127 | 0 | 64 | 127 | 0 | 64 | 127 | 0 | 64 | 127 | 0 | 64 | 127 | 0 | 128 | 255 | 0 | 131 | 255 | 6 |
| 128 | 255 | 0 | 131 | 255 | 6 | 134 | 255 | 12 | 137 | 255 | 18 | 137 | 255 | 18 | 191 | 255 | 127 | 191 | 255 | 127 |
| 191 | 255 | 127 | 191 | 255 | 127 | 191 | 255 | 126 | 191 | 255 | 126 | 191 | 255 | 126 | 32 | 96 | 32 | 32 | 96 | 32 |
| 32 | 96 | 32 | 32 | 96 | 32 | 32 | 96 | 41 | 32 | 107 | 32 | 32 | 107 | 32 | 64 | 191 | 127 | 62 | 193 | 137 |
| 64 | 191 | 64 | 68 | 193 | 68 | 73 | 194 | 73 | 76 | 197 | 76 | 76 | 197 | 76 | 159 | 223 | 159 | 164 | 225 | 164 |
| 159 | 223 | 159 | 164 | 225 | 164 | 168 | 226 | 168 | 173 | 228 | 173 | 173 | 228 | 173 | 0 | 127 | 0 | 0 | 127 | 9 |
| 0 | 127 | 0 | 0 | 127 | 9 | 0 | 127 | 18 | 0 | 148 | 29 | 0 | 148 | 29 | 0 | 255 | 0 | 6 | 255 | 24 |
| 0 | 255 | 0 | 6 | 255 | 24 | 12 | 255 | 29 | 18 | 255 | 68 | 18 | 255 | 68 | 127 | 255 | 127 | 133 | 255 | 133 |
| 127 | 255 | 127 | 133 | 255 | 133 | 139 | 255 | 139 | 144 | 255 | 144 | 144 | 255 | 144 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 |
| 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 64 | 191 | 127 | 62 | 193 | 137 |
| 64 | 191 | 127 | 62 | 193 | 137 | 62 | 193 | 137 | 77 | 196 | 136 | 77 | 196 | 136 | 159 | 223 | 191 | 164 | 225 | 199 |
| 159 | 223 | 191 | 164 | 225 | 199 | 168 | 226 | 205 | 173 | 228 | 212 | 173 | 228 | 212 | 0 | 127 | 64 | 0 | 127 | 64 |
| 0 | 127 | 64 | 0 | 127 | 64 | 0 | 141 | 70 | 0 | 148 | 73 | 0 | 148 | 73 | 0 | 255 | 127 | 5 | 255 | 148 |
| 0 | 255 | 127 | 5 | 255 | 148 | 12 | 255 | 133 | 14 | 255 | 136 | 14 | 255 | 136 | 127 | 255 | 191 | 127 | 255 | 191 |
| 127 | 255 | 191 | 127 | 255 | 191 | 127 | 255 | 191 | 144 | 255 | 224 | 144 | 255 | 224 | 32 | 96 | 96 | 32 | 91 | 96 |
| 32 | 96 | 96 | 32 | 91 | 96 | 32 | 87 | 96 | 32 | 82 | 96 | 32 | 82 | 96 | 64 | 191 | 191 | 62 | 184 | 193 |
| 64 | 191 | 191 | 62 | 184 | 193 | 62 | 184 | 193 | 59 | 167 | 196 | 59 | 167 | 196 | 159 | 223 | 223 | 163 | 221 | 225 |
| 159 | 223 | 223 | 163 | 221 | 225 | 167 | 219 | 227 | 171 | 217 | 230 | 171 | 217 | 230 | 5 | 122 | 122 | 5 | 114 | 122 |
| 5 | 122 | 122 | 5 | 114 | 122 | 6 | 116 | 134 | 5 | 107 | 135 | 5 | 107 | 135 | 11 | 244 | 244 | 11 | 228 | 244 |
| 11 | 244 | 244 | 11 | 228 | 244 | 11 | 211 | 244 | 11 | 195 | 244 | 11 | 195 | 244 | 133 | 250 | 250 | 133 | 241 | 250 |
| 133 | 250 | 250 | 133 | 241 | 250 | 144 | 235 | 250 | 150 | 229 | 250 | 150 | 229 | 250 | 32 | 64 | 96 | 33 | 67 | 100 |
| 32 | 64 | 96 | 33 | 67 | 100 | 32 | 55 | 96 | 32 | 50 | 96 | 32 | 50 | 96 | 64 | 128 | 191 | 68 | 122 | 193 |
| 64 | 128 | 191 | 68 | 122 | 193 | 70 | 134 | 197 | 73 | 137 | 200 | 73 | 137 | 200 | 159 | 191 | 223 | 163 | 190 | 225 |
| 159 | 191 | 223 | 163 | 190 | 225 | 159 | 182 | 224 | 159 | 182 | 224 | 159 | 182 | 224 | 0 | 64 | 127 | 0 | 64 | 127 |
| 0 | 64 | 127 | 0 | 64 | 127 | 0 | 64 | 127 | 0 | 64 | 127 | 0 | 64 | 127 | 0 | 128 | 255 | 6 | 131 | 255 |
| 0 | 128 | 255 | 6 | 131 | 255 | 11 | 134 | 255 | 15 | 137 | 255 | 15 | 137 | 255 | 127 | 191 | 255 | 127 | 182 | 255 |
| 127 | 191 | 255 | 127 | 182 | 255 | 133 | 177 | 255 | 127 | 164 | 255 | 127 | 164 | 255 | 32 | 32 | 96 | 36 | 32 | 96 |
| 32 | 32 | 96 | 36 | 32 | 96 | 36 | 32 | 96 | 36 | 32 | 96 | 36 | 32 | 96 | 64 | 64 | 191 | 68 | 68 | 193 |
| 64 | 64 | 191 | 68 | 68 | 193 | 90 | 73 | 194 | 102 | 77 | 196 | 102 | 77 | 196 | 159 | 159 | 223 | 163 | 163 | 225 |
| 159 | 159 | 223 | 163 | 163 | 225 | 168 | 168 | 226 | 173 | 173 | 228 | 173 | 173 | 228 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 127 |
| 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 127 | 0 | 0 | 255 | 24 | 6 | 255 |
| 0 | 0 | 255 | 24 | 6 | 255 | 46 | 12 | 255 | 66 | 14 | 255 | 66 | 14 | 255 | 127 | 128 | 255 | 133 | 134 | 255 |
| 127 | 128 | 255 | 133 | 134 | 255 | 148 | 139 | 255 | 153 | 145 | 255 | 153 | 145 | 255 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 |
| 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 64 | 32 | 96 | 127 | 64 | 191 | 130 | 68 | 193 |
| 127 | 64 | 191 | 130 | 68 | 193 | 151 | 73 | 194 | 162 | 76 | 197 | 162 | 76 | 197 | 191 | 159 | 223 | 194 | 164 | 225 |
| 191 | 159 | 223 | 194 | 164 | 225 | 197 | 168 | 226 | 200 | 173 | 228 | 200 | 173 | 228 | 64 | 0 | 127 | 73 | 0 | 127 |
| 64 | 0 | 127 | 73 | 0 | 127 | 82 | 0 | 127 | 91 | 0 | 127 | 91 | 0 | 127 | 127 | 0 | 255 | 148 | 5 | 255 |
| 127 | 0 | 255 | 148 | 5 | 255 | 169 | 9 | 255 | 188 | 14 | 255 | 188 | 14 | 255 | 191 | 127 | 255 | 194 | 133 | 255 |
| 191 | 127 | 255 | 194 | 133 | 255 | 197 | 139 | 255 | 200 | 145 | 255 | 200 | 145 | 255 | 96 | 32 | 96 | 96 | 32 | 91 |
| 96 | 32 | 96 | 96 | 32 | 91 | 96 | 32 | 87 | 96 | 32 | 82 | 96 | 32 | 82 | 191 | 64 | 191 | 194 | 67 | 194 |
| 191 | 64 | 191 | 194 | 67 | 194 | 194 | 67 | 194 | 194 | 67 | 194 | 194 | 67 | 194 | 223 | 159 | 223 | 225 | 164 | 220 |
| 223 | 159 | 223 | 225 | 164 | 220 | 225 | 164 | 216 | 225 | 164 | 216 | 225 | 164 | 216 | 127 | 0 | 127 | 127 | 0 | 119 |
| 127 | 0 | 127 | 127 | 0 | 119 | 127 | 0 | 110 | 127 | 0 | 101 | 127 | 0 | 101 | 255 | 0 | 255 | 255 | 6 | 255 |
| 255 | 0 | 255 | 255 | 6 | 255 | 255 | 12 | 255 | 255 | 18 | 255 | 255 | 18 | 255 | 255 | 127 | 255 | 255 | 127 | 247 |
| 255 | 127 | 255 | 255 | 127 | 247 | 255 | 133 | 238 | 255 | 133 | 238 | 255 | 133 | 238 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 |
| 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 96 | 32 | 64 | 191 | 64 | 128 | 191 | 64 | 119 |
| 191 | 64 | 128 | 191 | 64 | 119 | 191 | 64 | 110 | 191 | 64 | 110 | 191 | 64 | 110 | 223 | 159 | 191 | 223 | 159 | 191 |
| 223 | 159 | 191 | 223 | 159 | 191 | 223 | 159 | 191 | 223 | 159 | 191 | 223 | 159 | 191 | 127 | 0 | 64 | 127 | 0 | 55 |
| 127 | 0 | 64 | 127 | 0 | 55 | 129 | 0 | 45 | 129 | 0 | 36 | 129 | 0 | 36 | 255 | 0 | 128 | 255 | 5 | 131 |
| 255 | 0 | 128 | 255 | 5 | 131 | 2 | | | | | | | | | | | | | | |



Slika 51. Ovisnost srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike o području optimizacije za skup kompletnih paleta C

9. Metodologija izrade prilagodljivih grafičkih znakovnih sustava za potpomognutu komunikaciju namijenjenih suvremenim pokretnim uređajima

Nije rijetkost da se pojedini dizajneri i razvijatelji u timovima koji razvijaju sustave za PK nikada ne susretnu s korisnicima te nemaju stvarnu predodžbu o izazovima korištenja navedenih sustava. S obzirom na specifičnosti korisnika PK i, često značajnih, razlika u procesu interakcije s pokretnim uređajima u odnosu na osobe bez razvojnih odstupanja, od razvijatelja i dizajnera zahtijevaju poseban fokus kod svake značajne odluke u planiranju i razvoju sustava. Međutim, bez detaljnog uvida u problematiku korisnika i njegove interakcije sa sustavom, moguće je da razvojni tim previdi potencijalne probleme, što može rezultirati neprilagođenim ili prekompleksnim rješenjima, čime je dijelu ciljanih korisnika otežan pristup aplikaciji. Na takav način razvijene aplikacije, umjesto da pružaju prozor u svijet društvene interakcije, marginaliziraju značajan dio populacije sa SKP, produbljujući njihovo otuđenje od društva. Među korisnicima visokotehnoloških PK rješenja prisutna je visoka stopa odbacivanja uređaja ili usluge [205], što je indikator da postojeća rješenja nisu adekvatno razvijena. Ovaj problem osobito je prisutan kod razvoja sustava PK za djecu zbog toga što rješenja namijenjena njima često odražavaju zahtjeve i potrebe odraslih osoba bez razvojnih odstupanja [206].

Čest je slučaj da razvojni timovi, s ciljem da razviju rješenja koja koriste suvremene tehnologije, umjesto na korisnike, svoj fokus u potpunosti usmjere na sam uređaj, odnosno njegove tehnološke mogućnosti, zanemarujući pritom proces interakcije i komunikacije korisnika s okolinom, a taj proces predstavlja glavni cilj razvoja aplikacija za PK. Cooper smatra da je najopasnija praksa u razvoju proizvoda izolacija razvojnog tima od korisnika jer se time „eliminira empatijsko znanje“ [11]. Pojavom suvremenih pokretnih uređaja koji su u kratkom vremenu prouzročili pravu poplavu rješenja za PK, od kojih neka predstavljaju inovativnu implementaciju novih tehnologija, tehnološki usmjerena filozofija oblikovanja aplikacija (*device-centered design*), primarno fokusirana na tehnologiju PK i načine na koje se korisnicima može omogućiti pristup istoj [41], naišla je na mnoge kritike stručnjaka iz područja PK [3], [4], [86]. Tendencija tehnološki usmjerenom oblikovanju nije specifična za područje PK, već je prisutna i u ostalim područjima razvoja interaktivnih sustava [11]. Nasuprot

tehnološki usmjerenom oblikovanju jest proces dizajna usmjeren korisnicima (*user-centered design*, UCD) kojem polazišnu točku i glavni fokus u cjelokupnom razvoju predstavlja upravo korisnik, njegovi zahtjevi, mogućnosti i potrebe.

Iako fundamentalno različiti, ova dva pristupa razvoju PK sustava ne bi trebali biti u potpunosti međusobno isključivi. Naime, iako bi kod oblikovanja sustava za PK korisnik i njegove mogućnosti trebali predstavljati glavni fokus, sustav je potrebno razvijati i iz perspektive dostupnih tehnologija, s posebnim naglaskom na utjecaj njihovih karakteristika i mogućnosti na pristupačnost uređaja i uporabljivost aplikacija. S druge strane, uspješnom implementacijom metoda dizajna usmjerenog korisnicima članove multidisciplinarnog razvojnog tima usmjerilo bi se da u svakom segmentu razvoja aplikacije uzimaju u obzir korisnikove potrebe i mogućnosti te nastoje predvidjeti kakve će posljedice pojedine odluke dizajna sustava i interakcije na relaciji korisnik-uređaj imati u kontekstu poboljšanja korisnikove mogućnosti pristupu i korištenja aplikacije.

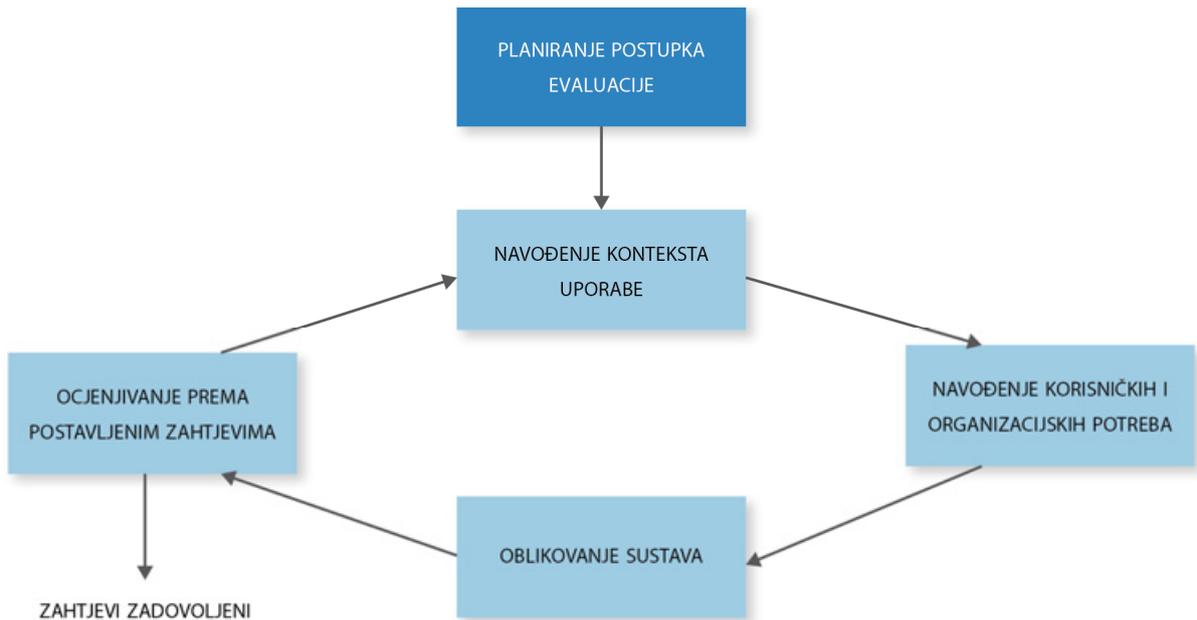
9.1 Dizajn usmjeren korisnicima (UCD)

Dizajn usmjeren korisnicima predstavlja pristup razvoju proizvoda koji podatke dobivene istraživanjem s korisnicima stavlja u fokus pri donošenju odluka o dizajnu. Cilj primjene dizajna usmjerenog korisnicima jest razvoj proizvoda koji imaju visoku razinu uporabljivosti. Termin dizajn usmjeren korisnicima prvi su uveli Norman i Draper [7]. Norman navodi da je UCD-om naglašeno „da je svrha sustava služenje korisniku, a ne uporaba specifične tehnologije, niti elegantni primjer programiranja. Potrebe korisnika trebaju diktirati dizajn sučelja, dok potrebe sučelja trebaju diktirati dizajn ostatka sustava.“ [7]

ISO normom „ISO 13407: Procesi oblikovanja interaktivnih sustava usmjereni čovjeku“ [207] definirane su osnovne aktivnosti u procesu dizajna usmjerenog korisnicima: prikupljanje zahtjeva, specifikacija zahtjeva, dizajn i evaluacija. Cilj implementacije ovih aktivnosti jest poboljšanje kvalitete uporabe proizvoda za krajnjeg korisnika iterativnim procesom njegova razvoja (Slika 52.). Normom je ponuđeno i 6 načela koja osiguravaju usmjerenost dizajna korisniku:

1. Dizajn je utemeljen na izričitom razumijevanju korisnika, zadataka i njihove okoline.

2. Korisnici su uključeni tijekom cijeloga procesa razvoja.
3. Dizajn se usmjerava i doraduje na temelju evaluacija usmjerenih korisnicima.
4. Proces je iterativan.
5. Dizajnom se obuhvaća kompletno korisničko iskustvo.
6. Članovi razvojnog tima posjeduju vještine iz multidisciplinarnih područja.



Slika 52. Iterativna značajka aktivnosti razvoja proizvoda primjenom principa dizajna usmjerenog korisnicima prema normi ISO 13407.

Razvojnim timovima dostupan je cijeli niz metoda UCD-a koje mogu primijeniti u različitim fazama razvoja softverskih proizvoda [208] (Tablica 102, Tablica 73). Definicije pojedinih dostupnih UCD metoda i aktivnosti te opisi njihove provedbe opsežno su dokumentirati u dostupnoj literaturi [209]–[211].

9.1.1 Ostale strategije razvoja usmjerenog na korisnike s posebnim potrebama

Uz UCD, postoje strategije razvoja koje korisnicima omogućuju još značajniju ulogu u procesu dizajna određenog sustava. Ove strategije, utemeljene na različitim modelima participacije i

kolaboracije korisnika u procesu razvoja proizvoda, uz evaluaciju, omogućuju korisnicima neposredno sudjelovanje u donošenju odluka o dizajnu funkcionalnih komponenti sustava [212], [213]. Iako omogućuju još dublji uvid u način razmišljanja korisnika u procesu interakcije, upitna je opravdanost uporabe navedenih strategija u procesu razvoja sustava usmjerenih na PK, osobito kada je ciljna populacija dječje dobi. Djeca, kao i većina odraslih korisnika, nemaju vremena, znanja ili potrebnu stručnost za kvalitetno sudjelovanje u kolaborativnim i participatornim modelima procesa dizajniranja [211], [214] (Slika 53).

Tablica 102: Načini i metode uključivanja korisnika u dizajn i razvoj. Izvor: Chisnell i Rubin, 2006.

| Metoda | Svrha | Faza razvoja |
|--|--|---|
| Etnografsko istraživanje | Prikupljanje podataka o ciljanim korisnicima, namjerama i ciljevima vezanim uz proizvod i kontekstu izvršavanja | Rana faza |
| Participatorni dizajn Perosne i scenariji | Prikupljanje podataka o korisničkom nivou znanja, kompetencijama i emocionalnim reakcijama povezanim s dizajnom organiziranjem radionica i sastanaka | Rana faza / ovisno o tipu proizvoda |
| Fokus grupe | Procjenjivanje preliminarnih koncepata s reprezentativnim korisničkim uzorkom, primarnim korisnicima organiziranjem grupnih radionica | Rana faza |
| Upitnici | Procjena koncepata na širim uzorcima korisnika od fokus grupa daje općenitiju sliku i otvara nova pitanja | Rana faza / tijekom cijelog razvojnog procesa |
| Interne simulacije/prolazi igranje uloga | Istraživanje ponašanja korisnika predviđanjem njegove navigacijske rute pomoću početnoga koncepta ili ranih prototipova | Rana / srednja faza |
| Sortiranje kartica | Prikupljanje korisničkih zahtjeva za organizaciju informacija, označavanje i grupiranje radi lakoće pretraživanja sadržaja ili funkcionalnost | Srednja faza |
| Papirnatih prototipovi | Usporedba planiranog tijeka akcija s korisničkim očekivanjima simulacijom na papirnatom prototipu | Srednja faza |
| Stručne procjene | Procjenjivanje sustava ili proizvoda od strane stručnjaka za uporabljivost ili UCD koji ne sudjeluje u projektu, radi objektivne analize | Kasna faza |
| Testiranje uporabljivosti | Prikupljanje empirijskih podataka tijekom promatranja uporabom sustava/proizvoda i izvršavanja zadataka od krajnjih korisnika | Kasna faza |
| Različite studije | Prikupljanje preciznih podataka za sljedeći razvojni ciklus | Nakon distribucije |



Slika 53. Dizajn grafičkih znakova za pojam "ne" (lijevo) i "da" (desno) kao rezultat aktivnosti dizajna participiranjem djece sa SKP. Izvor: Hamilton & Kingsbury, 2006

Newell et al. [22] razvili su alternativni UCD pristup namijenjen dizajnu proizvoda za starije i nemoćne osobe, u koji su uključeni korisnici s posebnim potrebama. Međutim, ovaj pristup još nije razvijen dovoljno da bi zadovoljio sve aspekte razvoja usmjerenog korisniku, a zahtijeva i dodatna financijska ulaganja, poput troškova angažmana glumaca za uloge persona.

Tablica 103: Popis aktivnosti i metoda u procesu dizajna usmjerenog korisnicima. Izvor: Bevan, 2003.

| Metoda | UN | Nielsen | Mayhew | Vred. |
|---|----|---------|--------|-------|
| Planiranje i izvedivost | | | | |
| Sastanak interesnih skupina | ■ | | | |
| Planiranje | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Analiza troškova i benefita | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Analiza konkurencije | ■ | ■ | | |
| Zahtjevi | | | | |
| Ispitivanje korisnika pomoću upitnika | ■ | | ■ | |
| Razgovori (intervjui) | ■ | ■ | ■ | |
| Kontekstualno ispitivanje/intervju | ■ | | ■ | ■ |
| Promatranje korisnika/terensko istraživanje | ■ | ■ | ■ | |
| Analiza konteksta uporabe | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Fokus grupe (zahtjevi) | ■ | ■ | | |
| Brainstorming | ■ | | | |
| Evaluacija postojećeg sistema | ■ | | | ■ |
| Sortiranje kartica (Card sorting) | ■ | ■ | | ■ |
| Izrada dijagrama sklonosti | ■ | | ■ | ■ |
| Scenariji uporabe | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Analiza izvršavanja zadataka (analitička) | ■ | ■ | | ■ |
| Određivanje ciljeva uporabljivosti | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Uzorci oblikovanja (Design Patterns) | ■ | | | |
| Oblikovanje | | | | |
| Smjernice oblikovanja | ■ | ■ | ■ | |
| Papirnati prototipovi | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Heuristička evaluacija | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Paralelno oblikovanje | ■ | ■ | | |
| Izrada "storyboard-a" | ■ | | | |
| Evaluacija prototipa | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Čarobnjak iz Oza | ■ | | | |
| Konceptualni modeli | | | ■ | |
| Oblikovanje sudjelovanjem | | ■ | ■ | |
| Prohod kroz oblikovanje | | | | ■ |
| Izvedba | | | | |
| Stilske odrednice | ■ | ■ | ■ | |
| Ispitivanje i mjerenje | | | | |
| Dijagnostička evaluacija | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Testiranje performansi | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Subjektivna evaluacija | ■ | ■ | | ■ |
| Tehnika kritičnog incidenta | ■ | ■ | | |
| Zadovoljstvo | ■ | | | |
| Nakon distribucije | | | | |
| Ispitivanja i mjerenja | ■ | ■ | | ■ |
| Subjektivno ocjenjivanje | ■ | ■ | ■ | |
| Ispitivanje korisnika upitnikom | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Evaluacija na daljinu | ■ | | | |
| Vođenje dnevnika | | ■ | | |
| Terensko istraživanje | | ■ | ■ | |

Legenda:

UN:

Nielsen: Nielsen,

Mayhew: Mayhew,

Vred.: Vredenburg et al, 2002.

UsabilityNet

1993.

1999.

| | |
|---|--------------------------|
| ■ | temeljno ili preporučeno |
| ■ | opisano |
| ■ | spomenuto |

9.2 Definiranje UCD procesa razvoja aplikacija utemeljenih na PK

Pristup dizajnu usmjerenom korisnicima omogućuje razvojnim timovima primjenu niza prethodno ustanovljenih i definiranih alata i metoda. Međutim, sama dostupnost alata i metoda ne znači nužno da će ih razvojni tim moći efikasno koristiti, odnosno da će njihov odabir i način implementacije u proces razvoja aplikacija za PK biti adekvatan s obzirom na zadane ciljeve, zahtjeve uporabljivosti i ciljanu publiku. Budući da su standardne metode i alati UCD-a razvijeni za primjenu sa korisnicima bez SKP, razvojni timovi nemaju predodžbu o tome koje su metode prilagođene za razvoj aplikacija i ostalih usluga za PK. Glavna prepreka u ostvarivanju cilja konzistentno uporabljivih aplikacija i ostalih softverskih rješenja očituje se u „nedostatku smjernica za integraciju različitih dostupnih tehnika kako bi se ostvario potreban proces“ [215]. Implementacija svih dostupnih metoda UCD-a značajno bi produljila vrijeme izrade aplikacije i stvorilo bi se nepotrebno opterećenje za razvojni tim i ostale sudionike UCD procesa. Određene metode evaluacije teško su provodive ili ih uopće nije moguće provesti s obzirom na krajnje korisnike PK, dok je metode potrebno prilagoditi.

Stoga je potrebno razmotriti sljedeće:

1. nudi li primjena UCD metoda u razvojnom procesu prednosti u usporedbi s drugim pristupima razvoju;
2. eventualne probleme primjene UCD metoda u projektima u domeni PK;
3. koje su UCD metode primjenjive u razvojnom procesu aplikacija za PK;
4. koje su UCD metode adekvatne za pojedine vrste aplikacija;
5. na koji način strukturirati razvojni proces aplikacija za PK temeljen na dizajnu usmjerenom korisnicima.

9.2.1 Prednosti implementacije UCD metoda u procesu razvoja aplikacija za PK

S obzirom na prethodno opisanu zahtjevnost dizajna i razvoja PK usluga, multidisciplinarnost razvojnog tima i na korisnike koji se često osjećaju izostavljeni tijekom planiranja i razvoja aplikacija za PK, iterativna priroda UCD procesa i uključivanje korisnika u proces razvoja ima potencijal za unapređenje procesa razvoja i odnosa među interesnim skupinama na nekoliko razina.

Uključivanje svih interesnih skupina u procesu razvoja aplikacije

Trenutno se pri razvoju aplikacija za PK primjenjuje pristup usmjeren proizvodu (*top-down*), u kojem razvoj započinju razvijatelji i dizajneri, a u kojem stručnjaci iz područja PK, organizacije korisnika ili krajnji korisnici svoje mišljenje mogu izraziti tek pri kraju razvoja ili nakon distribucije aplikacije [3]. Stoga se ističe potreba za uključenjem svih interesnih skupina tijekom cjelokupnoga procesa razvoja aplikacije kako bi rezultat bio rješenje usmjereno na ostvarivanje komunikacijskih potreba osoba sa SKP i poboljšanje njihove kvalitete života. Implementacijom UCD procesa razvoja aplikacije omogućuje se aktivno sudjelovanje svim interesnim skupinama te donošenje pravovremenih odluka s ciljem da se unaprijedi dizajn i uporabljivost.

Detaljniji uvid u korisnike, njihove potrebe i mogućnosti unutar cijelog razvojnog tima

Budući da su mnoge aktivnosti UCD procesa povezane s prikupljanjem podataka o korisnicima i načinu na koji upotrebljavaju aplikacije za PK, razvojni tim na osnovu tih podataka može preciznije predvidjeti smjer razvoja korisničkog sučelja i cijele aplikacije i moguće probleme u njegovom korištenju.

Poticanje uže suradnje između članova multidisciplinarnog tima

S obzirom na to da mnoge aktivnosti predloženog modela primjene UCD procesa u razvoju aplikacije za PK zahtijevaju sudjelovanje članova tima iz različitih područja, zajedničkim radom na provedbi UCD metoda omogućuje se uvid u probleme s različitih gledišta i potiče se međusobna interakcija članova tima koja može rezultirati boljom sinergijom.

Definiranje realističnih ciljeva i zahtjeva uporabljivosti

Bez detaljnijeg upoznavanja korisnika, njihovih zahtjeva i mogućnosti te načina na koji koriste slična rješenja, postoji realna opasnost da se definicija ciljeva aplikacije i zahtjeva njezine uporabljivosti svede na nagađanja razvojnog tima.

Otklanjanje pogrešaka u ranoj fazi

Značajan dio UCD procesa temelji se na aktivnostima u fazama razvoja prije izrade funkcionalnog prototipa, što omogućuje uočavanje i otklanjanje pogrešaka u fazama razvoja u kojima je moguće relativno brzo i efikasno napraviti značajnije promjene unutar sustava.

Skraćivanje vremena razvoja

S obzirom na to da je primjenom metoda UCD procesa omogućeno otklanjanje pogrešaka u ranim fazama razvoja aplikacije, proces razvoja se skraćuje za vrijeme koje bi bilo potrebno za njihovo otklanjanje u kasnijim fazama.

Efikasnija organizacija razvoja aplikacija

Formalizacijom procesa UCD razvoja aplikacija u području PK menadžmentu razvojnog tima pruža se referentni materijal za planiranje procesa razvoja te predviđanje troškova i vremenskih rokova.

Manji broj nužnih revizija nakon distribucije proizvoda

Distribucijom aplikacije bez adekvatnog procesa evaluacije u svim fazama razvojnog procesa krajnji korisnici često se dovode u ulogu „naknadnih evaluatora“ te su prisiljeni nakon niza frustracija otkrivati probleme u radu s aplikacijom, koji često nisu samo tehničke naravi. Zbog navedenih problema, od kojih su se mnogi mogli otkloniti u ranim fazama razvoja, razvojni tim prisiljen je na dugotrajni proces implementacije izmjena na već gotovoj aplikaciji. Primjenom UCD procesa svaki razvijeni prototip aplikacije, od papirnatih do funkcionalnih, prolazi kroz procese evaluacije kako bi se uskladili sa smjernicama, korisnikovim mogućnostima i potrebama te kako bi se otkrili mogući problemi i pogreške u radu aplikacije. Ovakav način kontrole kao cilj ima smanjenje mogućih problema u radu s aplikacijom na minimum nakon njene distribucije te omogućuju razvojnog timu da se usredotoči na razvoj i implementaciju novih funkcionalnosti.

Veća uporabljivost za krajnje korisnike

Budući da je korisnik i način na koji će on upotrebljavati aplikaciju u fokusu svake faze razvoja aplikacije te da se u pojedinim fazama razvoja provode evaluacije s korisnicima, njihovim predstavnicima ili ekspertima koji su upoznati s potrebama korisnika, povećava se vjerojatnost da će završna verzija aplikacije imati veću uporabljivost za korisnika.

Smanjenje troškova edukacije svih korisnika aplikacije

Aplikacija čiji je dizajn utemeljen na podacima o primarnim (osobe sa SKP) i sekundarnim korisnicima (roditelji, skrbnici, logopedi, sugovornici) omogućava da značajke procesa interakcije budu bliže razmišljanju korisnika, čineći je intuitivnijom za korištenje.

9.2.2 Izazovi i ograničenja implementacije UCD metoda unutar procesa razvoja aplikacija za PK

S obzirom na broj evaluacija te zahtjevnost rada s korisnicima, provedba pojedinih dijelova UCD procesa ili njegova cjelokupna realizacija mogu predstavljati značajne izazove za razvojni tim.

Složena organizacija i provedba pojedinih UCD metoda

Multidisciplinarni timovi u koje su uključeni stručnjaci iz različitih područja, a koji nisu puno radno vrijeme vezani uz projekt razvoja aplikacije, suočeni su s organizacijskim problemima oko vremenskog usklađivanja i okupljanja članova nužnih za provedbu pojedinih UCD metoda. U slučajevima kad nije potrebna fizička nazočnost pojedinih članova, jedno od potencijalnih rješenja ovog problema jest i uporaba različitih alata za suradnju na daljinu, poput telekonferencijskih rješenja, usluga za pregled i komentiranje prototipova itd.

Otežan pristup korisnicima

Korisnici PK, osobito oni dječje dobi, predstavljaju osjetljivu društvenu skupinu i često je potrebno prolaziti složene procedure, koje uključuju i prikupljanje pisanih pristanaka roditelja i skrbnika kako bi se korisnici mogli uključiti u istraživanja.

Povećano opterećenje za korisnike

S obzirom na specifičnosti demografije za koju se aplikacije razvijaju, može se zaključiti da bi ispitanicima primjena neprilagođenih metoda evaluacija unutar UCD procesa predstavljala iscrpljujuće i često frustrirajuće iskustvo. Djeca mlađa od 10 godina imaju problema s apstrahiranjem i konceptualnim rješavanjem problema, tj. s osobinama koje često predstavljaju preduvjet sudjelovanja u određenim aktivnostima korisnički-usmjerenog oblikovanja [216]. Stoga je potrebno razmotriti strategiju direktnog uključivanja korisnika u proces razvoja samo onda kada je to nužno i potrebno je osigurati metode provođenja evaluacije koje bi na korisnike stavljali minimalna moguća opterećenja.

Heterogenost korisnika

Znatan dio ovog problema raščlanjen je u drugom poglavlju ove radnje, a najbolje je sažet mišlju da „ne postoji jedinstveni profil korisnika potpomognute komunikacije“. Svaki je

korisnik specifičan i nemoguće je napraviti „ispravne“ generalizacije na osnovi prikupljenih podataka o samo jednom dijelu korisnika.

Multidisciplinarnost razvojnog tima

S obzirom na to da je za razvoj kvalitetnih PK aplikacija potreban doprinos iz različitih područja koja međusobno mogu imati značajne razlike, može doći do različitih barijera u suradnji na razvoju, poput razlika u korištenoj terminologiji ili poput neslaganja u pristupima rješavanju problema i razlika u korištenim metodologijama. Stoga je potrebno uložiti trajne napore radi usklađivanja suradnje između članova razvojnog tima.

Okupljanje potrebnih članova tima

S obzirom na potrebu stvaranja multidisciplinarnog tima, s pojedinim članovima iz usko specijaliziranih područja, javlja se problem pronalaska i regrutiranja članova s odgovarajućom razinom znanja u traženim područjima.

„Korisnik nije uvijek u pravu“

Preveliko oslanjanje na povratne informacije korisnika može prouzročiti niz krivih odluka u dizajnu korisničkog sučelja. Nielsen ističe da korisnici često „ne znaju što je dobro za njih“ [115], odnosno postoji problem s predodžbom dobrobiti upotrebe proizvoda koji se razlikuju od trenutnih rješenja koje korisnik rabi. Korisnici često neće imati predodžbu o stvarnom povećanju uporabljivosti i poboljšanju korisničkog iskustva sve dok ne steknu iskustvo u radu s konačnim proizvodom.

Kratki vremenski rokovi

Uvođenjem novih odjela u razvojni tim i niza dodatnih aktivnosti unutar razvojnog procesa te zbog mogućih problema koji se odnose na njihovu provedbu, poput organizacije procesa, okupljanja potrebnih članova za potrebe evaluacija, regrutiranja ispitanika, značajno se otežava provedba plana razvoja u odnosu na zadane vremenske rokove. Stoga je potrebno odrediti prioritetnu listu funkcionalnosti koje će se implementirati u određenu verziju aplikacije te prioritetne aktivnosti UCD procesa i na taj način omogućiti fleksibilniji plan razvojnog procesa s obzirom na zadane vremenske rokove.

Osiguranje potrebne opreme i lokacije ispitivanja

Iako u većini slučajeva za provedbu većine UCD metoda nisu potrebna značajna ulaganja u istraživačku opremu, u kontekstu razvoja aplikacija kao minimum potrebno je osigurati pokretne uređaje na kojima će biti provođene evaluacije, kao i opremu za snimanje videa i zvuka. Također je potrebno osigurati prostorije za ispitivanja koje su dostupne teško pokretnim korisnicima i u kojima će se korisnici ugodno osjećati.

Ograničenja ljudskih i financijskih resursa

Izrada rješenja za usko specifičnu i brojčano malu populaciju zahtijeva pomno planiranje troškova kako bi se vratila ulaganja i ostvario profit. S obzirom na dostupnost razvoja na platformama pokretnih uređaja i masovnu proizvodnju aplikacija niskih cijena, ali i upitne kvalitete, korisnici su se navikli na financijsku pristupačnost aplikacija. Stoga je formiranjem većih razvojnih timova i značajnijim ulaganjem u proces razvoja teško konkurirati u moru besplatnih i jeftinih rješenja.

9.3 Metode UCD-a primjenjive unutar procesa razvoja aplikacija za PK

Earthy et al navode da dostupna literatura o metodama UCD-a, iako opsežna, „ne nudi adekvatna pravila njihove prilagodbe za specifične projekte“ [217]. Iako postoje smjernice formiranja procesa i odabira metoda prema vremenskim i financijskim mogućnostima i razini edukacije u korištenja UCD metoda, poput onih koje nudi UsabilityNet [218], trenutno ne postoji preporuka metoda razvoja i evaluacije uporabljivosti adekvatnih za primjenu u području razvoja aplikacija za PK. U oskudnoj literaturi primjetna su određena nastojanja implementacije UCD-a u proces razvoja aplikacija za PK, međutim, umjesto na formuliranje samog procesa, ova nastojanja svode se na primjenu pojedinih metoda [8], [9] ili na generalno razmatranje potencijala UCD-a u kontekstu PK [205]. Moguće je ipak zaključiti da se preporučuje korištenje persona i prototipova, no značajan broj potencijalno iskoristivih metoda UCD-a trenutno je izostavljen.

Dodatan problem predstavlja i činjenica da određene metode korištene u UCD-u jednostavno nisu primjenjive u kontekstu rada s korisnicima PK ili imaju značajna ograničenja primjene. Ograničenja u mogućnostima izjašnjavanja o vlastitim razmišljanjima, procjenama i stavovima o predstavljenim rješenjima te česta nemogućnost shvaćanja uputa i provođenja zadataka izlažu korisnika potencijalnim frustracijama i osjećaju nemoći. S druge strane, potencijalni problem

implementacije ovih metoda predstavlja i sudjelovanje multidisciplinarnog tima, s obzirom na vjerojatnost postojanja razlike u poznavanju procesa razvoja softverskih rješenja i primjene metoda UCD-a između članova razvojnog tima iz različitih područja, koji su uključeni u razvoj.

Stoga je očita potreba prilagodbe postojećih metoda kako bi one bile adekvatne za rad s korisnicima sa SKP, ali i prilagodbe u kontekstu sudjelovanja multidisciplinarnog razvojnog tima u procesu razvoja. Možemo zaključiti da je, kako bi UCD proces bio primjenjiv u kontekstu razvoja aplikacija za PK, potrebno osigurati da svaka aktivnost u sklopu procesa bude provediva s obzirom na sljedeće:

1. korisnike sa SKP i njihovu mogućnost participacije u aktivnostima;
2. kompetentnost i opremljenost radnog tima za razvoj aplikacije;
3. vremenski i financijski okvir razvoja aplikacije.

9.3.1 Izrada prototipova

Podjelu prototipova upotrebljivanih za razvoj softverskih rješenja moguće je izvesti po nekoliko različitih osnova: po vjernosti prikaza, korištenom mediju, sadržaju prototipa i razini funkcionalnosti, odnosno interaktivnosti. Vjernost prikaza podrazumijeva razinu detaljnosti izgleda i sadržaja prototipa, gdje je prototip najviše vjernosti prikaza svojim izgledom i sadržajem istovjetan izgledu grafičkog korisničkog sučelja dovršene aplikacije [219].

Papirnati prototipovi obično se upotrebljavaju u konceptualnim fazama razvoja aplikacija, u kojima se obično razmatraju različita usmjerenja i pristupi ostvarivanju zadanih ciljeva i rješenja problema. Mogu biti izvedeni ručno ili u formi ispisa vizualizacija izrađenih u digitalnom mediju. Zbog jednostavnosti u manipulaciji i izmjenama prototipova, koje ne iziskuju specijalizirane alate, rad s papirnatim prototipovima omogućuje brze izmjene uz minimalna ulaganja. Dizajner može unositi izmjene i stvarati nova rješenja za vrijeme same evaluacije prototipova. Ovakav pristup omogućuje brzu konceptualizaciju i vizualizaciju rješenja različitim prilagodbi aplikacija za korisnike PK. Papirnati prototipovi mogu se koristiti za poboljšanje komunikacije između odjela razvojnog tima, čime svi članovi tima imaju uvid u okvirni izgled i rad buduće aplikacije, stoga su u mogućnosti upozoriti odjel dizajna na eventualne probleme koncepta prije faze izrade digitalnih prototipova. Problem uporabe

papirnatih prototipova niske i srednje vjernosti s krajnjim korisnicima jest niska vjernost prikaza i nedostatak interakcije, koji često od korisnika iziskuju značajan kognitivni napor kako bi zamislili krajnji izgled i rad aplikacije iz jednostavnih, statičnih linijskih crteža, što često nadilazi mogućnosti mnogih korisnika PK [216]. Ni prezentacija sučelja korisnicima bez samog uređaja timu ne može dati potpuni uvid u sve potencijalne probleme u procesu interakcije koji mogu biti prouzročeni značajkama ciljanog uređaja.

Digitalni prototipovi predstavljaju prototip softverskog rješenja distribuiran i upotrebljavan u digitalnom obliku. Iako imaju svrhu koju imaju i papirnati prototipovi, digitalni prototipovi manje su podložni brzim izmjenama, međutim mogu se lako integrirati u cijeli niz prezentacijskih metoda, odnosno moguće je implementirati ograničenu interakciju s prototipom, integrirati ih u statične ili video *storyboardove* (videoprototipove koji prikazuju scenarije uporabe). Digitalni prototipovi u kontekstu razvoja aplikacije za PK omogućuju prikaz izgleda aplikacije na uređaju, što omogućuje uvid u funkcioniranje korisničkog sučelja kada se stavi u kontekst realne upotrebe. Zbog izrazito važne uloge zvuka u aplikacijama za PK, može doći do problema u korisničkoj evaluaciji digitalnih prototipova koji nemaju implementiranu tu funkcionalnost. Također se, zbog multidisciplinarnog razvojnog tima i ostalih sudionika u procesu razvoja koji dolaze iz područja koja nisu bliska dizajnu interakcija ili razvoju softverskih rješenja, preporučuje implementacija ograničenih mogućnosti interakcije i/ili razvoj videoprototipa radi jasnijeg objašnjenja rada korisničkog sučelja.

Izrada funkcionalnog prototipa predstavlja idući korak u procesu razvoja aplikacije. Ovaj tip prototipa izrađuje se u nekom od programskih jezika, uobičajeno u onom koji će se upotrijebiti i za finalnu verziju aplikacije. Prototip obično ima izgled i sadržaj visoke vjernosti, koji mogu biti preuzeti iz digitalnog prototipa istovjetne vjernosti. Osim očite prednosti funkcionalne interakcije, evaluacija na ovom tipu prototipa uz kvalitativne, omogućuje i prikupljanje kvantitativnih podataka. Prerana izrada funkcionalnog, odnosno softverskog prototipa može značiti donošenje važnih odluka o dizajnu i funkcionalnosti u izrazito kratkim periodima, bez dovoljne razrade i analize implementiranih rješenja. Stoga se njegova izrada preporučuje tek po dovršetku razvoja korištenjem papirnatih, odnosno digitalnih prototipova [219].

9.3.2 Persone

Persone su fiktivni likovi koji su stvoreni radi reprezentacije ciljanih korisnika, odnosno predstavljaju „tipične korisnike“ razvijane usluge. I prije nego što je Cooper uveo koncept „persone“ 1999. god. [220], u području razvoja softvera rabljene su različite metode i tehnike profiliranja korisnika. Danas izrada i uporaba persona predstavlja općeprihvaćenu metodu u području razvoja softverskih rješenja. Uporabom persona krajnji korisnici, umjesto anonimne mase ili niza kvantitativnih podataka, postaju skup živopisno opisanih likova čime ih se približuje članovima razvojnog tima. Time im se olakšava asocijacija s korisnicima i gledanje na probleme iz njihove perspektive. Nielsen je ponudila opširan pregled literature o personama te navodi nekoliko različitih perspektiva o stvaranju i uporabi persona [221]: usmjerenu cilju, utemeljenu na ulogama, asocijativnu i fiksijsku.

Persone su definirane realističnim narativnim opisima koji, osim osnovnih podataka o osobi, sadrže i uzorke ponašanja, ciljeve, vještine, stavove i okolinu. Uz opis persona nerijetko se upotrebljavaju i slikovni materijali, poput vizualizacije lika persone fotografijom ili ilustracijom, prezentacije pojedinih karakteristika persona pomoću grafova i ostalih metoda vizualne prezentacije informacija te fotografija omiljenih ili često rabljenih proizvoda. Iako su persone fiktivne osobe, njihovo oblikovanje utemeljeno je na analizi prikupljenih podataka o stvarnim korisnicima i relevantnim rezultatima istraživanja u kojima su sudjelovali korisnici.

U kontekstu razvoja aplikacije za PK upotreba persona posjeduje velik potencijal. Međutim, LoPresti et al [6] navode kako se dizajneri prilikom oblikovanja PK sustava često oslanjaju na postojeće modele korisnika bez razvojnih poteškoća te da je razvoj modela koji uključuju potrebe korisnika s posebnim potrebama tek u svojim začetcima. Zimmerman i Vanderheien su, u kontekstu razvoja softverskih rješenja za osobe s posebnim potrebama, predstavili model uporabe persona za provedbu evaluacija pomoću scenarija [9]. Higginbotham et al trenutno rade na projektu definiranja persona za projekte razvoja u području PK, s fokusom na odrasle korisnike PK [222]. Zbog često otežanog pristupa stvarnim korisnicima PK i problema prigodom prikupljanja povratnih informacija, persone mogu služiti kao konstantna poveznica razvojnog tima s korisnicima. Učestala uporaba persona smanjuje opterećenje i samih korisnika, jer je neke odluke u dizajnu i razvoju moguće donositi i bez njihove direktne uključenosti, ali imajući u vidu njihove želje i potrebe. S obzirom na fleksibilnost persona,

razvojnem timu PK aplikacije omogućena je njihova raznolika uporaba. Stoga ih je moguće koristiti za sljedeće:

- održavanje fokusa na korisnike u svim fazama razvoja proizvoda,
- stvaranje i provedbu korisničkih scenarija (scenarija upotrebe aplikacije),
- odabir ispitanika u evaluacijama uporabljivosti i pripremi istraživanja,
- zajedničko razumijevanje multidisciplinarnog tima o korisnicima PK aplikacija, njihovim potrebama i mogućnostima,
- prebacivanje fokusa na različite ciljne skupine korisnika,
- bolju argumentaciju problema i predloženih rješenja sa stanovišta korisnika,
- prebacivanje fokusa s problema heterogenosti korisnika na donošenje konkretnih odluka u dizajnu.

Međutim, korištenje persona u ovom kontekstu može predstavljati i niz izazova:

- iako utemeljene na podacima, persone su podložne individualnom tumačenju;
- svi članovi tima koji sudjeluju u aktivnostima u kojima se upotrebljavaju persone moraju znati na koji ih način koristiti;
- svaki korisnik PK specifičan je, stoga je otežano kreiranje „tipičnog korisnika“

Budući da se izrada persona temelji na analizi kvalitativnih i kvantitativnih podataka prikupljenih različitim metodama istraživanja koja direktno uključuju krajnje korisnike, očigledna su ograničenja u prikupljanju navedenih podataka ukoliko su krajnji korisnici osobe sa SKP, osobito osobe dječje dobi. Ovi korisnici često nisu na razini potrebnoj za samostalno izražavanje svojih želja, potreba ili stavova. Stoga je dio podataka potrebnih za oblikovanje persona za ovu ciljanu publiku uputno prikupljati iz ostalih izvora, a to su roditelji i skrbnici djece sa SKP, logopedi, učitelji i nastavnici, kao i promatranjem korisnika sa SKP i iz relevantne literature. Persone je moguće izraditi i prema podacima prikupljenima iz prethodnih istraživanja, a u određenim slučajevima moguće je preuzeti prethodno izrađene persone u okviru sličnih projekata.

9.3.3 Scenariji upotrebe

Scenariji upotrebe specificiraju kako korisnici rabe aplikaciju za izvršavanje zadataka unutar određenog konteksta. Također se upotrebljavaju i za modeliranje funkcionalnosti koje sustav treba imati te za pregovaranje s korisnicima oko tih funkcionalnosti.

Služeći se scenarijem upotrebe, dizajneri i razvijatelji mogu okvirno predvidjeti hoće li korisnici moći biti u mogućnosti izvršiti interakcijske radnje iz scenarija i koliko će im za to vremena biti potrebno, te ponuditi adekvatna dizajnerska i programerska rješenja za uočene probleme. Scenarije je potrebno utemeljiti na najbitnijim radnjama u kontekstu korištenja aplikacije [209]. U kontekstu PK, zbog specifičnosti u načinu uporabe interaktivnih proizvoda i načinu komunikacije, bitno je da su scenariji detaljno specificirani kako bi razvojni tim mogao dobiti što bolji uvid u moguće probleme uporabljivosti i funkcionalnosti unutar osmišljenog scenarija.

9.4 Metode evaluacije uporabljivosti unutar UCD procesa za PK

Uporabljivost i njena evaluacija predstavljaju okosnicu dizajna usmjerenog korisnicima. Potrebno je implementirati niz postupaka evaluacije u procesu UCD-a kako bi se nakon svake važnije aktivnosti osiguralo da proizvod, odnosno aplikacija, zadovoljava postavljane kriterije uporabljivosti. Provedbom postupaka evaluacije osigurava se i iterativnost UCD procesa razvoja, jer u slučaju da proizvod ne zadovoljava postavljane kriterije, vraća se na doradu, odnosno prolazi jednu ili više prethodnih aktivnosti.

Plan provedbe evaluacija određene aktivnosti unutar dizajna usmjerenog korisnicima sastoji se od sljedećih koraka [223]:

1. izrade plana evaluacije,
2. prikupljanja i analize podataka,
3. prezentacije izvještaja o rezultatima i preporuka za izmjene;
4. potrebe da se na temelju rezultata i preporuka iterativno razvija proizvod unutar zadane aktivnosti dok se ne zadovolje zadani ciljevi uporabljivosti,
5. evidentiranja promjena.

Tri su osnovna tipa evaluacije uporabljivosti:

- metodom testiranja (usability testing methods),
- metodom pregledavanja (usability inspection methods)
- metodom ispitivanja (usability inquiry methods)

Metode evaluacije uporabljivosti rabljene za svaki tip evaluacije detaljno su opisane u postojećoj literaturi [115], [224]–[226]. Potrebno je naglasiti da, kao i u slučaju metoda planiranja i razvoja unutar UCD procesa, nisu sve metode evaluacije uporabljivosti adekvatne za provođenje s primarnim korisnicima PK usluga. Očita su ograničenja u provođenju metoda koje zahtijevaju verbalnu komunikaciju između ispitanika i voditelja evaluacije ili visoku razinu drugih oblika komunikacije, poput razmišljanja naglas, postavljanja pitanja, razgovora (intervjua). Upitna je i primjena različitih metoda evaluacije pomoću upitnika, poput SUS (System Usability Scale) upitnika za subjektivnu ocjenu uporabljivosti. Stoga je potrebna selekcija i prilagodba metoda kako se od korisnika ne bi tražili nerealistični zahtjevi u procesu evaluacije. Također je potrebno osigurati što bolju funkcionalnost prototipa i otkloniti značajnije probleme uporabljivosti prije nego što korisnici dođu u direktan kontakt s prototipom. Ovo je moguće postići različitim metodama pregledavanja, koje ne zahtijevaju direktno sudjelovanje korisnika.

9.4.1 Metode evaluacije uporabljivosti grafičkih znakova

Standardnim UCD procesom ne predviđaju se potrebne metode evaluacije grafičkih znakova. Međutim, zbog činjenice da dizajn grafičkih znakova korištenih u aplikacijama za PK predstavljaju presudan čimbenik njezine uporabljivosti, unutar UCD procesa za PK potrebno je implementirati adekvatne metode evaluacije njihove uporabljivosti. Kao što je uočljivo iz ranijih poglavlja, istraživanja uporabljivosti znakova u području PK ponajprije su usmjerena na ikoničnost, odnosno transparentnost grafičkih znakova. Međutim, ne postoje ustanovljene norme kojima je propisan postupak evaluacije znakova za PK, stoga je potrebno prilagoditi norme namijenjene evaluaciji znakova u drugim domenama.

ISO 9186:2007

International Standards Organisation (ISO) u normi pod oznakom ISO 9186:2007 ponudio je standardizirane metode evaluacije grafičkih znakova uz opis procedure provođenja. Iako su

navedene metode namijenjene prvenstveno evaluaciji znakova rabljenih za prezentaciju neverbalnih informacija na zgradama i javnim prostorima te za upotrebu u javnim službama, pojedini autori prilagođavali su ih za potrebe istraživanja unutar drugih domena te su rabljene i za evaluaciju računalnih ikona i znakova namijenjenih potpomognutoj komunikaciji bolničkih pacijenata s osobljem bolnice [227].

ISO normom definirane su dvije različite metode evaluacije:

- 1) test rasuđivanja - procedura iznošenja prosudbi o razumljivosti predloženog grafičkog znaka;
- 2) test razumljivosti - procedura kvantifikacije stupnja razumijevanja predloženog grafičkog znaka.

Test rasuđivanja provodi se ukoliko se razmatraju više od tri varijante znaka koje označavaju isti pojam, te služi za selekciju znakova koji će se evaluirati testom razumljivosti. Sudionicima su, uz jasno naveden pojam, prezentirane sve varijante znaka koje se razmatraju za označavanje navedenog pojma. Sudionikov zadatak je da pored svakog znaka upiše postotak populacije za koji smatra da bi razumio navedeni znak. Konačni zbroj postotaka ne mora iznositi 100%. Na osnovi rezultata odabire se znak koji ima najveći prosjek, a od ostalih znakova odabiru se dva koja se ujedno razlikuju i po grafičkim karakteristikama i imaju najveći prosjek. Daljnja evaluacija odabranih znakova provodi se testom razumljivosti.

Testom razumljivosti evaluira se maksimalno 3 različite varijante znaka koje bi trebale označavati isti pojam. Svakom sudioniku dodjeljuje se jedna varijanta znaka koji se evaluira. Sudionikov zadatak jest da ponudi značenje koje je označeno znakom. ISO je odredio minimalnu granicu prepoznatljivosti znaka kako bi mogao biti upotrebljavan za javno informiranje. Evaluirani znak mora imati najmanje 66% točnih odgovora kako bi bio prihvatljiv.

Preporučuje se minimalno 50 ispitanika iz jedne države po testu. Isti ispitanici ne smiju sudjelovati u oba testa. Test može biti prikazan korištenjem tiskanim i digitalnim medijima. U proceduri testiranja ISO navodi da sudionici trebaju pripadati jednoj od triju dobnih skupina koje obuhvaćaju dob od 15 godina naviše. Osim podataka o spolu, dobi i razini školovanja, od korisnika se traži informacija i o njihovim eventualnim specifičnim potrebama.

ETSI pristup više pokazatelja (Multiple index approach)

Od standardiziranih metoda evaluacije grafičkih znakova, alternativu ISO 9186:2007 proceduri predstavlja ETSI pristup više pokazatelja (*Multiple indeks approach*). Osim evaluacije povezanosti znaka sa značenjem, dio ove metodologije odnosi se i na različite subjektivne procjene i preferencije.

Ova metoda evaluacije sadrži 7 pokazatelja:

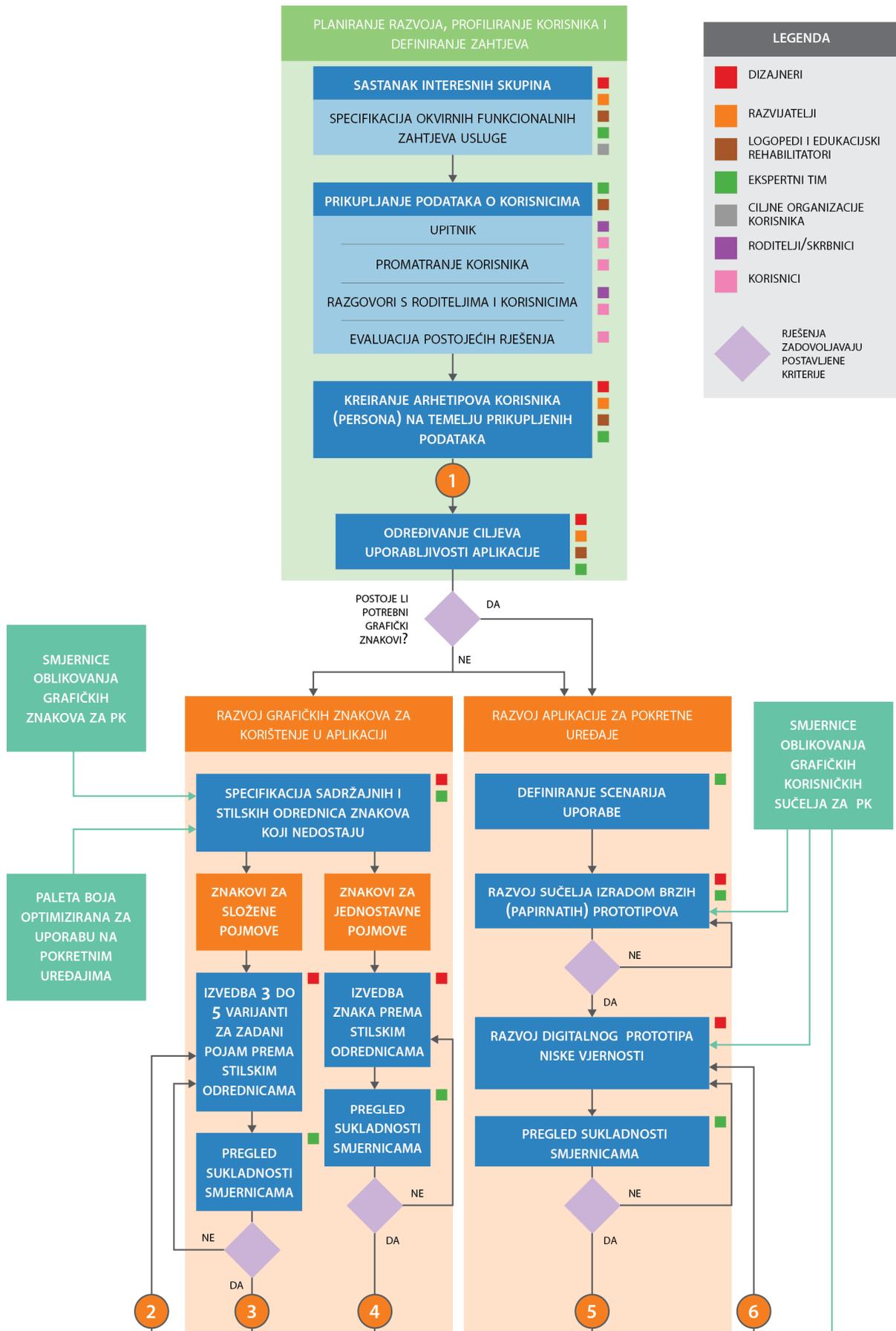
1. **Stopa uspješnosti (Hit Rate)** označava broj točnih asocijacija između znaka i referenta.
2. **Stopa lažne uzbune** odnosi se na broj povezivanja označenog pojma s krivim znakom.
3. **Nepoznate vrijednosti** povezane su s brojem neodgovorenih zadataka zbog činjenice da sudionik nije znao odgovoriti.
4. **Subjektivna sigurnost** označava koliko su sudionici sigurni u povezanost znaka s pojmom koji su mu dodijelili. Obrazloženje ovog pokazatelja jest da bi sudionici, ukoliko su izrazito nesigurni da znak označava npr. određenu funkciju nekog uređaja, mogli odlučiti da uopće ne koriste navedeni uređaj.
5. **Subjektivna prikladnost** odnosi se na sudionikovu procjenu u kojoj je mjeri referent označen znakom.
6. **Preferencija piktograma (znaka)** odnosi se na sudionikov odabir znaka koji prema njegovom mišljenju najbolje predstavlja označeno. Sudionik ne navodi kriterije za odabir.
7. **Preferencija kompleta piktograma (znakova)** odnosi se na subjektivni odabir najprikladnijeg kompleta znakova.

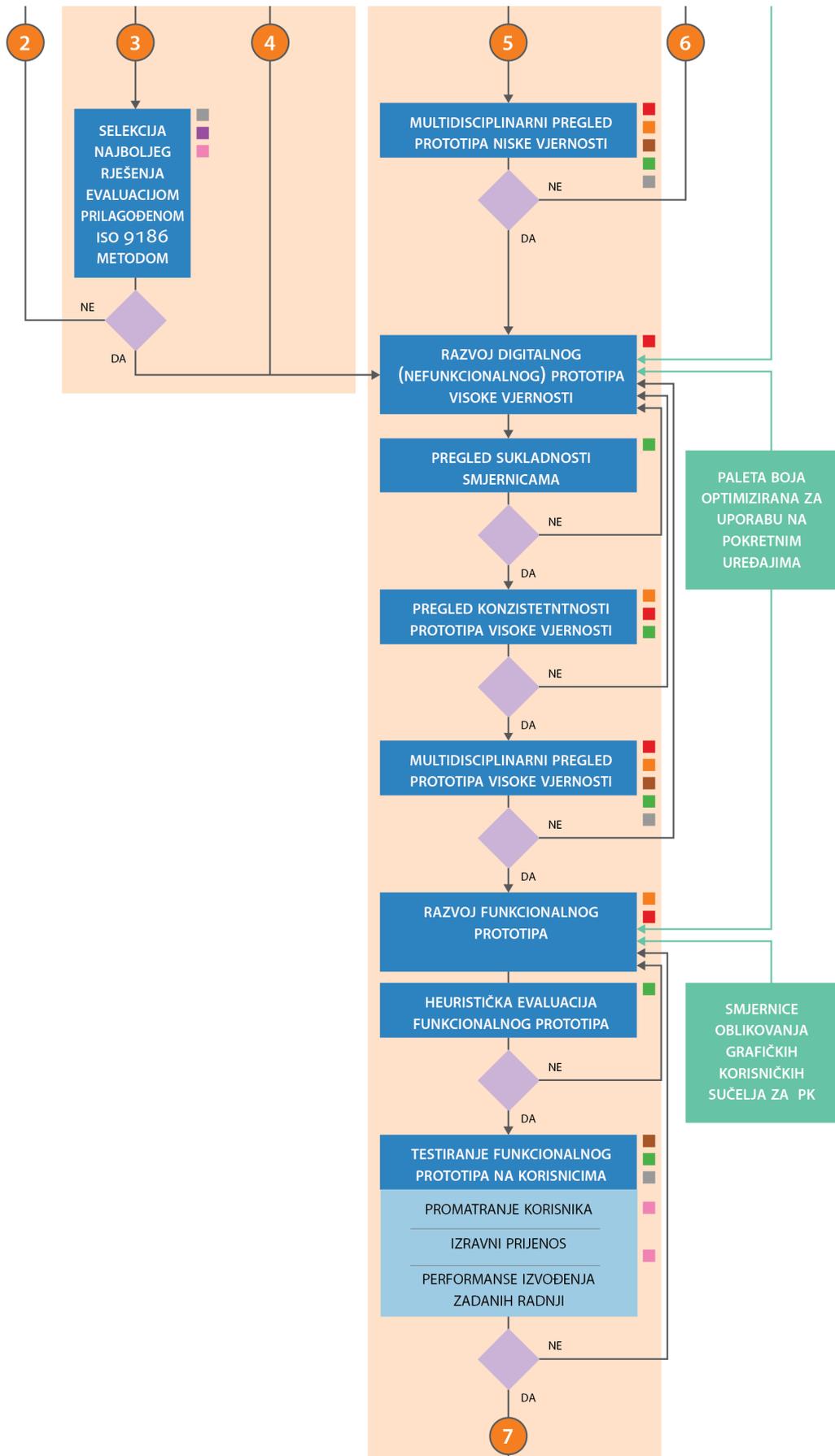
9.5 Razvojni tim aplikacija za PK

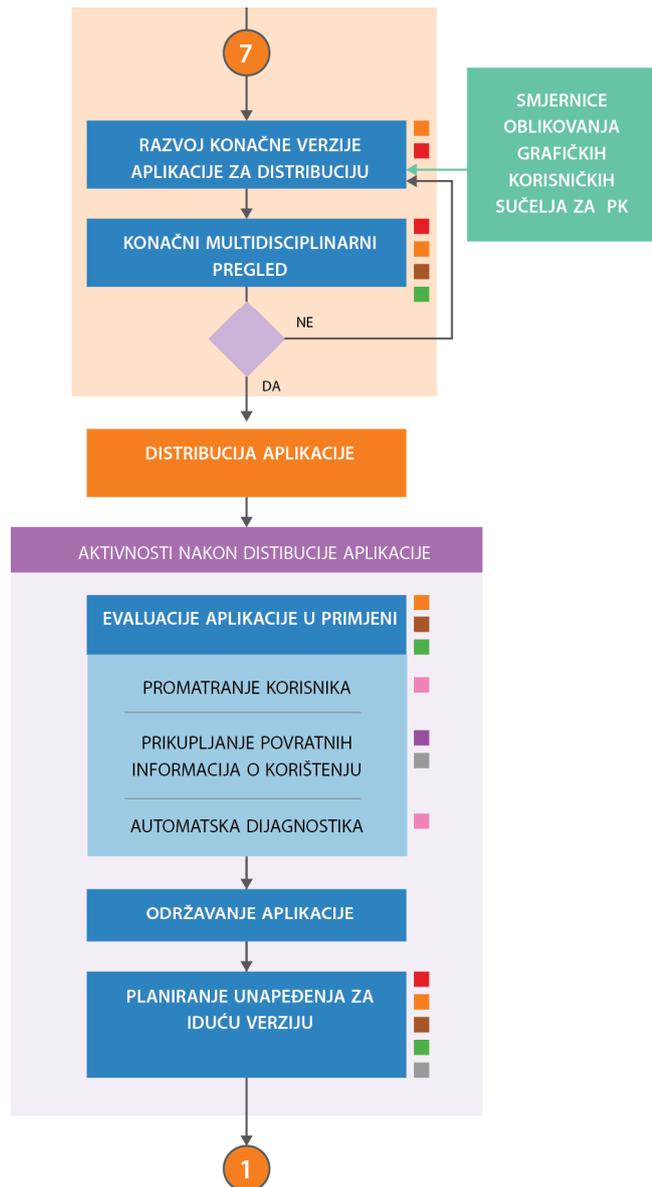
Cooper et al predložili su podjelu tima za razvoj interakcijskih proizvoda na četiri odjela [11]: dizajn, razvoj, marketing i menadžment. Za potrebe razvoja aplikacija primjenom korisnički-usmjerenog oblikovanja u kontekstu razvoja usluga za PK, ova je podjela preuzeta i modificirana kako bi udovoljila kompleksnim zahtjevima koji se stavljaju pred razvojni tim. Stoga je predložena nova podjela razvojnog tima u pet odjela:

1. **Dizajn:** članovi su zaduženi za izgled i ponašanje grafičkog korisničkog sučelja. Kod razvoja GKS usko surađuju s odjelom istraživanja, razvoja i stručne podrške. Zaduženi su i za izradu detaljne specifikacije razvijenog GKS.
2. **Razvoj:** članovi su zaduženi za implementaciju specifikacija GKS i realizaciju ostalih segmenata potrebnih za pravilno funkcioniranje aplikacije. Usko surađuju s dizajnerima kako bi im ukazali na moguća ograničenja iz aspekta ciljanih uređaja i planiranih tehnologija koje će rabiti za izvođenje aplikacije.
3. **Domensko-istraživački:** članovi su zaduženi za direktan kontakt s korisnicima, za primjenu prototipova u provedbi istraživanja unutar ciljanje populacije. Ovaj odjel predstavlja glavnu vezu između korisnika sustava i odjela dizajna i razvoja.
4. **Potporna stručnjaka:** sastoji se od tima stručnjaka zaduženih za provedbu relevantnih evaluacija unutar UCD procesa, poput heurističke evaluacije ili formalnog pregleda. U formiranju ovog odjela potrebno je težiti što većoj multidisciplinarnosti, odnosno angažmanu stručnjaka iz različitih područja, poput potpomognute komunikacije, ICT tehnologija, dizajna interakcija, grafičkog dizajna i tehnologije, psihologije i ostalih područja koja bi mogla doprinijeti razvoju kvalitetnijih rješenja za PK. Članovi ovog odjela nisu cijelo vrijeme angažirani na razvoju, već se uključuju prema potrebi.
5. **Menadžment i marketing:** članovi su zaduženi za osiguravanje optimalnih radnih uvjeta cijelog razvojnog tima, efikasne komunikacije i suradnje između odjela te za nadgledanje napretka projekta i provedbe dijelova razvojnog procesa unutar zadanih rokova. Članovi ovog odjela zaduženi su i za predstavljanje aplikacije i razvojnog tima te za komunikaciju s medijima i organizacijom korisnika za PK.

U kontekstu isplativosti projekata i samoodrživosti razvojnog tima, teško je očekivati da će svaki razvojni tim koji razvija aplikacije za PK biti u mogućnosti sadržavati svih 5 navedenih odjela. Međutim, odjele poput istraživanja i stručne podrške moguće je organizirati kao vanjske suradnike, koji bi se angažirali kada se za to ukaže potreba unutar razvojnog procesa.







Slika 54. Shematski prikaz predloženog modela UCD procesa za razvoj aplikacija namijenjenih potpomognutoj komunikaciji

9.6 Model UCD procesa za razvoj aplikacija namijenjenih PK

U sljedećem tekstu opisan će se model UCD procesa za razvoj aplikacija namijenjenih potpomognutoj komunikaciji koji predstavlja novu metodologiju za izradu prilagodljivih grafičkih znakovnih sustava za potpomognutu komunikaciju namijenjenu suvremenim pokretnim uređajima (Slika 54). Izrađen je na osnovi analize dostupnih metoda korištenih u

procesu UCD-a i prema zahtjevima za implementaciju istih unutar procesa razvoja aplikacija i srodnih softverskih rješenja usmjerenih PK. Model služi kao platforma za sljedeće:

- implementaciju prilagodljivog grafičkog korisničkog sustava za osobe sa SKP predloženog u 4. poglavlju ovog rada
- implementaciju smjernica za oblikovanje grafičkih znakova za osobe sa SKP i smjernica za oblikovanje GKS za osobe sa SKP predloženog unutar 2., 3. 4. i 5. poglavlja ovog rada
- implementaciju palete boja optimiziranih za prikaz na zaslonima pokretnih uređaja, razvijene u sklopu 10. poglavlja ovog rada
- implementaciju metoda i aktivnosti UCD-a prilagođenih razvoju softverskih usluga u području PK pomoću grafičkih znakova

Aktivnosti u modelu moguće je podijeliti u tri segmenta: aktivnosti usmjerene prema planiranju razvoja, profiliranju korisnika i definiranju zahtjeva, aktivnosti povezane s razvojem i realizacijom aplikacija i grafičkih znakova te aktivnosti nakon distribucije aplikacije.

9.6.1 Aktivnosti planiranja razvoja, profiliranja korisnika i definiranja zahtjeva

Aktivnosti koje su usmjerene prema planiranju razvoja, profiliranju korisnika i definiranju zahtjeva kao cilj imaju određivanje osnovnih parametara aplikacije, ciljanih korisnika, funkcijskih zahtjeva i ciljeva uporabljivosti, prikupljanja relevantnih podataka o korisnicima i načinu na koji vrše interakciju i komunikaciju u cilju izrade persona, scenarija upotrebe i prototipova.

Prva aktivnost, nazvana **planiranje**, predstavlja inicijalne aktivnosti cjelokupnog razvojnog tima, a u okviru tih aktivnosti razvija se ideja i definiraju se osnovni parametri aplikacije i ciljani korisnici, analizira se stanje na tržištu i konkurentska rješenja, izrađuje se plan daljnjih aktivnosti u okviru projekta i isplativost njihove provedbe s obzirom na vremenske i financijske mogućnosti projekta te dostupne ljudske resurse.

Idući niz aktivnosti odnosi se na **prikupljanje podataka o korisnicima** radi njihovog profiliranja pomoću persona i scenarija upotrebe. Na planiranju i provedbi ovih aktivnosti sudjeluje domensko-istraživački odjel i relevantni stručnjaci iz domene PK i psihologije. U

određene aktivnosti moguće je uključiti članove iz odjela dizajna i razvoja. S obzirom na mogućnosti korisnika PK, potrebni podaci mogu se prikupljati na sljedeće načine:

1. **provedbom upitnika** – s obzirom na ograničene mogućnosti komunikacije s korisnicima, težina i formulacija pitanja iz upitnika moraju biti posebno prilagođeni ciljnoj populaciji te je opseg upitnika, odnosno broj pitanja potrebno smanjiti na najmanju moguću mjeru. Dobru alternativu ili nadopunu predstavljaju upitnici namijenjeni roditeljima i skrbnicima korisnika, koji omogućuju prikupljanje veće količine podataka, ali uz opasnost subjektivne interpretacije korisnikovih želja ili stavova;
2. **promatranjem korisnika** – promatra se interakcija korisnika s postojećim aplikacijama i/ili njihov proces komunikacije pomoću redovno rabljenog (visokotehnološkog ili niskotehnološkog) sredstva za PK;
3. **razgovorima s korisnicima i roditeljima** – uz prisustvo djece/korisnika PK, roditelji su u mogućnosti demonstrirati probleme s kojima se susreću u procesu komunikacije ili pri korištenju postojećih rješenja. U ovakvom okruženju roditelji mogu privremeno preuzeti ulogu posrednika između voditelja intervjua i korisnika PK, koristeći se svojom prisnošću s korisnicima i poznavanjem načina komunikacije kako bi se dobile potrebne informacije direktno od korisnika;
4. **evaluacijom postojećih rješenja** – ukoliko su postojeće aplikacije slične namjene ili za istu ciljanu publiku, moguće ih je evaluirati metodama promatranja korisnika, mjerenja performansi ili određenim metodama pregleda koje ne zahtijevaju direktno sudjelovanje korisnika, poput heurističke evaluacije.

Na temelju analize prikupljenih podataka članovi odjela dizajna i domensko-istraživačkog odjela, uz vodstvo stručnjaka iz područja dizajna interakcija, korisničkog iskustva i potpomognute komunikacije, **izrađuju persone** primarnih (osobe sa SKP) i sekundarnih (roditelji, asistenti, rehabilitatori, edukatori, sugovornici) korisnika.

Nakon prikupljanja podataka o korisnicima i izrade persona, organizira se **sastanak svih interesnih skupina**. Na ovoj aktivnosti, uz sve članove razvojnog tima, sudjeluju i ciljne organizacije korisnika te logopedi i edukacijski rehabilitatori koji posjeduju iskustvo u radu s korisnicima. Cilj sastanka je daljnja definicija značajki aplikacije, odnosno svrhe i ciljeva aplikacije, ciljane korisnike, specifikacija zadataka koje će ciljani korisnici moći obavljati koristeći se aplikacijom i određivanje osnovnih ciljeva uporabljivosti i pristupačnosti aplikacije.

Dogovara se i mogućnost suradnje u provođenju evaluacijskih aktivnosti u sklopu razvoja, stoga ova aktivnost može i prethoditi procesu prikupljanja podataka o korisnicima.

U idućoj aktivnosti, **određivanju funkcijskih zahtjeva i ciljeva uporabljivosti i pristupačnosti** aplikacije, sudjeluju predstavnici odjela dizajna, razvoja, domensko-istraživačkog odjela i stručnjaka iz područja dizajna, razvoja i PK. Osnovni funkcijski zahtjevi te ciljevi uporabljivosti i pristupačnosti razrađuju se kako bi se dobio konačan popis svih funkcionalnosti, ciljeva uporabljivosti i pristupačnosti te načina na koji će se evaluirati.

Nakon definiranja funkcijskih zahtjeva i ciljeva uporabljivosti i pristupačnosti započinje proces razvoja koji se dijeli na razvoj potrebnih grafičkih znakova i razvoj aplikacije. U slučaju prethodne dostupnosti svih potrebnih grafičkih znakova ne postoji potreba za procesom razvoja istih te se aktivnosti usmjeravaju isključivo na razvoj aplikacije.

9.6.2 Aktivnosti razvoja i realizacije grafičkih znakova za uporabu u aplikaciji

Proces **razvoja grafičkih znakova** započinje **specifikacijom sadržajnih i stilskih odrednica potrebnih znakova**. Na ovoj aktivnosti sudjeluje odjel dizajna i relevantni stručnjaci iz područja oblikovanja grafičkih znakova i potpomognute komunikacije pomoću grafičkih znakova. Razmatraju se mogući sadržajni, odnosno slikovni elementi vizualizacije pojma radi povećavanja njihove transparentnosti, odnosno točnosti prepoznavanja. U slučaju da sudionici aktivnosti nisu sigurni koje elemente koristiti ili se dvoume između nekoliko različitih elemenata, pojam se klasificira kao složen, dok se u ostalim slučajevima klasificira kao jednostavan. Uz sadržaj, definiraju se i stilske odrednice oblikovanja i usklađuju se s relevantnim smjernicama.

U slučaju **jednostavnih znakova** odjel dizajna pristupa njihovoj izradi prema definiranim stilskim odrednicama i korištenjem optimizirane palete boja. Stručnjaci iz područja oblikovanja grafičkih znakova i PK obavljaju **pregled sukladnosti izrađenih znakova relevantnim smjernicama** i, ukoliko zadovoljavaju postavljene kriterije, znakovi su spremni za implementaciju u aplikaciju. U protivnom, znakovi se vraćaju na doradu dok ne zadovolje postavljene kriterije.

U slučaju **složenih znakova** odjel dizajna **izrađuje 3 do 5 vizualizacija za određeni pojam** koje se međusobno razlikuju prema prikazanom sadržaju i/ili prema načinu slikovne prezentacije sadržaja. Stručnjaci iz područja oblikovanja grafičkih znakova i PK **pregledavaju sukladnost izrađenih varijanti znakova relevantnim smjernicama** i, u slučaju da zadovoljavaju postavljene kriterije, znakovi kreću u **proceduru evaluacije** prethodno opisanim metodama norme ISO 9186:2007 prilagođenima za potrebe PK. Umjesto 3 varijante znaka, u testu razumljivosti uključene su 2 varijante odabrane prema rezultatima testa rasuđivanja. Varijanta znaka koja će biti implementirana u aplikaciju odabire se na temelju rezultata testa razumljivosti. Radi efikasnijeg provođenja evaluacije, testove je moguće provoditi na daljinu, pomoću on-line upitnika, no potrebno je paziti da ispitanici iz jednog testa ne sudjeluju u drugom.

9.6.3 Aktivnosti razvoja i realizacije aplikacije

Prva aktivnost razvoja i realizacije aplikacije jest **definiranje scenarija uporabe**, u kojim sudjeluju predstavnici odjela dizajna, razvoja, domensko-istraživačkog odjela i odjela podrške stručnjaka. Scenariji se definiraju na temelju ustanovljenih funkcijskih zahtjeva i ciljeva uporabljivosti i pristupačnosti, prikupljenih podataka o korisnicima i izrađenim personama. Potrebno je izraditi scenarije uporabe za primarne (osobe sa SKP) i sekundarne korisnike (roditelji, asistenti, rehabilitatori, edukatori, sugovornici).

U aktivnosti **razvoja grafičkog korisničkog sučelja izradom brzih (papirnatih) prototipova** prvenstveno sudjeluje odjel dizajna uz mogućnost konzultacija s odjelima razvoja i domensko-istraživačkim odjelom te relevantnim stručnjacima. Prilikom konceptualizacije sučelja dizajneri trebaju voditi računa o personama, funkcijskim zahtjevima, ciljevima uporabljivosti i pristupačnosti, scenarijima uporabe i smjernicama oblikovanja GKS za PK. Tijekom razvoja prototipova istražuju se različiti smjerovi dizajna sučelja koji bi zadovoljili zadane parametre i bili u skladu sa smjernicama.

Stručnjaci iz područja dizajna interakcija provode **pregled sukladnosti smjernicama** oblikovanja GKS za PK na papirnatim prototipovima. U slučaju uočenih problema s rješenjem, prototip se vraća na reviziju. U protivnom, započinje aktivnost izrade digitalnog prototipa niske vjernosti.

Digitalni prototip niske vjernosti također izrađuje odjel dizajna, koristeći se nekim od dostupnih računalnih alata i smjernicama oblikovanja GKS za PK. Prototip se izrađuje u omjeru 1:1 u odnosu na dimenzije zaslona ciljanog uređaja. U slučaju više ciljanih uređaja s različitim dimenzijama zaslona, izrađuje se prototip za svaku dimenziju. Preporučuje se implementacija interaktivnih elemenata u prototip ili izrada videoprototipa prema ustanovljenim scenarijima uporabe za potrebe provođenja multidisciplinarnog pregleda.

Proces **pregleda sukladnosti smjernicama** provodi se na isti način kao i u slučaju brzih (papirnatih) prototipova.

Nakon što prototip zadovolji kriterije evaluacije sukladnosti smjernicama, započinje **proces evaluacije multidisciplinarnim pregledom**. Uz stručnjake iz područja dizajna interakcija, korisničkog iskustva, razvoja softvera, potpomognute komunikacije, edukacijske rehabilitacije, logopedije i psihologije, u ovoj aktivnosti preporučuje se i sudjelovanje predstavnika organizacija korisnika, roditelja korisnika i samih korisnika sa SKP koji su u mogućnosti pružiti potrebne povratne informacije. Pregledava se prototip niske vjernosti pomoću ustanovljenih scenarija uporabe i vodi se diskusija sa sudionicima o mogućim problemima uporabe te se predlažu sugestije za njihovo otklanjanje. Po završetku aktivnosti razvojni tim analizira povratne informacije i donosi odluku koje će se sugestije prihvatiti, nakon čega se prototip šalje na reviziju.

Sljedeći korak razvoja aplikacije jest **izrada digitalnog prototipa visoke vjernosti prikaza**. Izrađuje se u mjerilu 1:1 za dimenzije zaslona ciljanih uređaja i sadržava prikaze svih prilagodbi i grafičke znakove za PK. Odjel dizajna za njihovu izradu prati smjernice GKS za PK i koristi optimiziranu paletu boja. Preporuka je da vjernost prikaza grafičkih elemenata GKS u završnim fazama izrade prototipa bude istovjetna onoj za implementaciju u verziju aplikacije za distribuciju, što omogućuje uporabu grafičkih elemenata iz prototipa visoke vjernosti za implementaciju u funkcionalni prototip i u konačnu verziju aplikacije. Kao i u slučaju digitalnih prototipova niske vjernosti, preporučuje se implementacija funkcionalnih elemenata i izrada videoprototipova.

Prototip se u ranim fazama izrade evaluira **pregledom sukladnosti smjernicama**, a u kasnijim fazama moguće je napraviti i **pregled konzistentnosti**. Pregledava se unutarnja i vanjska konzistentnost aplikacije. Cilj pregleda unutarnje konzistentnosti jest uočavanje razlika u izgledu elemenata sučelja kroz na svim razinama njegove prilagodbe i upotrijebljenih uzoraka

interakcije u kontekstu interakcije primarnih (npr. metode odabira i kretanja kroz sadržaj) i sekundarnih korisnika (npr. pristup i podešavanje postavki, dodavanje novih sadržaja, njihova pohrana i organizacija unutar kategorija) s aplikacijom, a koje bi korisnicima mogle otežati uporabu aplikacije. Pregledom vanjske konzistentnosti usklađuje se izgled i način interakcije pojedinih elemenata GKS s ostalim razvijenim aplikacijama kako bi se smanjili zahtjevi za učenjem novih interakcijskih uzoraka i kako bi se smanjila potencijalna konfuzija zbog različitog izgleda naredbi koje označavaju istu funkcionalnost. U pregledu sudjeluju članovi iz odjela dizajna i razvoja te stručnjaci iz istih područja.

Po završetku prototipa visoke vjernosti vrši se **multidisciplinarni pregled** na čijoj osnovi razvojni tim radi reviziju funkcionalnosti aplikacije i plana razvoja te određuje koje će funkcionalnosti biti uključene u plan razvoja trenutne verzije, koje planirati za buduće verzije aplikacije te koje funkcionalnosti izostaviti. Prototip se, ako je to potrebno, šalje na reviziju.

Iz konačne verzije digitalnog prototipa visoke vjernosti, odjel dizajna izdvaja elemente GKS i priprema ih za implementaciju unutar **funkcionalnog prototipa**, koji svojim izgledom i funkcionalnošću prati smjernice ustanovljene prototipovima i smjernice oblikovanja GKS za PK. Odjel razvoja prototip izrađuje u programskim jezicima ciljanih platformi.

Nakon završetka prve verzije funkcionalnog prototipa provodi se **heuristička evaluacija** u kojoj sudjeluju stručnjaci iz područja dizajna interakcija, korisničkog iskustva, razvoja softvera, potpomognute komunikacije i psihologije. Tijekom evaluacije svaki od evaluatora najmanje dva puta individualno analizira korisničko sučelje pri čemu se fokusira na specifične elemente i funkcionalnost, evaluirajući njihov dizajn i implementaciju prema listi heuristika. Evaluaciju svaki stručnjak provodi samostalno. Rezultat evaluacije jest popis problema povezanih s uporabljivošću s referencama o prekršenim heuristikama, procjena ozbiljnosti problema, potrebnog vremena i stupnja složenosti njegovog otklanjanja. Po završetku evaluacije popisi pojedinih evaluatora objedinjuju se u jedinstveni izvještaj. Preporučuje se sudjelovanje 3 do 5 evaluatora kao optimalni omjer broja evaluatora i broja otkrivenih problema. Smatra se da 5 evaluatora otkrije otprilike 75% problema uporabljivosti korisničkog sučelja [228]. S obzirom na sudjelovanje evaluatora iz različitih područja, potrebno je da svi oni budu upoznati s upotrijebljenim heuristikama i procesom provedbe heurističke evaluacije. Radi efikasne heurističke evaluacije aplikacija za PK potrebno je proširiti i prilagoditi postojeće heuristike kako bi bile u skladu sa specifičnostima i zahtjevima procesa interakcije između korisnika sa SKP i razvijenih usluga za pokretne uređaje. Nielsenova lista 10 heuristika uporabljivosti za

dizajn korisničkih sučelja [229] često se proširuje ili mijenja kako bi se uvažile specifičnosti interakcijskog dizajna pojedinih vrsta proizvoda [230], [231].

Nakon revizije prema izvještaju heurističke evaluacije funkcionalni prototip **testira se na primarnim i sekundarnim korisnicima**. Preporučene metode evaluacije s primarnim korisnicima jesu promatranje korisnika tijekom korištenja aplikacije, izravni prijenos i testiranje performansi izvođenja zadanih radnji. Metoda izravnog prijenosa pogodna je kada za provedbu istraživanja nisu dostupni stručnjaci iz područja PK. Ova metoda uključuje stručnjake koji nisu dio razvojnog tima kako bi provoditeljima evaluacije objasnili reakcije ispitanika dok se služi aplikacijom. U sklopu testiranja mjerenja performansi mjeri se potrebno vrijeme i broj pogrešaka tijekom obavljanja zadanih radnji. Za testiranje sa sekundarnim korisnicima moguće je koristiti standardne metode testiranja u UCD procesu. Istraživanje provodi domensko-istraživački odjel, uz superviziju relevantnih stručnjaka. Podaci istraživanja analiziraju se i oblikuju u izvješće s uočenim nedostacima i potrebnim revizijama.

Konačna revizija funkcionalnog prototipa priprema se za distribuciju te prolazi kroz konačni **multidisciplinarni pregled**, nakon čega slijedi **distribucija aplikacije** korisnicima putem repozitorija aplikacija relevantnih platformi.

9.6.4 Aktivnosti nakon distribucije aplikacije

Nakon distribucije aplikacije potrebno je osigurati adekvatno **održavanje aplikacije** i pružanje tehničke podrške, stoga se odabiru članovi tima koji će pružati tehničku podršku korisnicima.

Zbog dostupnosti većeg uzorka korisnika domensko-istraživački odjel u suradnji s odjelom razvoja provodi **evaluacije aplikacije u primjeni** kako bi se ustanovili eventualni problemi korištenja aplikacije. Moguće je promatrati korisnike u svakodnevnom korištenju aplikacije, koristiti se sredstvima elektroničke komunikacije za prikupljanje povratnih informacija od korisnika, roditelja, logopeda, edukatora i rehabilitatora te prikupljati podatke prethodnom integracijom automatske dijagnostike unutar aplikacije. Implementacijom automatske dijagnostike omogućuje se prikupljanje podataka o korištenju aplikacije direktno iz samog uređaja. Prednost ovog načina prikupljanja podataka jest u tome što ne zahtijeva angažman korisnika ili roditelja u pružanju povratnih informacija, međutim njezinu implementaciju potrebno je uskladiti s etičkim načelima i zahtjevima privatnosti korisnika.

Na osnovi prikupljenih podataka, **planiraju se izmjene i unapređenja** za iduću verziju aplikacije, čime se proces razvoja vraća na aktivnost definiranja funkcijskih zahtjeva i ciljeva uporabljivosti i pristupačnosti.

9.7 Evaluacija modela na primjeru razvoja aplikacije „Komunikator +“

Predloženi model UCD procesa razvoja aplikacija za PK evaluiran je tijekom razvoja aplikacije „Komunikator +“, koja se razvija u okviru projekta „Kompetencijska mreža zasnovana na informacijsko-komunikacijskim tehnologijama za inovativne usluge namijenjene osobama sa složenim komunikacijskim potrebama (ICT-AAC)“ (<http://www.ict-aac.hr>). U projekt su uključena četiri konzorcijska partnera – sastavnica Sveučilišta u Zagrebu: Fakultet elektrotehnike i računarstva, Edukacijsko rehabilitacijski fakultet, Grafički fakultet i Filozofski fakultet. Konzorcijski partneri surađivali su prethodno u projektu „ICT sustavi za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama“ (<http://usluge.ict-aac.hr/sveucilisni/>), u okviru kojih su razvijene aplikacije „Komunikator“, „Android komunikator“, „E-galerija“ i „Matematički vrtuljak“. S obzirom da među ciljevima projekta ICT-AAC jest razvoj inovativnih usluga u području PK i unapređenje društvene uključenosti osobama sa SKP, primjena predloženih modela UCD procesa i modela prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa SKP ocijenjena je kao pogodan i potreban pristup razvoju aplikacija unutar projekta.

„Komunikator +“ predstavlja prvu aplikaciju koja se razvija u okviru projekta od svojeg začetka prema pravilima UCD razvoja. Praćen je i opisan razvoj aplikacije od početka njezina razvoja (3. 7. 2013.) do faze razvoja funkcionalnog prototipa (20. 3. 2014.). Vremenski raspon provođenja aktivnosti prikazani su gantogramom (Tablica 104).

U procesu razvoja aplikacije sudjelovao je sljedeći multidisciplinarni tim:

Odjel dizajna:

istraživač metodologija dizajna

grafički dizajner

Odjel razvoja:

3 razvijatelja softvera

Domenski istraživački odjel (domena: edukacijsko-rehabilitacijska):

asistent iskustvenog laboratorija

terapeut za poteškoće u učenju

psiholog

Potporna stručnjaka:

stručnjak za e-pristupačnost

stručnjak za evaluaciju prikaza boja i sučelja

stručnjak za ranu intervenciju

stručnjak za evaluaciju korisničkog iskustva

stručnjak za kvalitativne metode istraživanja

stručnjak za poremećaje sluha

tehnički stručnjak - dizajner softvera

Menadžment i marketing:

koordinator projekta / stručnjak za društveno umrežavanje

projektni menadžer

projektni administrator

Tablica 104: Gantogram procesa razvoja aplikacije "Komunikator +"

| Aktivnost | Period izvođenja aktivnosti (mjesec razvoja) | | | | | | | | | |
|--|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | P* | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. |
| Planiranje | | | | | | | | | | |
| Inicijalni sastanak | | █ | | | | | | | | |
| Prikupljanje podataka o korisnicima | █ | █ | █ | █ | | | | | | |
| Upitnik | █ | █ | █ | █ | | | | | | |
| Promatranje korisnika | █ | | █ | █ | | █ | | | | |
| Evaluacija postojećih rješenja | █ | | | | | | | | | |
| Intervjui | █ | | | | | | | | | |
| Izrada persona | | | █ | █ | | | | | | |
| Sastanak svih interesnih skupina | | | | | █ | | | | | |
| Razvoj grafičkih znakova | | | | | | | | | | |
| Određivanje ciljeva uporabljivosti | | | | | █ | | | | | |
| Specifikacija sadržajnih i stilskih odrednica | | | | | █ | █ | █ | | | |
| Izvedba znakova jednostavnih pojmova i pregled njihove sukladnosti smjernicama | | | | | | | | | █ | █ |
| Izvedba znakova složenih pojmova i pregled njihove sukladnosti smjernicama | | | | | | | | | █ | █ |
| Odabir znakova složenih pojmova provedbom evaluacije | | | | | | | | | | █ |
| Razvoj aplikacije za pokretne uređaje | | | | | | | | | | |
| Određivanja ciljeva uporabljivosti | | | | █ | █ | █ | | | | |
| Definiranje scenarija upotrebe | | | | █ | █ | | | | | |
| Razvoj sučelja izradom brzih prototipova | | | | █ | █ | | | | | |
| Razvoj i pregled sukladnosti smjernicama digitalnog prototipa niske vjernosti | | | | █ | █ | █ | | | | |
| Multidisciplinarni pregled digitalnog prototipa niske vjernosti | | | | | █ | | | | | |
| Razvoj i pregled sukladnosti smjernicama digitalnog prototipa visoke vjernosti | | | | | | | █ | █ | █ | |
| Pregled konzistentnosti prototipa visoke vjernosti | | | | | | | █ | | | |
| Multidisciplinarni pregled prototipa visoke vjernosti | | | | | | | | █ | | |
| Razvoj funkcionalnog prototipa | | | | | | | | █ | █ | █ |

* P – Aktivnost koja je izvršena prije perioda početka planiranja aplikacije

9.7.1 Planiranje

Period provedbe aktivnosti: 3. 7. 2013.

Sudionici: svi članovi razvojnog tima

Proces planiranja aplikacije započeo je inicijalnim sastankom članova razvojnog tima. Na sastanku su analizirane povratne informacije korisnika koji su upotrebljavali prethodno razvijene aplikacije u sklopu ICT-AAC projekta te su razmatrane ideje za poboljšanje distribuiranih i izradu novih aplikacija

Rezultati:

Na temelju zahtjeva korisnika zaključeno je da postoji potreba za razvojem aplikacije koja će korisnicima omogućiti sekvencioniranje pojmova i njihovo formiranje u izjavu odnosno rečenicu, uz mogućnost njezina izgovora uporabom zvučnih mogućnosti uređaja. Dogovoreno je da će aplikacija svojim mogućnostima biti naprednija od prethodno razvijene aplikacije „Komunikator“ te da će biti namijenjena skupini korisnika koji uče ili su već sposobni spajati pojmove u izjave. Određena je okvirna dinamika izrade aplikacije i dodijeljene su uloge unutar razvojnog tima.

9.7.2 Prikupljanje podataka o korisnicima

Upitnik

Period provedbe aktivnosti: 15. 4. 2011. – 27. 5. 2011., 23. 2. 2012. - 1. 6. 2012., 14. 6. 2013. - 16. 9. 2013.

Sudionici: stručnjak za e-pristupačnost, stručnjak za potpomognutu komunikaciju, stručnjak za višestruke poteškoće, istraživač metodologija dizajna, terapeut za poteškoće u učenju, asistent iskustvenog laboratorija i ostali članovi projektnog tima

Ispitanici: korisnici sa SKP, roditelji i skrbnici korisnika

Rabili su se podaci iz triju upitnika, od čega su dva provedena prethodno u projektu. Prvi provedeni upitnik namijenjen je roditeljima i skrbnicima korisnika sa SKP radi inicijalnog prikupljanja podataka o tehnologijama, programima i aplikacijama koje djeca trenutno koriste

za PK, o problemima u uporabi istih, o željama roditelja u kontekstu razvoja budućih rješenja i o posjedovanju novih tehnologija u vlastitim domaćinstvima. Upitnik je roditeljima i skrbnicima distribuiran internetom. Pristiglo je 15 odgovora, 11 roditelja ženskog i 4 roditelja muškog djeteta, dobi djece između 6 i 21 godine.

Drugi upitnik provodio se s predškolskom i školskom djecom s razvojnim poremećajima radi prikupljanja njihovih preferencija u domeni vizualnih medija, te u posjedovanju i uporabi pokretnih uređaja. Istraživanje je provedeno paralelno s istraživanjem određivanja karakteristika linijske složenosti i likovnog stila oblikovanja znakova na osnovi korisničkih preferencija, opisanog u 6. poglavlju. Sudjelovalo je 36 ispitanika, 26 muškog i 10 ženskog spola, starosti u rasponu od 6-14 godina, s različitim poremećajima: intelektualnim poteškoćama/teškoćama u učenju, ADHD-om, specijalnim razvojnim mješovitim poremećajem, teškoćama u čitanju i pisanju, organski uvjetovanim poremećajima u ponašanju.

Treći upitnik provodio se u sklopu ICT-AAC projekta i bio je namijenjen korisnicima s razvojnim odstupanjima te njihovim roditeljima i skrbnicima. Oblikovana su dva različita upitnika, sadržajno prilagođena ispitanicima, jedan za korisnike sa SKP, dok je drugi distribuiran roditeljima djece s razvojnim odstupanjima. U istraživanju s korisnicima sudjelovale su 33 osobe, od kojih je 9 kompletiralo upitnik, dok su ostali upitnik ispunili djelomično ili ga uopće nisu ispunili. Starost ispitanika kretala se između 13 i 45 godina. U istraživanju s roditeljima sudjelovalo je 163 ispitanika, od čega je 81 upitnik kompletiran.

Rezultati:

Rezultati prvog upitnika prezentirani su u radu Dolić et al [232]. Rezultati svih triju upitnika omogućili su razvojnom timu uvid u sljedeće:

- oblike potpomognute komunikacije koje korisnici trenutno rabe;
- korisnikove mogućnosti i navike uporabe visokotehnoloških rješenja za PK i suvremenih pokretnih uređaja
- programe i aplikacije koje korisnici trenutno rabe
- najistaknutije i najučestalije probleme s uporabom postojećih programa i aplikacija
- tehnologije kojima korisnici trenutno imaju pristup u vlastitim kućanstvima
- koje bi tehnologije roditelji željeli da njihova djeca rabe
- vrste pokretnih uređaja koje korisnicima najviše odgovaraju
- vizualne medije koje korisnici konzumiraju i preferiraju

- funkcionalnosti aplikacija za PK koje žele korisnici i njihovi roditelji

Evaluacija postojećih rješenja

Period provedbe aktivnosti: 5. 10. 2012. – 15. 11. 2012.

Sudionici: članovi odjela podrške stručnjaka, domenski istraživački odjel, logopedi i edukacijski rehabilitatori i ostali članovi projektnog tima

Ispitanci: korisnici sa SKP, roditelji i skrbnici korisnika PK

Tijek provedbe aktivnosti:

S obzirom na ograničenu dostupnost aplikacija za PK na hrvatskom jeziku evaluacija se provodila na prethodno razvijenoj aplikaciji „Komunikator“. U istraživanju je sudjelovalo 18 djece sa SKP u dobi između 2 i 5 godina. Promatrale su se emocionalne reakcije na aplikaciju, želja za samostalnom uporabom i problemi u uporabi aplikacije. Istraživački tim održao je s logopedima i rehabilitatorima tri fokus grupe na kojima se diskutiralo o napretku istraživanja i o rezultatima.

Rezultati:

Uz pretežno pozitivne reakcije djece na aplikaciju, odnosno na sam pokretni uređaj, uočeni su tehnički problemi u radu aplikacije „Komunikator“, ali i problemi oblikovanja sučelja (veličina i izgled slovnih znakova, pozicija tekstualnog opisa znakova, problemi u uporabi sučelja osobama s motoričkim poteškoćama) te funkcionalnosti koje nedostaju u aplikaciji „Komunikator“ (ograničenost na jednu stranicu s prikazom znakova, ograničena ponuda znakova i nepostojanje njihove kategorizacije i hijerarhijske organizacije, nepostojanje jasne povratne informacije da je korisnik odabrao znak).

Promatranje korisnika i razgovori s roditeljima korisnika sa SKP

Period provedbe: 14. 4. 2011., 10. 5. 2011., 15. 8. - 11. 9. 2013., 29. 11. 2013.

Sudionici: članovi odjela razvoja, dizajna i domensko-istraživačkog odjela, pojedini članovi odjela potpore stručnjaka

Ispitanici: korisnici sa SKP, roditelji korisnika sa SKP

Tijek provedbe aktivnosti:

U prvoj fazi aktivnosti promatrali su se pojedini korisnici i njihov način uporabe sredstava potpomognute komunikacije i suvremenih tehnologija. U ovoj fazi istraživanje se provelo na dvama korisnicima. Prvi korisnik, Denis, ima cerebralnu paralizu i dioptriju -13. Za kretanje se služi isključivo kolicima i ima problema s preciznim motoričkim kretanjem ruku. Iako se u komunikaciji služi pismom, u prošlosti se koristio grafičkim znakovima. Promatran je dok je upotrebljavao prototipove računalnih programa za PK koje su razvili studenti FER-a. Drugi korisnik, Sara, ima teške motoričke smetnje, za kretanje se koristi isključivo kolicima i ima izrazito ograničenu mogućnost pokreta ruku i glave. Komunicira isključivo niskotehnološkim sredstvima za PK pomoću grafičkih znakova i sposobna ih je upotrebljavati samo uz asistenciju. Promatrana je za vrijeme komunikacije sa sugovornikom.

Nakon promatranja korisnika pristupilo se provedbi intervjua s korisnikovim roditeljima. Pitanja su bila usmjerena na rješenja u području PK kojima se njihova djeca trenutno koriste, na rješenja koja su rabila u prošlosti, na način komunikacije i razinu komunikacijskih sposobnosti, na njihova iskustva i uočene probleme s postojećim rješenjima te na njihove stavove o uporabi suvremenih pokretnih uređaja u funkciji PK i na ideje o načinima na koji bi njihova uporaba mogla pomoći u unapređenju komunikacijskih vještina njihove djece.

Uz promatranje pojedinačnih korisnika, organizirani su posjeti članova razvojnog tima rehabilitacijskim i edukacijskim organizacijama koje rade s korisnicima sa SKP. Za vrijeme posjeta korisnici su promatrani za vrijeme njihovih svakodnevnih aktivnosti u okviru organizacije. Posjećeni su Centar za rehabilitaciju Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Savjetovalište za potpomognutu komunikaciju u Kölnu, Njemačka, i Sveučilišni rehabilitacijski institut Republike Slovenije.

Rezultati:

Kod Denisa, osim problema kod navigacije korisničkim sučeljem, uočeni su problemi prepoznavanja grafičkih znakova koji nemaju značajan kontrast između grafičkih elemenata i podloge. Usprkos tome Denisu su se sviđali detaljni grafički znakovi, koji imaju sjenčanje i tonske prijelaze. Kroz demonstraciju komunikacije sa Sarom uočen je nedostatak lokaliziranih

galerija simbola. Sara se u komunikaciji koristi kartonskim podlogama s otisnutim simbolima, koji su grafički jednostavni i plošni, kontrastnih boja.

Prikupljene podatke iz posjeta rehabilitacijskim i edukacijskim ustanovama članovi razvojnog tima diseminirali su ostatku razvojnog tima na internim sastancima.

9.7.3 Izrada persona

Period provedbe: 13. 2. 2014. - 17. 3. 2014.

Sudionici: istraživač metodologija dizajna, grafički dizajner, stručnjak za evaluaciju korisničkog iskustva

Tijek provedbe aktivnosti:

Na osnovi prikupljenih podataka o korisnicima pristupilo se izradi persona koje će se upotrebljavati u procesu dizajna korisničkog sučelja aplikacije „Komunikator +“

Rezultat:

Izrađene su 4 persone primarnih korisnika (korisnici sa SKP) te 2 persone sekundarnih korisnika (roditelji djece sa SKP).

9.7.4 Sastanak svih interesnih skupina

Period provedbe: 10. 10. 2013.

Sudionici: svi članovi razvojnog tima, organizacije korisnika

Tijek provedbe aktivnosti:

Članovi razvojnog tima prezentirali su organizacijama korisnika ideju i plan razvoja aplikacije „Komunikator +“.

Rezultati:

Dogovorena je suradnja s organizacijama korisnika u provođenju planiranih evaluacija u okviru UCD procesa razvoja aplikacije.

9.7.5 Određivanje funkcijskih zahtjeva i ciljeva uporabljivosti i pristupačnosti aplikacije

Period provedbe: 8. 8. 2013., 2. 10. 2013., 11. 10. 2013., 6. 11. 2013.

Sudionici: stručnjak za e-pristupačnost, stručnjak za poremećaje sluha, tehnički stručnjak - dizajner softvera, istraživač metodologija dizajna, razvijatelji, grafički dizajner

Tijek provedbe aktivnosti:

Funkcijski zahtjevi i ciljevi uporabljivosti određeni su na osnovi okvirnih ciljeva specificiranih na inicijalnom sastanku razvojnog tima u sklopu aktivnosti planiranja te na osnovi prikupljenih podataka o korisnicima. Zahtjevi su definirani tijekom 4 sastanka radne skupine zadužene za provođenje aktivnosti. Prvi sastanak održan je s članovima odjela dizajna i relevantnim stručnjacima, kako bi se zahtjevi i ciljevi mogli vizualizirati pomoću papirnatih prototipova. Nakon toga održana su tri sastanka s predstavnicima odjela za razvoj, domensko-istraživačkog odjela i odjela podrške stručnjaka, na kojima su funkcijski zahtjevi i ciljevi uporabljivosti revidirani, prošireni i konkretizirani.

Rezultati:

Strukturirani popis funkcijskih zahtjeva i ciljeva uporabljivosti i pristupačnosti prezentirani su u dokumentu „Vizija programskog proizvoda“ koji je distribuiran ostalim članovima razvojnog tima.

9.7.6 Specifikacija sadržajnih i stilskih odrednica grafičkih znakova

Period provedbe: 21. - 31. 10. 2013.

Sudionici: stručnjak za evaluaciju prikaza boja i sučelja, stručnjak za evaluaciju korisničkog iskustva, odjel dizajna

Tijek provedbe:

Na osnovi određenih funkcijskih zahtjeva i ciljeva uporabljivosti i pristupačnosti određen je broj znakova koji nedostaje za potrebe aplikacije. Dogovoreno je da će se, za prvu verziju, znakovi izraditi za označavanje kategorija i za pojmove koji nisu dostupni u postojećim skupovima grafičkih znakova namijenjenih implementaciji u aplikaciju.

Rezultati:

Izrađen je popis pojmova koje je potrebno vizualizirati, napravljena je kategorizacija na jednostavne i složene te su odabrane smjernice čiji se dizajner treba pridržavati pri oblikovanju znakova.

9.7.7 Definiranje scenarija uporabe

Period provedbe: 12. - 16. 8. 2013., 6. - 11. 11. 2013.

Sudionici: stručnjak za evaluaciju korisničkog iskustva, stručnjak za poremećaje sluha, stručnjak za ranu intervenciju, tehnički stručnjak - dizajner softvera, istraživač metodologija dizajna, razvijatelji, grafički dizajner

Tijek provedbe aktivnosti:

Na osnovu funkcijskih zahtjeva i ciljeva uporabljivosti te stvorenih persona pristupilo se izradi scenarija uporabe buduće aplikacije.

Rezultati:

Definirani su scenariji za proces sekvencioniranja znakova i izgovora jednostavne izjave (dva znaka prisutna u isto vrijeme na zaslonu), sekvencioniranje znakova i izgovora složene izjave (4 znaka raspoređena u različitim kategorijama), da/ne odgovor na pitanja, pohranu unaprijed pripremljene izjave za kasniju uporabu, uređivanje spremljenih izjava, organiziranje znakova u kategorije, dodavanje novog znaka.

9.7.8 Razvoj sučelja izradom brzih (papirnatih) prototipova niske i srednje vjernosti prikaza

Period provedbe aktivnosti: 13. 9. - 3. 10. 2013.

Sudionici: stručnjak za evaluaciju prikaza boja i sučelja, stručnjak za evaluaciju korisničkog iskustva, istraživač metodologija dizajna, grafički dizajner

Tijek provedbe aktivnosti:

Odjel dizajna razvio je papirne prototipove na osnovi postavljenih korisničkih scenarija, razvijenih persona i ustanovljenih ciljeva uporabljivosti. Inicijalni prototipovi sadržavali su grube reprezentacije izgleda i pozicioniranja osnovnih elemenata GKS unutar dimenzija zaslona uređaja. Predložena su dva dizajna te je u konzultaciji sa stručnjacima odabran onaj s većim potencijalom razvoja. Potom je započela faza planiranja i skiciranja mogućih prilagodbi sučelja radi proširenja pristupačnosti na sve ciljanje korisnike.

Rezultati:

Razvojem papirnatih prototipova ustanovljen je okvirni sadržaj grafičkog korisničkog sučelja. On se sastoji od triju glavnih dijelova: trake za prikaz sekvencioniranja grafičkih znakova i izgovor izjave, trake s naredbama i od prostora s mrežnim prikazom grafičkih znakova. Određene su mogućnosti prostorne prilagodbe, odnosno pozicioniranja traka za prikaz sekvencioniranja pojmova i trake s naredbama. Također su određene prilagodbe dimenzija i broja grafičkih znakova koji će se prikazivati na zaslonu te prilagodbe dimenzija trake s naredbama. Nadalje, određena je mrežna struktura kao temelj za buduću konstrukciju i raspored grafičkih elemenata korisničkog sučelja. Jedinični element mrežne strukture predstavlja kvadrat dimenzija 44 x 44, odnosno 88 x 88 slikovnih elemenata, što predstavlja ekvivalent najmanjoj preporučenoj površini za odabir pomoću dodirnika na dimenzijama ekrana i razlučivosti ciljanih uređaja. Prototipom je određena i prilagodba mogućnosti kretanja kroz stranice s grafičkim znakovima – korisnik će se moći koristiti gestama, ali po potrebi uključiti prikaz naredbi za kretanje kroz stranice.

Na osnovi mrežne strukture i dogovorenih izmjena izrađen je novi papirni prototip koji je služio kao osnova za razvoj digitalnog prototipa srednje vjernosti prikaza.

9.7.9 Razvoj digitalnog prototipa srednje vjernosti prikaza i pregled sukladnosti smjericama

Period provedbe aktivnosti: 4. 10. - 25. 11. 2013.

Sudionici: stručnjak za evaluaciju prikaza boja i sučelja, stručnjak za evaluaciju korisničkog iskustva, istraživač metodologija dizajna, grafički dizajner

Digitalni prototip niske vjernosti prikaza izrađen je na osnovi finalne verzije papirnatog prototipa. Njegova izrada odvijala se u sljedećim fazama:

- 1) izrada statičnog digitalnog prototipa
- 2) pregled sukladnosti smjericama prototipa
- 3) revizija planiranih funkcionalnosti aplikacije
- 4) revizija statičnog digitalnog prototipa
- 5) implementacija ograničene funkcionalnosti unutar prototipa
- 6) izrada videoprototipa za potrebe multidisciplinarnog pregleda
- 7) revizija digitalnog prototipa na osnovi podataka dobivenih multidisciplinarnim pregledom

Nakon odobrenja papirnatih prototipova od relevantnih stručnjaka pristupilo se izradi digitalnih prototipova srednje vjernosti prikaza. Prototip je izrađen u mjerilu 1:1 i prilagođen je prikazu na pokretnim uređajima dijagonale zaslona od 10 inča i omjeru stranica 4:3. Za izradu prototipa korišten je računalni alat „Balsamiq“ (<http://balsamiq.com/>). Nakon pregleda sukladnosti smjericama, u suradnji s ostalim odjelima napravljena je revizija funkcionalnosti koje će biti dio prve verzije aplikacije s obzirom na dostupno vrijeme razvoja. Prototip je revidiran i implementirana je mogućnost ograničenog kretanja kroz izbornik, odabir kategorija i pojedinih simbola. Kako bi se bolje dočarale planirane funkcionalnosti aplikacije organizacijama korisnika, roditeljima i korisnicima koji su sudjelovali u multidisciplinarnom pregledu, na osnovi interaktivnog digitalnog prototipa izrađen je i videoprototip koji prati različite scenarije upotrebe aplikacije.

Rezultati:

konačna verzija digitalnog prototipa u kojoj su sadržane sve revizije i koja služi kao temelj izrade digitalnog prototipa visoke vjernosti.

9.7.10 Multidisciplinarni pregled interaktivnog i videoprototipa niske vjernosti

Period provedbe aktivnosti: 15. 10. 2013. - 03. 11. 2013.

Sudionici: svi članovi razvojnog tima, organizacije korisnika, roditelji i skrbnici, logopedi i edukacijski rehabilitatori

Nakon što je razvojni tim pregledao prototip i odobrio njegovu distribuciju radi multidisciplinarnog pregleda, dogovorena je dinamika aktivnosti koje će biti odrađene u sklopu pregleda. Određeni su sudionici te im je elektroničkim putem distribuiran digitalni prototip niske vjernosti.

Sudionici su dobili pristup pregledu izrađenog videoprototipa. Uz prototip distribuiran je pisani dokument koji sadržava slikovni i tekstualni pregled funkcionalnosti te objašnjenja o načinu slanja i vrsti povratnih informacija koje se zahtijevaju od sudionika multidisciplinarnog pregleda. Osim videoprototipa s dokumentacijom, sudionicima multidisciplinarnog pregleda distribuirana je i interaktivna verzija prototipa unutar alata InVision (www.invisionapp.com/), koji korisnicima, uz mogućnost pregleda interaktivnih prototipa na daljinu korištenjem osobnog ili tablet-računala, omogućuje i ostavljanje vlastitih komentara superponiranih na one dijelove prototipa na koje se dati komentari odnose.

Nekoliko dana nakon slanja prototipova, uži tim sastavljen od po jednog člana iz odjela dizajna, razvoja i domensko-istraživačkog odjela obilazio je sudionike multidisciplinarnog pregleda radi prikupljanja povratnih informacija. S organizacijama koje nisu bile lokacijski dostupne, kontaktiralo se telefonski ili elektroničkom poštom.

Rezultati:

Od svih načina prikupljanja povratnih informacija najmanje korišten bio je ostavljanje komentara unutar alata InVision. Povratne informacije dobivene elektronički, telefonski i osobnim kontaktom prikupljene su i analizirane. Razmotreni su prijedlozi izmjena i nadopuna funkcionalnosti te je ponovno održana aktivnost određivanja funkcijskih zahtjeva i ciljeva

uporabljivosti aplikacije kako bi se oni revidirali. Na osnovi prihvaćenih izmjena pristupilo se konačnoj reviziji digitalnog prototipa niske vjernosti.

9.7.11 Razvoj digitalnog prototipa visoke vjernosti prikaza i pregled sukladnosti smjericama

Period provedbe aktivnosti: 26. 11. 2013. -12. 2. 2014.

Sudionici: stručnjak za evaluaciju prikaza boja i sučelja, stručnjak za evaluaciju korisničkog iskustva, istraživač metodologija dizajna, grafički dizajner

Tijek provedbe:

Dogovoreno je da vjernost grafičkih elemenata prototipa bude na razini onih koji će se nalaziti u verziji aplikacije za distribuciji, odnosno da će se vizualni elementi digitalnog prototipa visoke vjernosti upotrebljavati za izradu funkcionalnog prototipa. U prvoj fazi prototipa izradili su se prikazi triju zaslona različitih segmenata aplikacije. Nakon pregleda sukladnosti smjericama, postojeći prototip se doraduje i izrađuju se prikazi ostalih segmenata aplikacije, nakon čega je uslijedio još jedan pregled sukladnosti smjericama. Za potrebe pregleda konzistentnosti, pojedini dijelovi statičnog prototipa prošireni su u videoprototip. Nakon pregleda konzistentnosti prototip je pripremljen za multidisciplinarni pregled.

Rezultati:

Nakon revizije prema prihvaćenim prijedlozima s multidisciplinarnog pregleda izrađena je finalna revizija prototipa te su elementi prototipa pripremljeni za implementaciju unutar funkcionalnog prototipa.

9.7.12 Pregled konzistentnosti prototipa visoke vjernosti

Period provedbe: 7. - 10. 1. 2014.

Sudionici: Stručnjak za e-pristupačnost, stručnjak za evaluaciju prikaza boja i sučelja, stručnjak za evaluaciju korisničkog iskustva, istraživač metodologija dizajna, tehnički stručnjak - dizajner softvera

Tijek aktivnosti:

Pregledavala se konzistentnost dizajna ikona korisničkog sučelja u cijeloj aplikaciji, kao i konzistentnost izgleda, rasporeda i međusobnih odnosa grafičkih znakova, okvira i tekstualnih opisa s obzirom na prostorne prilagodbe i prilagodbe veličine te konzistentnost interakcijskih uzoraka s aktivnim elementima sučelja u komunikacijskom i administratorskom dijelu aplikacije.

Rezultati:

Uočene su nekonzistentnosti pojedinih interakcijskih elemenata, poput pokretanja naredbe za izgovor izjave. Odjel dizajna primio je popis uočenih nekonzistentnosti i prema njima je proveo reviziju prototipa.

9.7.13 Multidisciplinarni pregled digitalnog prototipa visoke vjernosti prikaza

Period provedbe: 12. 12. 2013., 20. - 23. 1. 2014.

Sudionici: svi članovi razvojnog tima, organizacije korisnika, roditelji, korisnici sa SKP

Tijek aktivnosti:

Provedena su dva multidisciplinarna pregleda digitalnog prototipa visoke vjernosti, jedan u ranoj fazi razvoja i drugi u kasnijoj fazi. Prvi pregled napravljen je u sklopu druge javne prezentacije projekta, gdje je prototip demonstriran pred velikim brojem članova interesnih skupina. Nakon prezentacije prikupljale su se reakcije i savjeti za poboljšanje. Drugi multidisciplinarni pregled rađen je u suradnji s užitim brojem organizacija korisnika, što je članovima razvojnog tima omogućilo direktnu raspravu s članovima organizacija oko potrebnih poboljšanja.

Rezultati:

Razvojni tim prikupio je i analizirao podatke te su određeni prioriteti izmjena prototipa i plan predloženih funkcionalnosti za sljedeću verziju aplikacije.

9.7.14 Razvoj funkcionalnog prototipa

Period provedbe: 27. 1. - 20. 03. 2014.

Sudionici: stručnjak za e-pristupačnost, stručnjak za evaluaciju korisničkog iskustva, stručnjak za evaluaciju prikaza boja i sučelja, tehnički stručnjak - dizajner softvera, stručnjak za ranu intervenciju, odjeli dizajna i razvoja

Razvoj funkcionalnog prototipa započeo je za vrijeme završne faze razvoja digitalnog prototipa visoke vjernosti prikaza, u kojem su razvijatelji pripremali podršku za implementaciju grafičkih i sadržajnih elemenata iz finalne verzije digitalnog prototipa. Prototip se razvija usporedno za dvije platforme (iOS i Android).

Rezultat:

dva prototipa razvijena na odgovarajućim platformama, s većinom funkcionalnosti planiranih za završnu verziju aplikacije, uključujući mogućnost kretanja kroz kategorije i skupove grafičkih znakova i mogućnosti izgovora znakova i izjava.

10. Zaključak

Motiv ovog rada jest potreba primjene znanja i rezultata istraživanja iz područja grafičkog dizajna i tehnologije koji se odnose na područje potpomognute komunikacije s ciljem razvoja boljih i unapređenja postojećih ICT usluga za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama.

Cilj istraživanja u okviru disertacije jest izrada modela adaptivnog sustava za potpomognutu komunikaciju grafičkim znakovima, koji bi bio prilagođen uporabi na pokretnim uređajima, i omogućavanje njegove primjene u sklopu razvoja uporabljivih aplikacija za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama.

Rad je sadržajno podijeljen u četiri dijela. U prvom dijelu teorijskom analizom korisnika i njihovih potreba, postojećih skupova grafičkih znakova za PK, aplikacija za PK na pokretnim uređajima te primjenom postojećih saznanja iz područja potpomognute komunikacije, grafičkog dizajna i dizajna interakcija, ustanovljeni su zahtjevi uporabljivosti grafičkih znakovnih sustava za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama namijenjenih pokretnim uređajima. Također su izrađene smjernice za oblikovanje prilagodljivih grafičkih znakova za PK (SGZ), prezentiranih u Prilogu A ovog rada, i smjernice za oblikovanje prilagodljivih grafičkih korisničkih sučelja za PK (SKS), prezentiranih u Prilogu B. Analizom postojećih skupova grafičkih znakova za PK uočeni su mnogi nedostaci, poput kulturološke i lokacijske uvjetovanosti grafičkih reprezentacija, ograničenja u vizualnoj i prostornoj prilagodbi i manjka vizualne konzistentnosti. Postojeća grafička korisnička sučelja aplikacija za PK ograničenih su mogućnosti prilagodbe te se često pojavljuju problemi pri uporabi neadekvatnih vizualnih metafora.

Na osnovi zahtjeva uporabljivosti i izrađenih smjernica kreiran je model prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama, namijenjen implementaciji u ICT usluge za suvremene pokretne uređaje. Predloženim modelom omogućen je visok stupanj prilagodbe grafičkoga znakovnoga sustava. Sustav je moguće prilagoditi glavnim čimbenicima koji utječu na njegovu uporabu primjenom vizualnih, prostornih ili temporalnih prilagodbi.

U drugom dijelu empirijskim istraživanjem provedenim na korisnicima s posebnim potrebama ispitan je utjecaj linijske složenosti i likovnog stila grafičkih znakova na preferencije korisnika.

Za tri ispitane kategorije pojmova (životinja, predmet i ljudsko lice) pomoću hi-kvadrat testa utvrđivala se statistička relevantnost preferencije s obzirom na stupanj vizualne složenosti i vrstu stilizacije, dok se Spearmanovim koeficijentom korelacije nastojala utvrditi sličnost u odabirima s obzirom na stupanj vizualne složenosti i vrstu stilizacije između različitih kategorija reprezentacija. Rezultati za sve tri kategorije pokazali su preferenciju ispitanika prema reprezentacijama s visokim stupnjem složenosti ($p < .01$). Rezultati za vizualni stil manje su konkluzivni, te je ustanovljena preferencija za realistične reprezentacije životinja ($p < .01$). Ispitanici u slučaju reprezentacija životinja i predmeta najmanje preferiraju reprezentacije niskog stupnja složenosti ($p < .05$ za životinje i $p < .01$ za predmete) i geometrijskog stila ($p < .01$). U slučaju reprezentacije ljudskog lica ispitanici su najmanju preferenciju pokazali za reprezentacije izvedene slobodnom stilizacijom ($p < .01$). Na temelju Spearmanovih koeficijenata korelacija utvrđeno je da postoji statistički značajna povezanost u procjenama vizualne složenosti za kategorije životinja i ljudskog lica koje ispitanici najviše preferiraju ($p = .05$) i procjenama metode stilizacije za kategorije predmeta i ljudskog lica koji korisnici najmanje preferiraju ($p = .05$). Za ostale povezanosti nije utvrđena statistička značajnost. Iz rezultata je moguće zaključiti da je u cilju povećanja estetske privlačnosti grafičkih znakova za sustave PK poželjno koristiti se reprezentacijama visokog stupnja vizualne složenosti. Metodu stilizacije potrebno je prilagoditi kategoriji pojma te je poželjno izbjegavati geometrijsku stilizaciju za životinje i predmete i slobodnu stilizaciju za reprezentacije ljudskog lica.

U trećem dijelu empirijskim istraživanjem ispitana je vjernost reprodukcije boja na zaslonima suvremenih pokretnih uređaja, izrađen je model karakterizacije standardnog zaslona pokretnog uređaja koji je potom rabljen u svrhu optimizacije paleta boja za model adaptivnog znakovnog sustava. Za potrebe instrumentalnog mjerenja razvijena je digitalna testna karta za pokretne uređaje. Istraživanjem je obuhvaćeno 20 pokretnih uređaja različitih proizvođača i tehnologija zaslona. Kao mjera kvalitete karakterizacije rabljena je srednja vrijednost kolorimetrijske razlike prema CIEDE2000 formuli (ΔE_{00}). Analizom kromatičnosti primara utvrđeno je da AMOLED zasloni imaju veći gamut u usporedbi sa zaslonima koji se koriste LCD tehnologijom. Usporedbom svih empirijskih podataka s vrijednostima sRGB modela utvrđeno je značajno odstupanje izmjerenih vrijednosti od sRGB prostora boja ($\Delta \bar{E}_{00} = 10,81$). Iz usporedbe pojedinačnih uređaja i sRGB modela nije uočljiva povezanost tehnologije zaslona i srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike. Uređaj s najmanjim odstupanjem od sRGB modela (Apple iPad 4) ima srednju vrijednost kolorimetrijske razlike u iznosu od $\Delta \bar{E}_{00} = 6,36$, što predstavlja neprihvatljivu kvalitetu karakterizacije za široku uporabu. Najveća srednja

vrijednost odstupanja pojedinog uređaja od sRGB modela iznosi $\Delta\bar{E}_{00}=16,25$. Ovi rezultati jasno ukazuju na neadekvatnost primjene sRGB modela za modeliranje ponašanja suvremenih pokretnih uređaja. U cilju izrade standardnog modela zaslona pokretnog uređaja kojim bi se preciznije opisalo ponašanje, predložen je proces karakterizacije u kojem se postojeća matematička ili fizikalna metoda karakterizacije primjenjuje na empirijske vrijednosti za više uređaja. Između pet evaluiranih metoda karakterizacije najbolji rezultat dobiven je karakterizacijom tankoslojnim splajnom ($\Delta\bar{E}_{00}=7,21$). Budući da rezultat dobivenog modela standardnog zaslona predstavlja poboljšanje od 33,3% u odnosu na sRGB, predloženim procesom izrade modela standardnog zaslona moguće je kvalitetnije karakterizirati različite pokretne uređaje. S obzirom na male razlike u srednjim vrijednostima odstupanja za ostale modele, moguće je zaključiti da dobivene vrijednosti ujedno predstavljaju donju granicu koju je moguće ostvariti s obzirom na razlike u značajkama reprodukcije testiranih uređaja te samim time na postojanje značajnih varijacija u reprodukciji boja na različitim pokretnim uređajima. Od testiranih uređaja odabranim modelom karakterizacije standardnog zaslona pokretnog uređaja najbolje je opisan Apple iPad 3 ($\Delta\bar{E}_{00}=3,65$).

Uz izradu modela standardnog zaslona napravljena je karakterizacija pojedinih uređaja evaluiranim metodama karakterizacije. Najbolji rezultati karakterizacije ponovno su dobiveni karakterizacijom tankoslojnim splajnom. Srednja vrijednost kolorimetrijske razlike za svaki uređaj karakteriziran tankoslojnim splajnom nalazi se u rasponu $0,03 < \Delta\bar{E}_{00} \leq 0,60$, što znači da bi, u slučaju podrške ICC profila za suvremene pokretne uređaje, primjena splajn metode karakterizacije omogućila karakterizaciju zaslona pokretnih uređaja i kreiranje profila koji bi zadovoljavao kriterije za profesionalnu upotrebu u grafičkoj industriji.

Odabrani model standardnog zaslona pokretnog uređaja rabljen je za optimizaciju paleta boja za oblikovanje grafičkih korisničkih sučelja na pokretnim uređajima. Predložen je model procesa generiranja i optimizacije palete boja na osnovi najmanjeg odstupanja karakterizacijskog modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od vrijednosti evaluiranih uređaja. Optimizacija je evaluirana na osnovi srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike između vrijednosti predviđenih modelom i empirijskih vrijednosti za sve evaluirane uređaje. Uspješna optimizacija provedena je za tri 3 skupa paleta, s faktorom segmentacije u iznosima 5, 8 i 12. Rezultati za sva tri skupa paleta pokazali su linearnu tendenciju smanjenja srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike s povećanjem područja optimizacije. Kao najadekvatnija paleta za oblikovanje grafičkih znakova i grafičkog korisničkog sučelja u sklopu predloženog

prilagodljivog modela odabrana je reducirana paleta faktora segmentacije 12 i srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike $\Delta E_{00}=5,47$.

Kako bi se omogućila implementacija predloženog modela prilagodljivoga grafičkoga znakovnog sustava za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama, u četvrtom dijelu rada, zajedno s ustanovljenim smjernicama, predložen je model UCD procesa za razvoj aplikacija namijenjenih PK. Model je implementiran i evaluiran u procesu razvoja aplikacije „Komunikator +“. S obzirom na ostvarena poboljšanja u dizajnu aplikacije, moguće je zaključiti da je predloženi model pogodan za razvoj aplikacija u području PK.

U fazi razvoja aplikacije do razvoja funkcionalnog prototipa uočeno je da je potrebno nekoliko revizija funkcionalnih zahtjeva i ciljeva uporabljivosti, korisničkih scenarija i čestih izmjena papirnataog i digitalnog prototipa niske vjernosti. Potencijalni problemi s uporabljivošću i pristupačnošću korisničkog sučelja rješavali su se u fazama u kojima su se značajnije izmjene mogle implementirati brzo i nisu zahtijevale angažman razvijatelja. Dostupnost smjernica za oblikovanje grafičkih znakova i GKS omogućila je otklanjanje određenih problema s prototipovima prije njihove evaluacije. Uporabom prototipa niske i srednje vrijednosti pri diskusiji o potrebnim funkcionalnostima i načinu njihove implementacije, omogućila se efikasnija komunikacija između timova iz različitih domena. Tijekom razvoja evidentno je bilo zadovoljstvo organizacija korisnika koje su bile uključene u aktivnosti razvoja i njihov velik interes za sudjelovanjem u aktivnostima. Prilagođene metode evaluacije koje su uključivale korisnike uspješno su provedene u fazi prikupljanja podataka o korisnicima. Jednako je tako prilagodba prezentacije prototipova članovima organizacija korisnika omogućila prikupljanje povratnih informacija o potencijalnim problemima pristupačnosti i uporabljivosti koje razvojni tim nije predvidio te o idejama za daljnje unapređenje aplikacije. Mogućnost prilagodbe GKS potrebama korisnika izazvala je veoma pozitivne reakcije u organizacijama korisnika čije su povratne informacije bile potvrda uspješnosti primjene znanja i dostignuća iz područja grafičkog dizajna na području koje populaciji ovisnoj o sredstvima PK olakšava komunikaciju, a time i poboljšava kvalitetu života. .

Uz mnogobrojne pozitivne aspekte primjene modela UCD procesa za PK uočena su i određena ograničenja koja mogu poslužiti kao smjernice za buduća istraživanja u području primjene dizajna usmjerenog korisniku za razvoj aplikacija namijenjenih PK. Najznačajnije ograničenje jest problem provedbe određenih aktivnosti unutar zadanog vremenskog roka, osobito aktivnosti koje zahtijevaju sudjelovanje organizacija korisnika, samih korisnika sa SKP i

njihovih roditelja ili skrbnika. Dolazilo je do situacija „praznoga hoda“ u odjelu dizajna i razvoja, odnosno preklapanja s aktivnostima razvoja drugih aplikacija, što je prouzročilo dodatne odgode u provedbi pojedinih aktivnosti razvoja aplikacije „Komunikator+“. Ovo ukazuje na potrebu za optimizacijom u planiranju vremena potrebnog za provedbu aktivnosti unutar UCD procesa i opterećenja pojedinih odjela. Nadalje, u određenim slučajevima uočeno je da su primjedbe i ideje roditelja i predstavnika organizacija korisnika, koje su se odnosile na poboljšanje u dizajnu korisničkog sučelja, bile utemeljene isključivo na njihovim pretpostavkama o tome što korisnici smatraju privlačnim ili potrebnim. Stoga je za ove interesne skupine potrebno razviti upute o načinu pružanja povratnih informacija. Zbog multidisciplinarnosti razvojnog tima i razlika u terminologiji i metodama istraživanja koje se primjenjuju, uočeni su problemi u komunikaciji između članova razvojnog tima iz različitih područja. Usklađivanjem terminologije ponudilo bi se rješenje ovog problema. Prve korake u rješavanju ovog problema predstavlja „Katalog znanja potpomognute ili alternativne i augmentativne komunikacije (AAC)“ [233] izrađen u sklopu projekta "ICT sustavi za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama". Osim usklađivanja terminologije, potrebno je ujednačiti i metode istraživanja korisničkog iskustva. Kako bi bile primjenjive u kontekstu razvoja aplikacija za PK, pojedine metode rabljene unutar UCD procesa zahtijevaju opsežnije prilagodbe koje nisu mogle biti obuhvaćene ovim radom te zahtijevaju daljnje istraživanje. Dobar primjer jest heuristička evaluacija, čiji se rezultati mogu pokazati neadekvatnima zbog činjenice da trenutno ne postoje heuristike prilagođene primjeni u području PK.

U okviru disertacije ostvareni su sljedeći znanstveni doprinosi:

Definirane su smjernice oblikovanja prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za potpomognutu komunikaciju na pokretnim uređajima.

Definirane su smjernice oblikovanja prilagodljivih grafičkih korisničkih sučelja za potpomognutu komunikaciju na pokretnim uređajima.

Ustanovljene su korisničke preferencije oblikovanja grafičkih znakova za potpomognutu komunikaciju s obzirom na vizualnu složenost i metodu stilizacije.

Ustanovljena je nova metodologija evaluacije reprodukcije grafičkih znakova i grafičkog korisničkog sučelja na različitim tehnologijama zaslona rabljenih u pokretnim uređajima.

Evaluirana je primjena postojećih modela karakterizacije u svrhu karakterizacije zaslona pokretnih uređaja.

Izrađen je model procesa generiranja i optimizacije palete boja na osnovi najmanjeg odstupanja karakterizacijskog modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od vrijednosti evaluiranih uređaja.

Ustanovljena je nova metodologija za izradu prilagodljivih grafičkih znakovnih sustava za potpomognutu komunikaciju namijenjenih suvremenim pokretnim uređajima.

Izrađen je model prilagodljivoga grafičkoga znakovnoga sustava za potpomognutu komunikaciju za osobe s kompleksnim komunikacijskim potrebama.

Popis literature

- [1] European Commission, “eAccessibility – Opening up the Information Society,” 2010. [Internet]. Dostupno na: http://ec.europa.eu/information_society/activities/einclusion/policy/accessibility/index_en.htm.
- [2] J. Gosnell, J. Costello, i H. Shane, “Using a Clinical Approach To Answer ‘What Communication Apps Should We Use?,’” *Perspect. Augment. altern. commun.*, vol. 20, br. 3, str. 87–96, kolovoz 2011.
- [3] AAC-RERC, “Mobile Devices and Communication Apps. An AAC-RERC White Paper,” 2011.
- [4] D. McNaughton i J. Light, “The iPad and Mobile Technology Revolution: Benefits and Challenges for Individuals who require Augmentative and Alternative Communication,” *Augment. Altern. Commun.*, vol. 29, br. 2, str. 107–16, lipanj 2013.
- [5] D. M. Kagohara, L. van der Meer, S. Ramdoss, M. F. O’Reilly, G. E. Lancioni, T. N. Davis, M. Rispoli, R. Lang, P. B. Marschik, D. Sutherland, V. A. Green, i J. Sigafos, “Using iPods and iPads in teaching programs for individuals with developmental disabilities: a systematic review,” *Res. Dev. Disabil.*, vol. 34, br. 1, str. 147–56, siječanj 2013.
- [6] E. F. LoPresti, C. Bodine, i C. Lewis, “Assistive technology for cognition,” *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.*, vol. 27, br. 2, str. 29–39, 2008.
- [7] A. D. Norman i W. S. Draper, *User-centred system design: New perspectives in Human Computer Interaction*. Hillsdale, NJ: LEA, 1986.
- [8] L. Islas, V. M. González, i M. Mejía, “Developing a Mobile Application for Language Disabled Children with User Centered Design,” str. 236–240, 2013.
- [9] G. Zimmermann i G. Vanderheiden, “Accessible design and testing in the application development process: considerations for an integrated approach,” *Univers. Access Inf. Soc.*, vol. 7, br. 1–2, str. 117–128, studeni 2007.
- [10] A. F. Newell i N. Alm, “Developing AAC technologies: a personal story and philosophy,” *Eur. J. Disord. Commun.*, vol. 29, br. 4, str. 399–411, siječanj 1994.
- [11] A. Cooper, R. Reimann, i D. Cronin, *About Face 3: The essentials of interaction design*, vol. 3, br. 3. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, 2007, str. 223–225.
- [12] K. Bloomberg, G. R. Karlan, i L. L. Lloyd, “The comparative translucency of initial lexical items represented in five graphic symbol systems and sets,” *J. Speech Hear. Res.*, vol. 33, br. 4, str. 717–25, prosinac 1990.

- [13] E. Alant, H. Life, i M. Harty, "Comparison of the learnability and retention between Blissymbols and CyberGlyphs," *Int. J. Lang. Commun. Disord.*, vol. 40, br. 2, str. 151–169, siječanj 2005.
- [14] B. Hurlbut, B. Iwata, i J. Green, "Nonvocal language acquisition in adolescents with severe physical disabilities: Blissymbol versus iconic stimulus formats," *J. Appl. Behav. Anal.*, vol. 15, br. 2, str. 241–258, 1982.
- [15] J. A. Burroughs, E. Albritton, B. Eaton, i J. Montague, "A comparative study of language delayed preschool children's ability to recall symbols from two symbol systems," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 6, br. 3, str. 202–206, siječanj 1990.
- [16] P. Mirenda i P. a Locke, "A comparison of symbol transparency in nonspeaking persons with intellectual disabilities.," *J. Speech Hear. Disord.*, vol. 54, br. 2, str. 131–40, svibanj 1989.
- [17] R. Patel, K. Schooley, i J. Wilner, "Visual Features That Convey Meaning in Graphic Symbols: A Comparison of PCS and Artists' Depictions," *Assist. Technol. Outcomes Benefits*, vol. 4, br. 1, str. 62–80, 2007.
- [18] J. Light i K. Drager, "AAC technologies for young children with complex communication needs: state of the science and future research directions.," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 23, br. 3, str. 204–16, rujan 2007.
- [19] M. Stokes, M. Anderson, S. Chandrasekar, i R. Motta, "A Standard Default Color Space for the Internet - sRGB," 1996. [Internet]. Dostupno na: <http://www.w3.org/Graphics/Color/sRGB>.
- [20] A. Farini, M. Raffaelli, i E. Baldanzi, "Color rendering in cellular phones : fake is beautiful ?," u *Colour and Colorimetry. Multidisciplinary Contributions. Vol. IX B*, 2013, str. 48–57.
- [21] Z. Elias i P. Yadranka, "The measurement of diverse displays' colorimetric characteristics," u *ELMAR, 2012 Proceedings*, 2012, br. September, str. 12–14.
- [22] A. F. Newell, P. Gregor, M. Morgan, G. Pullin, i C. Macaulay, "User-Sensitive Inclusive Design," *Univers. Access Inf. Soc.*, vol. 10, br. 3, str. 235–243, srpanj 2010.
- [23] J. C. Light, K. D. Drager, i J. G. Nemser, "Enhancing the Appeal of AAC Technologies for Young Children: Lessons from the Toy Manufacturers," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 20, br. 3, str. 137–149, siječanj 2004.
- [24] L. Hallnäs i J. Redström, *Interaction design: foundations, experiments*. Borås, Sweden: Textile Research Centre, Swedish School of Textiles, Unversity College of Borås, 2006.
- [25] K. A. Kangas i L. L. Lloyd, "Augmentative and Alternative Communication," u *Human Communication Disorders: An Introduction*, 5th ed., G. H. Shames, E. H. Wiig, i W. A. Secord, Ur. Allyn and Bacon, 1998.

- [26] L. Batistić Pešić, "Potpomognuta komunikacija kod djece s razvojnim odstupanjima," Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, 2012.
- [27] S. E. T.- British i Columbia, "Supporting People who use AAC Strategies: in the Home, School and Community," 2008.
- [28] C. R. Reynolds i E. Fletcher-Janzen, *Concise Encyclopedia of Special Education: A Reference for the Education of the Handicapped and Other Exceptional Children and Adults*. New York: Wiley & Sons, 2002.
- [29] A. Cook, "Communication devices," u *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*, br. 3, J. G. Webster, Ur. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2006, str. 202–210.
- [30] P. Demasco, "Human factors considerations in the design of language interfaces in AAC.," *Assist. Technol.*, vol. 6, br. 1, str. 10–25, siječanj 1994.
- [31] L. Hoag, J. Bedrosian, D. Johnson, i B. Molineux, "Variables affecting perceptions of social aspects of the communicative competence of an adult AAC user," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 10, br. 3, str. 129–137, siječanj 1994.
- [32] D. R. Beukelman i P. Mirenda, *Augmentative & Alternative Communication: Supporting Children & Adults with Complex Communication Needs*, Fourth edi. Chelsea, MI: Paul H. Brookes Publishing Co., Inc., 2013.
- [33] L. Lloyd, R. Quist, i J. Windsor, "A proposed augmentative and alternative communication model," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 6, br. 3, str. 172–183, siječanj 1990.
- [34] S. Blackstone, "Populations and practices in AAC," *Augment. Commun. News*, vol. 3, br. 4, str. 1–3, 1991.
- [35] S. von Tetzchner i H. Martinsen, *Introduction to Augmentative and Alternative Communication*, 2nd editio. London: Whurr publishers, 2000.
- [36] K. Drager, J. Light, i D. McNaughton, "Effects of AAC interventions on communication and language for young children with complex communication needs.," *J. Pediatr. Rehabil. Med.*, vol. 3, br. 4, str. 303–10, siječanj 2010.
- [37] J. DeLoache, S. Pierroutsakos, i D. Uttal, "The origins of pictorial competence," *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, br. 12, str. 114–118, 2003.
- [38] T. Kovach i P. Bothwell Kenyon, "Visual issues and access to AAC," u *Communicative competence for individuals who use AAC: from research to effective practice*, Janice Catherine Light, D. R. Beukelman, i J. Reichle, Ur. Baltimore, MD: Paul H. Brookes Pub. Co., 2003, str. 520.
- [39] B. Utley, "Visual assessment: Considerations for the design of AAC systems," u *Exemplary practices for beginning communicators*, J. Reichle, D. R. Beukelman, i J. C. Light, Ur. Baltimore, MD: Paul H. Brookes Pub. Co., 2002, str. 353–394.

- [40] J. A. Jacko, M. A. Dixon, R. H. Rosa, I. U. Scott, i C. J. Pappas, "Visual profiles: a critical component of universal access," u *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems the CHI is the limit - CHI '99*, 1999, str. 330–337.
- [41] D. J. Higginbotham, H. Shane, S. Russell, i K. Caves, "Access to AAC: present, past, and future.," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 23, br. 3, str. 243–57, rujan 2007.
- [42] a. Alliano, K. Herriger, a. D. Koutsoftas, i T. E. Bartolotta, "A Review of 21 iPad Applications for Augmentative and Alternative Communication Purposes," *Perspect. Augment. altern. commun.*, vol. 21, br. 2, str. 60–71, srpanj 2012.
- [43] "1442: Osnovne škole i dječji vrtići i druge pravne osobe koje ostvaruju programe predškolskog odgoja, kraj šk. g. 2009./2010 i početak šk./ped. g. 2010/2011.," 2011.
- [44] T. Poljičanin, V. Dečković-Vukres, i M. Kuzman, "Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 2011. godinu," Zagreb, 2012.
- [45] J. Pavliša, M. Ljubešić, i I. Jerečić, "The Use of AAC with Young Children in Croatia—from the Speech and Language Pathologist's View," u *6th KES International Conference, KES-AMSTA 2012, Dubrovnik, Croatia, June 25-27, 2012. Proceedings*, 2012, str. 221–230.
- [46] O. Neurath, *International Picture Language.*, vol. 3, br. 1. London: Kegan Paul, 1936.
- [47] C. K. Bliss, *Semantography (Blissymbolics)*, 2nd ed. Sydney: Semantography (Blissymbolics) Publications, 1965.
- [48] R. Nigam, "Do Individuals from Diverse Cultural and Ethnic Backgrounds Perceive Graphic Symbols Differently?," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 19, br. 2, str. 135–136, siječanj 2003.
- [49] L. Haupt i E. Alant, "The iconicity of picture communication symbols for rural Zulu children," *South African J. Commun. Disord.*, vol. 49, str. 40–49, 2002.
- [50] P. Russo i S. Boor, "How fluent is your interface?: designing for international users," u *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '93*, 1993, str. 342–347.
- [51] K. Nakamura, A. Newell, N. Alm, i A. Waller, "How do members of different language communities compose sentences with a picture-based communication system?—a cross-cultural study of picture-based sentences constructed by English and Japanese speakers," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 14, br. 2, str. 71–80, siječanj 1998.
- [52] J. Hourcade, T. Everhart Pilotte, E. West, i P. Parette, "A History of Augmentative and Alternative Communication for Individuals with Severe and Profound Disabilities," *Focus Autism Other Dev. Disabl.*, vol. 19, br. 4, str. 235–244, siječanj 2004.
- [53] M. Krampen, "Signs and symbols in graphic communication," *Des. Q.*, br. 62, str. 1–31, 1965.

- [54] R. W. Woodcock, "Rebus as a Medium in Beginning Reading Instruction," Nashville, TN, 1968.
- [55] G. C. Vanderheiden, "A journey through early augmentative communication and computer access," *J. Rehabil. Res. Dev.*, vol. 39, br. 6, str. 39–53, 2002.
- [56] a F. Newell, J. D. Beynon, P. J. Brumfitt, i K. S. Hossain, "An alphanumeric display as a communication aid for the dumb.," *Med. Biol. Eng.*, vol. 13, br. 1, str. 84–8, siječanj 1975.
- [57] G. C. Vanderheiden, A. M. Volk, i C. D. Geisler, "An alternate interface to computers for the physically handicapped," u *Proceedings of the May 6-10, 1974, national computer conference and exposition on - AFIPS '74*, 1974, str. 115.
- [58] D. Chapple, "The Evolution of Augmentative Communication and the Importance of Alternate Access," *Perspect. Augment. altern. commun.*, vol. 20, br. 1, str. 34–37, ožujak 2011.
- [59] K. Caves, H. C. Shane, i F. DeRuyter, "Connecting AAC devices to the world of information technology.," *Assist. Technol.*, vol. 14, br. 1, str. 81–9, siječanj 2002.
- [60] H. Yee, "Mobile technology for children with Autism Spectrum Disorder: Major trends and issues," u *E-Learning, E-Management and E-Services (IS3e), 2012 IEEE Symposium on*, 2012, str. 1 – 5.
- [61] J. C. Light i K. D. R. Drager, "Improving the design of augmentative and alternative technologies for young children.," *Assist. Technol.*, vol. 14, br. 1, str. 17–32, siječanj 2002.
- [62] F. DeRuyter, D. McNaughton, K. Caves, D. N. Bryen, i M. B. Williams, "Enhancing AAC connections with the world.," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 23, br. 3, str. 258–70, rujan 2007.
- [63] M. A. Romski i R. Sevcik, "Augmentative and alternative communication systems: Considerations for individuals with severe intellectual disabilities," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 4, br. 2, str. 83–93, siječanj 1988.
- [64] K. F. McCoy, P. Demasco, C. A. Pennington, i A. L. Badman, "Some Interface Communication Issues in Developing Intelligent Aids for People with Disabilities," u *Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent User Interfaces*, 1997, str. 163–170.
- [65] H. Belani, "Augmentative Requirements Engineering for Trustworthy and Usable ICT-Based Services," u *First International Conference, SouthCHI 2013, Maribor, Slovenia, July 1-3, 2013. Proceedings*, 2013, str. 815–818.
- [66] I. Vučak, H. Belani, i M. Vuković, "AAC services development: from usability requirements to the reusable components," u *6th KES International Conference, KES-AMSTA 2012, Dubrovnik, Croatia, June 25-27, 2012. Proceedings*, 2012, str. 231–240.

- [67] K. M. Wilkinson i V. Jagaroo, "Contributions of Principles of Visual Cognitive Science to AAC System Display Design," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 20, br. 3, str. 123–136, siječanj 2004.
- [68] J. Light, K. Wilkinson, i K. Drager, "Designing Effective AAC Systems: Research Evidence and Implications for Practice." Chicago, 2008.
- [69] M. Herold, "A comparison of the rate and accuracy of symbol location on visual displays using colour-coded alphabetic and categorisation strategies in Grade 1 to 3 children," University of Pretoria, Faculty of Humanities, 2012.
- [70] J. Preece, Y. Rogers, i H. Sharp, *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. Wiley & Sons, 2002.
- [71] T. Winograd, "The Design of Interaction," u *Beyond Calculation: The Next Fifty Years of Computing*, P. Denning i R. Metcalfe, Ur. New York: Springer, 1997, str. 149–161.
- [72] J. Thackara, "Why is Interaction Design Important?," 2002. [Internet]. Dostupno na: <http://www.doorsofperception.com/social-innovation/why-is-interaction-design-important-2/>.
- [73] K. M. Wilkinson i S. Hennig, "The state of research and practice in augmentative and alternative communication for children with developmental/intellectual disabilities.," *Ment. Retard. Dev. Disabil. Res. Rev.*, vol. 13, br. 1, str. 58–69, siječanj 2007.
- [74] International Organization for Standardization, "ISO 9241-3:1992 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 3: Visual display requirements." ISO, 1992.
- [75] N. Bevan, "Measuring usability as quality of use," *Softw. Qual. J.*, vol. 4, br. 2, str. 115–130, 1995.
- [76] International Organization for Standardization, "ISO/TS 16071:2003 Ergonomics of human-system interaction -- Guidance on accessibility for human-computer interfaces." ISO, 2003.
- [77] B. Shneiderman, "Universal usability," *Commun. ACM*, vol. 43, br. 5, str. 84–91, svibanj 2000.
- [78] J. Light, "'Let's go star fishing': reflections on the contexts of language learning for children who use aided AAC," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 13, br. 3, str. 158–171, siječanj 1997.
- [79] J. Gulliksen, S. Harker, i G. Vanderheiden, "Guidelines, standards, methods and processes for software accessibility," *Univers. Access Inf. Soc.*, vol. 3, br. 1, str. 1–5, ožujak 2004.
- [80] W3C, "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0," *W3C Recommendation*, 2008. [Internet]. Dostupno na: <http://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/#visual-audio-contrast-contrast>.

- [81] C. Nicolle i D. Poulson, "Guidelines for developing an AAC-enabled World Wide Web," 2004.
- [82] D. Poulson i C. Nicolle, "Making the Internet accessible for people with cognitive and communication Impairments," *Univers. Access Inf. Soc.*, vol. 3, br. 1, str. 48–56, ožujak 2004.
- [83] B. Hengeveld, R. Voort, H. van Balkom, C. Hummels, i J. de Moor, "Designing for diversity: developing complex adaptive tangible products," u *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction - TEI '07*, 2007, str. 155.
- [84] J. O. Wobbrock, S. K. Kane, K. Z. Gajos, S. Harada, i J. Froehlich, "Ability-Based Design: Concept, Principles and Examples," *ACM Trans. Access. Comput.*, vol. 3, br. 3, str. 1–27, travanj 2011.
- [85] S. Glennen i D. C. DeCoste, *The Handbook of Augmentative and Alternative Communication*. San Diego, CA: Singular Publishing Group, 1997.
- [86] J. Gosnell, J. Costello, i H. Shane, "There Isn't Always an App for That!," *Perspect. Augment. altern. commun.*, vol. 20, br. 1, str. 7–8, ožujak 2011.
- [87] D. McBride, "AAC Evaluations and New Mobile Technologies: Asking and Answering the Right Questions," *Perspect. Augment. altern. commun.*, vol. 20, br. 1, str. 9–16, ožujak 2011.
- [88] P. R. Jones i A. Cregan, *Sign and symbols: communication for mentally handicapped people*. Dover, New Hampshire: Croom Helm, 1986.
- [89] T. A. Ryan i C. B. Schwartz, "Speed of perception as a function of mode of representation," *Am. J. Psychol.*, vol. 69, br. 1, str. 60–69, 1956.
- [90] P. Vaillant i M.-F. Castaing, "Iconicity as recognizability," *Visio*, vol. 10, br. 1.
- [91] C. S. Peirce, *Philosophical Writings of Pierce*. New York: Dover Publications, 1955.
- [92] C. Strothotte i T. Strothotte, *Seeing Between the Pixels*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1997.
- [93] C. Nakamura i Q. Zeng-Treitler, "A Taxonomy of Representation Strategies in Iconic Communication.," *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 70, br. 8, str. 535–551, kolovoz 2012.
- [94] M. E. Familant i M. C. Detweiler, "Iconic reference: evolving perspectives and an organizing framework," *Int. J. Man. Mach. Stud.*, vol. 39, br. 5, str. 705–728, studeni 1993.
- [95] J. Bertin, *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. Madison, WI: University of Wisconsin Press, 1983.

- [96] R. E. Horn, *Visual Language: Global Communication for the 21st Century*. Washington: MacroVU, 1998.
- [97] J. Light, K. Drager, J. McCarthy, S. Mellott, D. Millar, C. Parrish, A. Parsons, S. Rhoads, M. Ward, i M. Welliver, "Performance of Typically Developing Four- and Five-Year-Old Children with AAC Systems using Different Language Organization Techniques," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 20, br. 2, str. 63–88, siječanj 2004.
- [98] A. Dietz, M. McKelvey, i D. R. Beukelman, "Visual Scene Displays (VSD): New AAC Interfaces for Persons With Aphasia," *Perspect. Augment. altern. commun.*, vol. 15, br. 1, str. 13–17, travanj 2006.
- [99] K. D. R. Drager, "The Performance of Typically Developing 2 1/2-Year-Olds on Dynamic Display AAC Technologies With Different System Layouts and Language Organizations," *J. Speech, Lang. Hear. Res.*, vol. 46, br. 2, str. 298–312, travanj 2003.
- [100] B. R. Baker, "Using images to generate speech," *BYTE*, vol. 11, br. 3, str. 160–168, 1986.
- [101] D. J. Gardner-Bonneau i P. J. Schwartz, "A Comparison of Words Strategy and Traditional Orthography," u *Proceedings of the 12th Annual RESNA Conference*, 1989, str. 286–287.
- [102] S. R. Burger, *Spontaneous Communication in Augmentative and Alternative Communication (AAC): A Comparison of Dynamic Display and Minspeak*. Lafayette, IN: College of Wooster, Purdue University, 1997.
- [103] K. D. R. Drager i J. C. Light, "A comparison of the performance of 5-year-old children with typical development using iconic encoding in AAC systems with and without icon prediction on a fixed display," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 26, br. 1, str. 12–20, ožujak 2010.
- [104] C. Goossens', S. Crain, i P. Elder, *Engineering the preschool environment for interactive symbolic communication: 18 months to 5 years developmentally*. Birmingham, AL: Southeast Augmentative Communication, 1994.
- [105] C. R. Musselwhite i K. W. St. Louis, *Communication programming for persons with severe handicaps: Vocal and augmentative strategies*, 2nd. ur. Austin, TX: PFO-ED, 1988.
- [106] M. Lukaček, M. Milković, i K. Hajdek, "Analiza manifestacije McCollugh efekta u cross-media reprodukcijским sustavima," *Teh. Glas.*, vol. 7, br. 2, str. 170–176, 2013.
- [107] K. M. Wilkinson i B. Coombs, "Preliminary Exploration of the Effect of Background Color on the Speed and Accuracy of Search for an Aided Symbol Target by Typically Developing Preschoolers," *Early Child. Serv.*, vol. 4, br. 3, str. 171–183, 2008.
- [108] L. Findlater i K. Z. Gajos, "Design Space and Evaluation Challenges of Adaptive Graphical User Interfaces," vol. 30, br. 4, str. 68–73, 2009.

- [109] K. Z. Gajos, J. O. Wobbrock, i D. S. Weld, "Improving the performance of motor-impaired users with automatically-generated, ability-based interfaces," u *Proceeding of the twenty-sixth annual CHI conference on Human factors in computing systems - CHI '08*, 2008, str. 1257.
- [110] A. Cockburn, C. Gutwin, i S. Greenberg, "A Predictive Model of Menu Performance," u *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'07)*, 2007, str. 627–636.
- [111] J. Mitchell i B. Shneiderman, "Dynamic Versus Static Menus: An Exploratory Comparison.," *SIGCHI Bull.*, vol. 20, br. 4, str. 33–37, 1989.
- [112] D. S. Weld, C. Anderson, P. Domingos, O. Etzioni, K. Gajos, T. Lau, i S. Wolf, "Automatically personalizing user interfaces," u *IJCAI'03 Proceedings of the 18th international joint conference on Artificial intelligence*, 2003, str. 1613–1619.
- [113] D. A. Norman, *The design of everyday things*. New York: Basic Books, 1988.
- [114] L. Findlater i J. McGrenere, "A comparison of static, adaptive, and adaptable menus," u *Proceedings of the 2004 conference on Human factors in computing systems - CHI '04*, 2004, str. 89–96.
- [115] J. Nielsen, *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, 1993.
- [116] B. Pinna, "Perceptual organization of shape, color, shade, and lighting in visual and pictorial objects.," *Iperception.*, vol. 3, br. 5, str. 257–81, siječanj 2012.
- [117] J. Halverson, "The first pictures: perceptual foundations of Paleolithic art.," *Perception*, vol. 21, br. 3, str. 389–404, siječanj 1992.
- [118] I. Biederman, "Recognition-by-components: a theory of human image understanding.," *Psychol. Rev.*, vol. 94, br. 2, str. 115–47, travanj 1987.
- [119] A. K. Bhowmik, Z. Li, i P. J. Bos, *Mobile Displays: Technology and Applications*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2008.
- [120] A. Hashimoto i M. Clayton, *Visual Design Fundamentals*. Boston, MA: Cengage Learning, 2009.
- [121] C. Morris, *Signs, Language and Behavior*. New York, USA: Prentice-Hall, 1946.
- [122] M. J. i Staufer, *Piktogramme for Computer: Kognitive Verarbeitung, Methoden zur Produktion und Evaluation*. Berlin: Walter de Gruyter, 1987.
- [123] C. C. Millikin, "Symbol systems and vocabulary selection strategies," u *Handbook of Augmentative and Alternative communication*, S. Glennen i D. C. DeCoste, Ur. New York: Delmar Learning, 1997, str. 97–148.

- [124] J. Stephenson, "The effect of color on the recognition and use of line drawings by children with severe intellectual disabilities.," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 23, br. 1, str. 44–55, ožujak 2007.
- [125] V. Blanz, M. Tarr, H. Bühlhoff, i T. Vetter, "What object attributes determine canonical views?," *Perception-London*, vol. 28, str. 575–599, 1999.
- [126] B. Landau i J. E. Hoffman, *Spatial Representation: From Gene to Mind*. New York: Oxford University Press, 2012.
- [127] D. H. Brainard, D. G. Pelli, i T. Robson, "Display characterization," u *Encyclopedia of Imaging Science and Technology*, J. Hornak, Ur. 2000, str. 267–272.
- [128] M. C. Stone, "Colors as Three," br. August, str. 78–85, 2005.
- [129] G. Simcock i J. DeLoache, "Get the picture? The effects of iconicity on toddlers' reenactment from picture books.," *Dev. Psychol.*, vol. 42, br. 6, str. 1352–7, studeni 2006.
- [130] B. Rossion i G. Pourtois, "Revisiting Snodgrass and Vanderwart's object pictorial set: The role of surface detail in basic-level object recognition," *Perception*, vol. 33, br. 2, str. 217–236, 2004.
- [131] J. Stephenson, "Recognition and use of line drawings by children with severe intellectual disabilities: the effects of color and outline shape.," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 25, br. 1, str. 55–67, ožujak 2009.
- [132] G. S. Rubin i G. E. Legge, "Psychophysics of reading. VI--The role of contrast in low vision.," *Vision Res.*, vol. 29, br. 1, str. 79–91, siječanj 1989.
- [133] J. Nielsen, "Coordinating user interfaces for consistency," *ACM SIGCHI Bull.*, vol. 20, br. 3, str. 15–16, 1989.
- [134] Google Inc. i Open Handset Alliance, "Android Design Principles," 2013. [Internet]. Dostupno na: <https://developer.android.com/design/index.html>.
- [135] K. H. Madsen, "A guide to metaphorical design," *Commun. ACM*, vol. 37, br. 12, str. 57–62, prosinac 1994.
- [136] J. J. Gibson, *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1979.
- [137] C. Ware, *Information visualization: perception for design*, Third edit. Waltham, MA: Elsevier, 2012.
- [138] R. Budiuh i J. Nielsen, "iPad App and Website Usability 2nd edition: Research Findings a Year After Launch," Fremont, CA, 2011.

- [139] V. Jagaroo i K. Wilkinson, "Further Considerations of visual cognitive neuroscience in aided AAC: The potential role of motion perception systems in maximizing design display," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 24, br. 1, str. 29–42, siječanj 2008.
- [140] K. Fujisawa, T. Inoue, Y. Yamana, i H. Hayashi, "The effect of animation on learning action symbols by individuals with intellectual disabilities.," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 27, br. 1, str. 53–60, ožujak 2011.
- [141] B. a Mineo, D. Peischl, i C. Pennington, "Moving targets: the effect of animation on identification of action word representations.," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 24, br. 2, str. 162–73, siječanj 2008.
- [142] S. Gilutz i J. Nielsen, "Usability of Websites for Children: 70 Design Guidelines," Fremont, CA, 2002.
- [143] A. Zumbrennen, "Smart Transitions In User Experience Design," *Smashing Magazine*, 2013. [Internet]. Dostupno na: <http://uxdesign.smashingmagazine.com/2013/10/23/smart-transitions-in-user-experience-design/>.
- [144] M. Peissner, D. Häbe, D. Janssen, i T. Sellner, "MyUI: generating accessible user interfaces from multimodal design patterns," u *Proceedings of the 4th ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems - EICS '12*, 2012, str. 81.
- [145] J. McCarthy, J. Light, K. Drager, D. McNaughton, L. Grodzicki, J. Jones, E. Panek, i E. Parkin, "Re-designing scanning to reduce learning demands: the performance of typically developing 2-year-olds.," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 22, br. 4, str. 269–83, prosinac 2006.
- [146] International Dyslexia Association, "Definition of dyslexia." [Internet]. Dostupno na: <http://interdys.org/DyslexiaDefinition.htm>.
- [147] L. Rello i R. Baeza-yates, "Good Fonts for Dyslexia," u *ASSETS 2013: The 15th International ACM SIGACCESS Conference of Computers and Accessibility*, 2013.
- [148] R. A. Hillier, "A typeface for the adult dyslexic reader," Anglia Ruskin University, 2006.
- [149] "JDI Develops a World-Class and Ultra-High-Definition LCD," 2012. [Internet]. Dostupno na: <http://www.j-display.com/english/news/2012/20120604.html>.
- [150] Y. Bababekova, M. Rosenfield, J. E. Hue, i R. R. Huang, "Font size and viewing distance of handheld smart phones.," *Optom. Vis. Sci.*, vol. 88, br. 7, str. 795–7, srpanj 2011.
- [151] N. Tractinsky, A. . Katz, i D. Ikar, "What is beautiful is usable," *Interact. Comput.*, vol. 13, br. 2, str. 127–145, prosinac 2000.
- [152] M. Kurosu i K. Kashimura, "Apparent usability vs. inherent usability," u *Conference companion on Human factors in computing systems - CHI '95*, 1995, str. 292–293.

- [153] A. N. Tuch, S. P. Roth, K. Hornbæk, K. Opwis, i J. a. Bargas-Avila, “Is beautiful really usable? Toward understanding the relation between usability, aesthetics, and affect in HCI,” *Comput. Human Behav.*, vol. 28, br. 5, str. 1596–1607, rujan 2012.
- [154] M. Hassenzahl i A. Monk, “The Inference of Perceived Usability From Beauty,” *Human-Computer Interact.*, vol. 25, br. 3, str. 235–260, srpanj 2010.
- [155] A. Sonderegger i J. Sauer, “The influence of design aesthetics in usability testing: effects on user performance and perceived usability.,” *Appl. Ergon.*, vol. 41, br. 3, str. 403–10, svibanj 2010.
- [156] H. van der Heijden, “Factors influencing the usage of websites: the case of a generic portal in The Netherlands,” *Inf. Manag.*, vol. 40, br. 6, str. 541–549, srpanj 2003.
- [157] F. X. Alario i L. Ferrand, “A set of 400 pictures standardized for French: norms for name agreement, image agreement, familiarity, visual complexity, image variability, and age of acquisition.,” *Behav. Res. Methods. Instrum. Comput.*, vol. 31, br. 3, str. 531–52, kolovoz 1999.
- [158] J. G. Snodgrass i M. Vanderwart, “A standardized set of 260 pictures: norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity.,” *J. Exp. Psychol. Hum. Learn.*, vol. 6, br. 2, str. 174–215, ožujak 1980.
- [159] C. Tijus, J. Barcenilla, B. C. de Lavalette, i J.-G. Meunier, “The design, understanding and usage of pictograms,” *Stud. Writ.*, vol. 21, str. 17–32, 2007.
- [160] S. McDougall i I. Reppa, “Ease of Icon Processing Can Predict Icon Appeal,” u *15th International Conference, HCI International 2013, Las Vegas, NV, USA, July 21-26, 2013, Proceedings, Part I*, 2013, str. 575–584.
- [161] M. D. Byrne, “Using icons to find documents: simplicity is critical,” u *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '93*, 1993, str. 446–453.
- [162] M. García, A. N. Badre, i J. T. Stasko, “Development and validation of icons varying in their abstractness,” *Interact. Comput.*, vol. 6, br. 2, str. 191–211, lipanj 1994.
- [163] C. Carter, “Painting and language: A pictorial syntax of shapes,” *Leonardo*, vol. 9, br. 2, 1976.
- [164] G. M. Pace, M. T. Ivancic, G. L. Edwards, B. A. Iwata, i T. J. Page, “Assessment of stimulus preference and reinforcer value with profoundly retarded individuals.,” *J. Appl. Behav. Anal.*, vol. 18, br. 3, str. 249–55, siječanj 1985.
- [165] I. G. DeLeon i B. a Iwata, “Evaluation of a multiple-stimulus presentation format for assessing reinforcer preferences.,” *J. Appl. Behav. Anal.*, vol. 29, br. 4, str. 519–532, siječanj 1996.
- [166] T. Lavie i N. Tractinsky, “Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites,” *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 60, br. 3, str. 269–298, ožujak 2004.

- [167] D. J. Higginbotham, "Use of nondisabled subjects in AAC research: Confessions of a research infidel," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 11, br. 1, str. 2–5, siječanj 1995.
- [168] M. M. Bradley i P. J. Lang, "Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential," *J. Behav. Ther. Exp. Psychiatry*, vol. 25, br. 1, str. 49–59, ožujak 1994.
- [169] R. Balasubramanian, "Device characterization," u *Digital Color Imaging Handbook*, G. Sharma, Ur. Boca Raton, FL: CRC Press, 2002, str. 269–385.
- [170] J. Lee, D. Liu, i S. Wu, *Introduction to flat panel displays*. 2008.
- [171] The International Commission on Illumination, "Advancing knowledge and providing standardization to improve the lighted environment." [Internet]. Dostupno na: <http://www.cie.co.at/>.
- [172] International Electrotechnical Commission, "IEC/4WD 61966-2-1: Colour Measurement and Management in Multimedia Systems and Equipment - Part 2.1: Default Colour Space - sRGB," 1998.
- [173] P. Green, "Overview of characterization methods," u *colour Engineering: Achieving Device Independent Colour*, P. Green i L. MacDonald, Ur. Chichester, UK: Wiley & Sons, 2003, str. 127–141.
- [174] Y. Kwak, C. Li, i L. MacDonald, "Controlling color of liquid-crystal displays," *J. Soc. Inf. Disp.*, vol. 11, br. 2, str. 341, 2003.
- [175] K. Park, M. Lee, K. Ko, Y. Ha, E. Engineering, i C. Science, "Display Characterization for Mobile LCD Based on Modeling Electro-Optical Transfer Functions for Channels and Inter-Channels," u *ICIS '06*, 2006, str. 452–455.
- [176] R. Gong, H. Xu, i Q. Tong, "Colorimetric characterization models based on colorimetric characteristics evaluation for active matrix organic light emitting diode panels," *Appl. Opt.*, vol. 51, br. 30, str. 7255–61, listopad 2012.
- [177] J.-B. Thomas, J. Y. Hardeberg, I. Foucherot, i P. Gouton, "The PLVC display color characterization model revisited," *Color Res. Appl.*, vol. 33, br. 6, str. 449–460, prosinac 2008.
- [178] J.-B. Thomas, J. Y. Hardeberg, i A. Trémeau, "Cross-Media Color Reproduction and Display Characterization," u *Advanced Color Image Processing and Analysis*, C. Fernandez-Maloigne, Ur. New York, NY: Springer New York, 2013.
- [179] R. Gong, "Investigation of perceptual attributes for mobile display image quality," *Opt. Eng.*, vol. 52, br. 8, str. 83-104, kolovoz 2013.
- [180] D. Donevski, "Optimizacija model aizlaznih uređaja u grafičkoj reprodukciji," Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, 2010.

- [181] P.-L. Sun i R. M. Luo, "Color Characterization Models for OLED Displays," *SID Symp. Dig. Tech. Pap.*, vol. 44, br. 1, str. 1453–1456, lipanj 2013.
- [182] T. Masters, *Practical neural network recipes in C++*. San Diego, CA: Academic Press, Inc., 1993.
- [183] P. Colantoni, J. Thomas, i J. Y. Hardeberg, "High-end colorimetric display characterization using an adaptive training set," *J. Soc. Inf. Disp.*, vol. 19, br. 8, str. 520, 2011.
- [184] J. Thomas, "Controlling color in display: A discussion on quality," u *rad prezentiran na Create 2010 konferenciji, Gjovik, Norveška*, 2010.
- [185] M. R. Luo, G. Cui, i B. Rigg, "The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000," *Color Res. Appl.*, vol. 26, br. 5, str. 340–350, listopad 2001.
- [186] G. Sharma, W. Wu, i E. N. Dalal, "The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations," *Color Res. Appl.*, vol. 30, br. 1, str. 21–30, veljača 2005.
- [187] J.-B. Thomas, "Colorimetric characterization of displays and multi-display systems," *Universite de Bourgogne*, 2009.
- [188] Video Electronics Standards Association, "Flat Panel Display Measurements Standard," Milpitas, CA, 2001.
- [189] L. W. MacDonald, "Using color effectively in computer graphics," *IEEE Comput. Graph. Appl.*, vol. 19, br. 4, str. 20–35, 1999.
- [190] B. Shneiderman i C. Plaisant, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, 4th ur. Addison Wesley, 2004.
- [191] G. Moretti i P. Lyons, "Tools for the selection of colour palettes," u *Proceedings of the SIGCHI-NZ Symposium on Computer-Human Interaction - CHINZ '02*, 2002, str. 13–18.
- [192] E. R. Tufte, *Envisioning information*. Graphics Pr, 1990.
- [193] B. L. Whorf, "The Relation of Habitual Thought and Behaviour to Language," u *Language, Thought and Reality: Selected Writing of Benjamin Lee Whorf*, J. B. Caroll, Ur. Cambridge, 1956, str. 134–159.
- [194] B. Berlin i P. Kay, *Basic color terms: Their universality and evolution*. Berkley: University of California Press, 1969.
- [195] E. Broek, M. Hendriks, M. Puts, i L. Vuurpijl, "Modeling human color categorization: Color discrimination and color memory," u *Proceedings of the 15th BNAIC*, 2003, vol. 2003, str. 59–68.

- [196] R. M. Boynton i C. X. Olson, "Locating basic colors in the OSA space," *Color Res. Appl.*, vol. 12, br. 2, str. 94–105, travanj 1987.
- [197] R. M. Boynton, "Eleven Colors That Are Almost Never Confused," u *OE/LASE '89, 15-20 Jan., Los Angeles. CA*, 1989, str. 322–332.
- [198] M. Wijffelaars, R. Vliegen, J. J. van Wijk, i E.-J. van der Linden, "Generating Color Palettes using Intuitive Parameters," *Comput. Graph. Forum*, vol. 27, br. 3, str. 743–750, svibanj 2008.
- [199] A. Zeileis, K. Hornik, i P. Murrell, "Escaping RGBland: selecting colors for statistical graphics," *Comput. Stat. Data Anal.*, br. November, 2009.
- [200] C. Ardi, S. Tan, i K. Yim, "Color Palette Generation for Nominal Encodings," 2002.
- [201] L. Wang, J. Giesen, K. T. McDonnell, P. Zolliker, i K. Mueller, "Color Design for Illustrative Visualization," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 14, br. 6, str. 1739–1754, studeni 2008.
- [202] L. D. Bergman, B. E. Rogowitz, i L. A. Treinish, "A rule-based tool for assisting colormap selection," u *Proceedings Visualization '95*, 1995, str. 118–125.
- [203] F. E. Correa-Tome, "Comparison of perceptual color spaces for natural image segmentation tasks," *Opt. Eng.*, vol. 50, br. 11, str. 117-203, studeni 2011.
- [204] L. Z. Kriko, S. E. I. Baba, i M. Z. Krikor, "Palette-Based Image Segmentation using HSL Space," *JDIM*, vol. 5, br. 1, str. 8–12, 2004.
- [205] A. Waller, S. A. Balandin, D. A. O'Mara, i A. D. Judson, "Training AAC users in user-centred design," u *Accessible Design in the Digital World Conference 2005*, 2005.
- [206] J. Light i K. Drager, "AAC technologies for young children with complex communication needs: state of the science and future research directions," *Augment. Altern. Commun.*, vol. 23, br. 3, str. 204–16, rujun 2007.
- [207] International Organization for Standardization, "ISO 13407:1999 Human-centred design processes for interactive systems," 1999.
- [208] N. Bevan, "UsabilityNet Methods for User Centred Design," u *Human-Computer Interaction: Theory and Practice (Part 1), Volume 1*, vol. 1, br. Part 1, J. Jacko i C. Stephanidis, Ur. Heraklion, Crete: Lawrence Erlbaum, 2003, str. 434–438.
- [209] M. Maguire, "Methods to support human-centred design," *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 55, br. 4, str. 587–634, listopad 2001.
- [210] UsabilityNet, "List of methods for User Centred Design." [Internet]. Dostupno na: <http://www.usabilitynet.org/trump/methods/methodslist.htm>.
- [211] J. Nielsen, *Usability engineering*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1993.

- [212] V. Nasset i A. Large, "Children in the information technology design process: A review of theories and their applications," *Libr. Inf. Sci. Res.*, vol. 26, br. 2, str. 140–161, ožujak 2004.
- [213] H. Hamilton i E. Kingsbury, "Participatory Design of AAC Systems : Practical Strategies & Positive Outcomes," Hillsborough, CA, 2006.
- [214] M. Scaife, Y. Rogers, F. Aldrich, i M. Davies, "Designing for or designing with? Informant design for interactive learning environments," u *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '97*, 1997, str. 343–350.
- [215] N. Bevan i I. Bogomolni, "Incorporating user quality requirements in the software development process," u *Proceedings of the 4th International Software & Internet Quality Week Conference (QWE2000)*, 2000, str. 1192–1204.
- [216] A. N. Antle, "Child-based personas: need, ability and experience," *Cogn. Technol. Work*, vol. 10, br. 2, str. 155–166, travanj 2007.
- [217] J. Earthy, J. B. Sherwood, i N. Bevan, "The improvement of human-centred processes—facing the challenge and reaping the benefit of ISO 13407," *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 55, br. 4, str. 553–585, listopad 2001.
- [218] UsabilityNet, "Methods table," 2006. [Internet]. Dostupno na: <http://www.usabilitynet.org/tools/methods.htm>.
- [219] J. Arnowitz, M. Arent, i N. Berger, *Effective Prototyping for Software Makers*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 2007.
- [220] A. Cooper, *The Inmates are Running the Asylum*. Sams Publishing, 1999.
- [221] L. Nielsen, "Personas," u *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*, 2nd Editio., M. Soegaard i R. F. Dam, Ur. Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation, 2013.
- [222] J. Higginbotham, K. Fulcher, H. Min, C. Hanna, C.-A. Kirkland, N. Subrahmanian, i J. Seale, "Developing personas to aid in AAC design," 2010.
- [223] A. Draghici i G. Draghici, "User-centred design process and its influence on product competitiveness," u *Proceedings of: 12th CIRP Seminar on Life Cycle Engineering*, 2005.
- [224] E. Folmer i J. Bosch, "Architecting for usability: a survey," *J. Syst. Softw.*, vol. 70, br. 1–2, str. 61–78, veljača 2004.
- [225] K. Pernice i J. Nielsen, "How to Conduct Eyetracking Studies," Fremont, CA, 2009.
- [226] J. Nielsen i R. Budiu, *Mobile Usability*. Berkeley, CA: New Riders, 2013.
- [227] L. Liu i U. Hoelscher, "Evaluation of Graphical Symbols Used in Intensive Care Units (ICU): Comprehension among Users in Different Countries," 2003.

- [228] R. Molich i J. Nielsen, "Improving a human-computer dialogue," *Commun. ACM*, vol. 33, br. 3, str. 338–348, ožujak 1990.
- [229] J. Nielsen, "10 Usability Heuristics for User Interface Design," 1995. [Internet]. Dostupno na: <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>.
- [230] A. a. Alsumait i A. Al-Osaimi, "Usability Heuristics Evaluation for Child E-learning Applications," *J. Softw.*, vol. 5, br. 6, str. 654–661, lipanj 2010.
- [231] A. Sutcliffe, "Assessing the reliability of heuristic evaluation for Web site attractiveness and usability," u *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2002, vol. 00, br. c, str. 1838–1847.
- [232] J. Dolic, J. Pibernik, i J. Bota, "Evaluation of Mainstream Tablet Devices for Symbol Based AAC Communication," u *Proceedings of the 6th KES international conference on Agent and Multi-Agent Systems: technologies and applications*, 2012, str. 251–260.
- [233] J. Frey-Škrinjar, M. Ljubešić, Z. Stančić, J. I. Pavliša, V. Vlahović-Štetić, N. Pavlin-Bernardić, I. Lovrek, Ž. Car, M. Vuković, J. Pibernik, L. Mandić, i J. Dolić, "Katalog znanja potpomognute ili alternativne i augmentativne komunikacije (AAC)," 2012. [Internet]. Dostupno na: <http://usluge.ict-aac.hr/katalog/>.

Popis slika

| | | |
|-----------|--|----|
| Slika 1. | Primjer računalno generirane poruke sekvencioniranjem grafičkih znakova za PK u programu Widgit Communicate SymWriter | 2 |
| Slika 2. | Usporedba modela komunikacije bez pomagala i potpomognute komunikacije grafičkim znakovima | 12 |
| Slika 3. | Usporedba a) izgleda poštanskog sandučića u RH i slikovnih reprezentacija pojma "poštanski sandučić" u skupovima b) Symbolstix i c) Widgit | 24 |
| Slika 4. | Primjeri mrežnog prikaza znakova u aplikacijama za PK za suvremene pokretne uređaje Proloquo2Go (a) i Go Talk NOW (b) Izvor: https://itunes.apple.com | 40 |
| Slika 5. | Primjeri vizualnog prikaza scena u a) aplikaciji SceneSpeak i b) u programu Boardmaker. Izvori: a) http://appsforaac.net/ , b) http://news.boardmakershare.com/ | 41 |
| Slika 6. | Primjer hibridnog prikaza u aplikaciji Scene & Heard. s istovremenim prikazom VSD i mrežnog prikaza znakova. Izvor: http://www.widgit.com | 42 |
| Slika 7. | Primjer linijske a) i kombinacije linijske i površinske b) kategorizacije bojom u sustavima za PK. Izvori: a) http://www.ericssailers.com , b) http://www.tobiisonoflex.com | 46 |
| Slika 8. | Izostanak repeticije u korištenju definiranih debljina linija u Symbolstix skupu znakova. Izvor: https://www.itunes.com | 52 |
| Slika 9. | Primjer gledišta izvan kanonske pozicije za pojam "spojiti kvačicom" (lijevo) u skupu Symbolstix. Kut gledišta na kvačicu ne otkriva njezine istaknute vizualne karakteristike bitne za prepoznavanje. Desno je prikaz pojma "kvačica za rublje" iz istog skupa. | 55 |
| Slika 10. | Spektralna osjetljivost S, M i L čunjića (lijevo) i primjer spektralnih krivulja za dva podražaja koji u promatraču uzrokuju isti osjet boje (desno). Izvor: Stone, 2005. | 56 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Slika 11. | Usporedba korištenih vizualnih metafora za označavanje pristupa skupu znakova određene kategorije u aplikacijama a) Avaz, b) Easy Speak HD , c) So Much 2 Say, d) Proloquo2Go i e) fotografije primjera skupa otisnutih komunikacijskih kartica određene kategorije | 60 |
| Slika 12. | Naznačavanje perceptivnih mogućnosti akcije korištenjem metafore dječje igračke u aplikaciji MyFirstAAC. Izvor: https://www.itunes.com | 61 |
| Slika 13. | Generičke reprezentacije osoba i predmeta za pojam "nositi" u skupovima grafičkih znakova za PK: a) PCS, b) Widgit, c) Symbolstix, d) ARASAAC, e) Sclera Pictos | 62 |
| Slika 14. | Model grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa SKP | 71 |
| Slika 15. | Prilagodba predloženog modela grafičkoga znakovnoga sustava za osobe sa SPK čimbenicima koji utječu na izgled i ponašanje GKS. | 72 |
| Slika 16. | Tri stupnja vizualne prilagodbe znakova u okviru predloženog modela | 74 |
| Slika 17. | Mogućnosti adaptacije i personalizacije GKS u okviru predloženog modela s obzirom na stupanj vizualne prilagodbe | 75 |
| Slika 18. | Metode vizualne kategorizacije u okviru predloženog modela | 76 |
| Slika 19. | Primjer prilagodbe redukcije prikaza tekstualnog opisa i dodavanja modifikatora u okviru predloženog modela | 77 |
| Slika 20. | Neki od primjera prostornih prilagodbi u okviru predloženog modela | 78 |
| Slika 21. | Primjer prostornih prilagodbi u okviru modela za korištenje različitih sredstava odabira | 79 |
| Slika 22. | Moguće transformacije u okviru predloženog modela i njihova namjena u odnosu na element primjene unutar GKS | 80 |
| Slika 23. | Primjer primjene transformacija pozicije i veličine na cjelovitoj reprezentaciji odabranog znaka i transformacije prozirnosti na reprezentacijama ostalih znakova i naredbi GKS u cilju naglašavanja povratne informacije o odabiru. | 81 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Slika 24. | Prilagodba grafičkih znakova i GKS u okviru predloženog modela tijekom a adaptacije na osnovi značajki uređaja i korisnikovih preferencija | 82 |
| Slika 25. | Moguće automatske prilagodbe u okviru predloženog modela s obzirom na kontekst uporabe | 82 |
| Slika 26. | Prilagodba grafičkih znakova u okviru predloženog modela reprodukciji u različitim medijima | 84 |
| Slika 27. | Stupanj vizualne složenosti i korištene stilizacije vizualnih reprezentacija pojma "mačka" za 9 analiziranih setova i sustava grafičkih znakova za PK | 90 |
| Slika 28. | Tri seta uzoraka izrađenih za potrebe provedbe istraživanja. Stupci označavaju varijaciju u vizualnoj kompleksnosti: 1) niski stupanj, 2) srednji stupanj, 3) visoki stupanj. Redci predstavljaju varijacije u stilizaciji: A) slobodna, B) realistična i C) geometrijska | 92 |
| Slika 29. | Proces određivanja karakterizacijske funkcije usmjerene naprijed za izlazne uređaje Izvor: Balasubramanian, 2002. | 118 |
| Slika 30. | Mikroskopski prikaz konstrukcije slikovnih elemenata TN i LCD tehnologije: a) aktivni i b) neaktivni primari TN LCD zaslona (iPhone 3GS), c) aktivni i d) neaktivni primari IPS LCD zaslona (Nexus 7) | 120 |
| Slika 31. | Mikroskopski prikaz različitih konfiguracija primara u PenTile AMOLED zaslonima: a) aktivni i b) neaktivni primari zaslona uređaja Samsung Galaxy S, c) aktivni i d) neaktivni primari zaslona uređaja Samsung Galaxy S4 | 122 |
| Slika 32. | Usporedba sRGB i aRGB gamuta unutar CIE1931 xy dijagrama kromatičnosti | 127 |
| Slika 33. | Simulacija trodimenzionalnog prikaza usporedbe sRGB i aRGB gamuta unutar CIELAB prostora boja izrađenog pomoću programa CHROMiX ColorThink (volumen aRGB označen je konturnim linijama) | 128 |
| Slika 34. | Model umjetnog neurona | 134 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Slika 35. | Proces određivanja modela standardnog zaslona pokretnog uređaja u ovom radu | 140 |
| Slika 36. | Shema eksperimenta kolorimetrijske karakterizacije | 143 |
| Slika 37. | Box-plot dijagram odstupanja pojedinih uređaja od sRGB modela | 149 |
| Slika 38. | Usporedba sRGB gamuta i gamuta izmjerenih uređaja prikazanih u CIE xy dijagramu kromatičnosti | 152 |
| Slika 39. | Box-plot dijagram odstupanja izrađenog PLVC modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od empirijskih vrijednosti za pojedine uređaje | 164 |
| Slika 40. | Box-plot dijagram odstupanja izrađenog NM modela standardnog zaslona pokretnog uređaja s 20 umjetnih neurona u skrivenom sloju od empirijskih vrijednosti za pojedine uređaje | 164 |
| Slika 41. | Box-plot dijagram odstupanja izrađenog modela standardnog zaslona pokretnog uređaja metodom polinomne regresije 2. reda od empirijskih vrijednosti za pojedine uređaje | 165 |
| Slika 42. | Box-plot dijagram odstupanja izrađenog modela standardnog zaslona pokretnog uređaja metodom polinomne regresije 3. reda od empirijskih vrijednosti za pojedine uređaje | 165 |
| Slika 43. | Box-plot dijagram odstupanja izrađenog splajn modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od empirijskih vrijednosti za pojedine uređaje | 166 |
| Slika 44. | Model procesa generiranja optimizirane palete na osnovi najmanjeg odstupanja karakterizacijskog modela standardnoga zaslona pokretnog uređaja | 172 |
| Slika 45. | Ovisnost srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike o području optimizacije za skup paleta A | 176 |
| Slika 46. | Ovisnost srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike o području optimizacije za skup kompletnih paleta B | 177 |
| Slika 47. | Promjena RGB vrijednosti u paletama iz skupa B (FS=8) u odnosu na korak pretrage | 178 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| Slika 48. | Ovisnost srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike o području optimizacije za skup reduciranih paleta B | 179 |
| Slika 49. | Ovisnost srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike o području optimizacije za skup kompletnih paleta C | 180 |
| Slika 50. | Promjena RGB vrijednosti u paletama iz skupa C (FS=12) u odnosu na korak pretrage | 181 |
| Slika 51. | Ovisnost srednje vrijednosti kolorimetrijske razlike o području optimizacije za skup kompletnih paleta C | 182 |
| Slika 52. | Iterativna značajka aktivnosti razvoja proizvoda primjenom principa dizajna usmjerenog korisnicima prema normi ISO 13407. | 185 |
| Slika 53. | Dizajn grafičkih znakova za pojam "ne" (lijevo) i "da" (desno) kao rezultat aktivnosti dizajna participiranjem djece sa SKP. Izvor: Hamilton & Kingsbury, 2006 | 187 |
| Slika 54. | Shematski prikaz predloženog modela UCD procesa za razvoj aplikacija namijenjenih potpomognutoj komunikaciji | 206 |

Popis tablica

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tablica 1. | Analiza tehničkih specifikacija suvremenih pokretnih uređaja i specijaliziranih pokretnih uređaja za PK dijagonale zaslona 7-9 inča. Podaci prikupljeni s web sjedišta proizvođača i s http://www.gsmarena.com | 20 |
| Tablica 2. | Analiza tehničkih specifikacija suvremenih pokretnih uređaja i specijaliziranih pokretnih uređaja za PK dijagonale zaslona veće od 9 inča. Podaci prikupljeni s web sjedišta proizvođača i s http://www.gsmarena.com | 21 |
| Tablica 3. | Sedam načela dizajna temeljenog na mogućnostima. Izvor: Wobbrock et al | 34 |
| Tablica 4. | Analiza mogućnosti prilagodbe za 4 popularne aplikacije za PK | 50 |
| Tablica 5. | Prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_PO) | 96 |
| Tablica 6. | Hi-kvadrat test - prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_PO) | 96 |
| Tablica 7. | Drugi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_DO) | 97 |
| Tablica 8. | Hi-kvadrat test - drugi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_DO) | 97 |
| Tablica 9. | Najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_NP) | 97 |
| Tablica 10. | Hi-kvadrat test – najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „mačka“ (M_NP) | 98 |
| Tablica 11. | Prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_PO) | 98 |
| Tablica 12. | Hi-kvadrat test - prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_PO) | 98 |
| Tablica 13. | Drugi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_DO) | 99 |
| Tablica 14. | Hi-kvadrat test - drugi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_DO) | 99 |
| | | 258 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tablica 15. | Najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_NP) | 99 |
| Tablica 16. | Hi-kvadrat test – najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „lice“ (L_NP) | 100 |
| Tablica 17. | Prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_PO) | 100 |
| Tablica 18. | Hi-kvadrat test - prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_PO) | 100 |
| Tablica 19. | Prvi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_PO) | 101 |
| Tablica 20. | Hi-kvadrat test - drugi odabir ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_DO) | 101 |
| Tablica 21. | Najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_NP) | 101 |
| Tablica 22. | Hi-kvadrat test - najmanja preferencija ispitanika za reprezentaciju pojma „tenisica“ (T_NP) | 102 |
| Tablica 23. | Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za prve odabire reprezentacija triju pojmova | 102 |
| Tablica 24. | Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za druge odabire reprezentacija triju pojmova | 103 |
| Tablica 25. | Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za najmanje preferencije reprezentacija triju pojmova | 103 |
| Tablica 26. | Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_PO_KOM) | 104 |
| Tablica 27. | Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_PO_KOM) | 104 |
| Tablica 28. | Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_PO_STIL) | 104 |
| Tablica 29. | Hi-kvadrat test - Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_PO_STIL) | 105 |
| Tablica 30. | Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_PO_KOM) | 105 |
| | | 259 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Tablica 31. | Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_PO_KOM) | 105 |
| Tablica 32. | Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_PO_STIL) | 105 |
| Tablica 33. | Hi-kvadrat test - Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_PO_STIL) | 106 |
| Tablica 34. | Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_PO_KOM) | 106 |
| Tablica 35. | Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za prvi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_PO_KOM) | 106 |
| Tablica 36. | Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_PO_STIL) | 107 |
| Tablica 37. | Hi-kvadrat test - Stilizacija za prvi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_PO_STIL) | 107 |
| Tablica 38. | Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_DO_KOM) | 107 |
| Tablica 39. | Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_DO_KOM) | 107 |
| Tablica 40. | Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_DO_STIL) | 108 |
| Tablica 41. | Hi-kvadrat test - Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „mačka“ (M_DO_STIL) | 108 |
| Tablica 42. | Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_DO_KOM) | 108 |
| Tablica 43. | Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_DO_KOM) | 108 |
| Tablica 44. | Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_DO_STIL) | 109 |
| Tablica 45. | Hi-kvadrat test - Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „lice“ (L_DO_STIL) | 109 |
| Tablica 46. | Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_DO_KOM) | 109 |
| | | 260 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Tablica 47. | Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za drugi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_DO_KOM) | 110 |
| Tablica 48. | Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „tenisica“ (T_DO_STIL) | 110 |
| Tablica 49. | Hi-kvadrat test - Stilizacija za drugi odabir reprezentacije pojma „lice“ (T_DO_STIL) | 110 |
| Tablica 50. | Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „mačke“ (M_NP_KOM) | 111 |
| Tablica 51. | Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „mačka“ (M_NP_KOM) | 111 |
| Tablica 52. | Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „mačka“ (M_NP_STIL) | 111 |
| Tablica 53. | Hi-kvadrat test - Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „mačka“ (M_NP_STIL) | 111 |
| Tablica 54. | Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „lice“ (L_NP_KOM) | 112 |
| Tablica 55. | Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „lice“ (L_NP_KOM) | 112 |
| Tablica 56. | Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „lice“ (L_NP_STIL) | 112 |
| Tablica 57. | Hi-kvadrat test - Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „lice“ (L_NP_STIL) | 112 |
| Tablica 58. | Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „tenisica“ (T_NP_KOM) | 113 |
| Tablica 59. | Hi-kvadrat test - Stupanj vizualne složenosti za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „tenisica“ (T_NP_KOM) | 113 |
| Tablica 60. | Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „tenisica“ (T_NP_STIL) | 113 |
| Tablica 61. | Hi-kvadrat test - Stilizacija za najmanju preferenciju reprezentacije pojma „tenisica“ (T_NP_STIL) | 114 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tablica 62. | Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za prve odabire reprezentacija triju pojmova, ovisno o stupnju vizualne složenosti | 114 |
| Tablica 63. | Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za prve odabire reprezentacija triju pojmova, ovisno o metodi stilizacije | 114 |
| Tablica 64. | Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za druge odabire reprezentacija triju pojmova, ovisno o stupnju vizualne složenosti | 115 |
| Tablica 65. | Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za druge odabire reprezentacija triju pojmova, ovisno o metodi stilizacije | 115 |
| Tablica 66. | Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za najmanju preferenciju reprezentacija triju pojmova, ovisno o stupnju vizualne složenosti | 115 |
| Tablica 67. | Analiza sličnosti u korisničkoj evaluaciji za najmanju preferenciju reprezentacija triju pojmova, ovisno o metodi stilizacije | 116 |
| Tablica 68. | Koordinate kromatičnosti triju primara rabljenih u sRGB specifikaciji, preuzete iz norme ITU-R BT.709-3 | 126 |
| Tablica 69. | Rad testne karte na različitim internetskim preglednicima za pokretne uređaje | 145 |
| Tablica 70. | Popis testiranih uređaja i osnovnih karakteristika njihovih zaslona | 146 |
| Tablica 71. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} za odstupanje sRGB modela od empirijskih podataka za sve uređaje | 149 |
| Tablica 72. | Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH za odstupanje sRGB modela od empirijskih podataka za sve uređaje | 149 |
| Tablica 73. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje sRGB modela od empirijskih podataka za pojedine uređaje | 150 |
| Tablica 74. | Vrijednosti volumena gamuta evaluiranih uređaja skaliranih prema vrijednosti za sRGB gamut | 152 |
| Tablica 75. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} za odstupanje izrađenog PLVC modela standardnog zaslona od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje | 153 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Tablica 76. | Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH za odstupanje izrađenog PLVC modela standardnog zaslona od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje | 153 |
| Tablica 77. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje izrađenog PLVC modela standardnog zaslona od empirijskih podataka za pojedine uređaje | 153 |
| Tablica 78. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje karakterizacije pojedinih uređaja PLVC metodom od evaluacijskog seta empirijskih podataka | 154 |
| Tablica 79. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} za odstupanje izrađenog NM modela standardnog zaslona s 20 umjetnih neurona u skrivenom sloju od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje | 155 |
| Tablica 80. | Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH za odstupanje generiranog NM modela standardnog zaslona s 20 umjetnih neurona u skrivenom sloju od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje | 155 |
| Tablica 81. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje generiranog NM modela standardnog zaslona s 20 umjetnih neurona u skrivenom sloju od empirijskih podataka za pojedine uređaje | 155 |
| Tablica 82. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje karakterizacije pojedinih uređaja metodom neuronske mreže s 20 umjetnih neurona od evaluacijskog seta empirijskih podataka | 156 |
| Tablica 83. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} za odstupanje izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 2. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje | 157 |
| Tablica 84. | Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH za odstupanje izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 2. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje | 157 |
| Tablica 85. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 2. reda od empirijskih podataka za pojedine uređaje | 157 |
| Tablica 86. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH odstupanja karakterizacije pojedinih uređaja metodom polinomne regresije 2. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka | 158 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tablica 87. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} odstupanja izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 3. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje | 159 |
| Tablica 88. | Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH odstupanja izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 3. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje | 159 |
| Tablica 89. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i odstupanja izrađenog modela standardnog zaslona metodom polinomne regresije 3. reda od empirijskih podataka za pojedine uređaje | 159 |
| Tablica 90. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH odstupanja karakterizacije pojedinih uređaja metodom polinomne regresije 3. reda od evaluacijskog seta empirijskih podataka | 160 |
| Tablica 91. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} za odstupanje izrađenog splajn modela standardnog zaslona od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje | 161 |
| Tablica 92. | Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH za odstupanje izrađenog splajn modela standardnog zaslona od evaluacijskog seta empirijskih podataka za sve uređaje | 161 |
| Tablica 93. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje izrađenog splajn modela standardnog zaslona od empirijskih podataka za pojedine uređaje | 161 |
| Tablica 94. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} , ΔL , ΔC i ΔH za odstupanje karakterizacije pojedinih uređaja metodom poliharmonijske splajn funkcije od evaluacijskog seta empirijskih podataka | 162 |
| Tablica 95. | Izračunate vrijednosti ΔE_{00} odstupanja izrađenih modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od empirijskih podataka za sve uređaje | 163 |
| Tablica 96. | Izračunate vrijednosti ΔL , ΔC , ΔH odstupanja izrađenih modela standardnog zaslona pokretnog uređaja od empirijskih podataka za sve uređaje | 163 |
| Tablica 97. | 20 od 729 mjerenih ulaznih vrijednosti koje imaju najmanju vrijednost srednje kolorimetrijske razlike između vrijednosti | |

| | |
|--|-----|
| predviđenih modelom prosječnog zaslona i empirijskih podataka za sve uređaje | 170 |
| Tablica 98. 20 od 729 mjerenih ulaznih vrijednosti koje imaju najveću vrijednost srednje kolorimetrijske razlike između vrijednosti predviđenih modelom prosječnog zaslona i empirijskih podataka za sve uređaje | 170 |
| Tablica 99. Izračunati prosjeci srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika optimiziranih vrijednosti u paletama skupa A za 15 različitih područja optimizacije. | 175 |
| Tablica 100. Izračunati prosjeci srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika optimiziranih vrijednosti u paletama skupa B za 7 različitih područja optimizacije. | 176 |
| Tablica 101. Izračunati prosjeci srednjih vrijednosti kolorimetrijskih razlika optimiziranih vrijednosti u paletama skupa B za 7 različitih područja optimizacije. | 179 |
| Tablica 102: Načini i metode uključivanja korisnika u dizajn i razvoj. Izvor: Chisnell i Rubin, 2006. | 186 |
| Tablica 103: Popis aktivnosti i metoda u procesu dizajna usmjerenog korisnicima. Izvor: Bevan, 2003. | 188 |
| Tablica 104: Gantogram procesa razvoja aplikacije "Komunikator +" | 216 |

Prilozi

Prilog A: smjernice za oblikovanje grafičkih znakova u okviru modela prilagodljivoga grafičkoga znakovnog sustava za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama

- SGZ 1: U grafičkim sustavima za PK poželjna uporaba reprezentacija onih objekata koji su karakteristični za korisnikovu sredinu i kulturu.
- SGZ 2: Tehnološke karakteristike grafičkih znakova za PK trebaju podržavati mogućnost implementacije unutar vizualnih prikaza scena.
- SGZ 3: Kod višetonskih i višebojnih znakova za PG upotrebom linija potrebno je jasno naznačiti konture prikazanih figura.
- SGZ 4: Linije trebaju biti jasno definirane kada je znak prikazan u svojim najmanjim dimenzijama u obliku otiska ili prikaza na zaslonu najmanje planirane razlučivosti.
- SGZ 5: Radi konzistentnosti slikovnih prikaza potrebno je definirati određene debljine linija koje će se rabiti za linijsku konstrukciju u cijelom skupu znakova.
- SGZ 6: Preporučljivo je da linije koje opisuju elemente slikovne reprezentacije znaka imaju konstantnu debljinu cijelom svojom duljinom, izuzev ekstremiteta.
- SGZ 7: Zbog značajki vizualnih prilagodbi znakova za PK potrebno je teksture koje su bitne za prepoznavanje značenja naznačiti (teksturnim) linijama.
- SGZ 8: U osnovnom i kontrastnom stupnju prilagodbe vizualna tekstura se rabi jedino ukoliko se njenom uporabom pomaže pri prepoznavanju reprezentacije.
- SGZ 9: Oblikovanje znakova za jednoznačne setove treba služiti za postizanje što većeg stupnja transparentnosti.
- SGZ 10: Radi bržeg i točnijeg prepoznavanja preporučljivo je prikazivati objekte, subjekte i scene u znakovima u njihovim kanonskim pozicijama.
- SGZ 11: Monokromatska reprezentacija grafičkih znakova treba biti ponuđena za oba kontrastna polariteta.

- SGZ 12: Omjer kontrasta između slikovnih elemenata i pozadine znaka treba iznositi 4,5:1, izračunato prema WCAG smjernicama, preporučljivo 7:1 za kontrastni stupanj vizualne prilagodbe.
- SGZ 13: Za reprezentacije koje se mogu odnositi na više referenata potrebno je koristiti apstrahirane vizualizacije, odnosno reprezentacija treba biti generička.
- SGZ 14: Povećavanje transparentnosti znakova, osobito kod reprezentacija radnji, moguće je ostvariti upotrebom animacije.
- SGZ 15: Tehnološka izvedba grafičkih znakova treba podržavati reprodukciju primjenom spektra različitih tiskanih i digitalnih medija.
- SGZ 16: Radi zadržavanja oštine reprodukcije grafičkih elemenata znakova neovisno o njihovim dimenzijama na zaslonu, potrebno ih je generirati uporabom vektorske grafike i pohraniti ih u vektorskom formatu.
- SGZ 17: Format dokumenata upotrijebljen za pohranu grafičkih znakova treba biti podržan u svim operacijskim sustavima u kojima će se znakovi koristiti.

Prilog B: smjernice za oblikovanje grafičkog korisničkog sučelja u okviru modela prilagodljivoga grafičkoga znakovnog sustava za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama

- SKS 1: Korisniku je potrebno omogućiti jednostavnu pripremu, pohranu i pristup unaprijed formuliranim porukama.
- SKS 2: Oblikovanje GKS treba podržavati potrebe svih triju funkcionalnih skupina korisnika potpomognute komunikacije.
- SKS 3: Oblikovanje GKS treba služiti u funkciji smanjenja razine kognitivnog i motoričkog opterećenja na korisnika.
- SKS 4: GKS svojim oblikovanjem i funkcionalnošću treba omogućiti pristup korisnicima širokog spektra perceptivnih, kognitivnih i motoričkih sposobnosti.
- SKS 5: GKS svojim oblikovanjem i funkcionalnošću treba omogućiti pristup sekundarnim korisnicima: roditeljima i skrbnicima korisnika sa SPK, edukacijskim rehabilitatorima i ostalim sugovornicima korisnika sa SPK.
- SKS 6: Razmještaj znakova i naredbi unutar GKS treba biti prilagođen značajkama jezika na kojem se odvija komunikacija.
- SKS 7: Potrebno je omogućiti implementaciju korisnički kreiranih grafičkih znakova.
- SKS 8: Za djecu, korisnike PK, u ranijoj razvojnoj dobi preporučljiva je vizualna organizacija vokabulara metodom vizualnog prikaza scene ili hibridnog prikaza.
- SKS 9: Korisnicima je potrebno osigurati selektivan odabir automatskih prilagodbi sustava.
- SKS 10: Pristup segmentima GKS koji nisu namijenjeni primarnim korisnicima, poput postavki aplikacije, potrebno je ograničiti zahtijevanjem obavljanja vremenski ili motorički preciznih radnji kao predispozicije za pristup navedenim segmentima.
- SKS 11: Preporučuje se umjereno korištenje adaptivnih elemenata, osobito u domeni prostorne prilagodbe. Posebice je potrebno izbjegavati

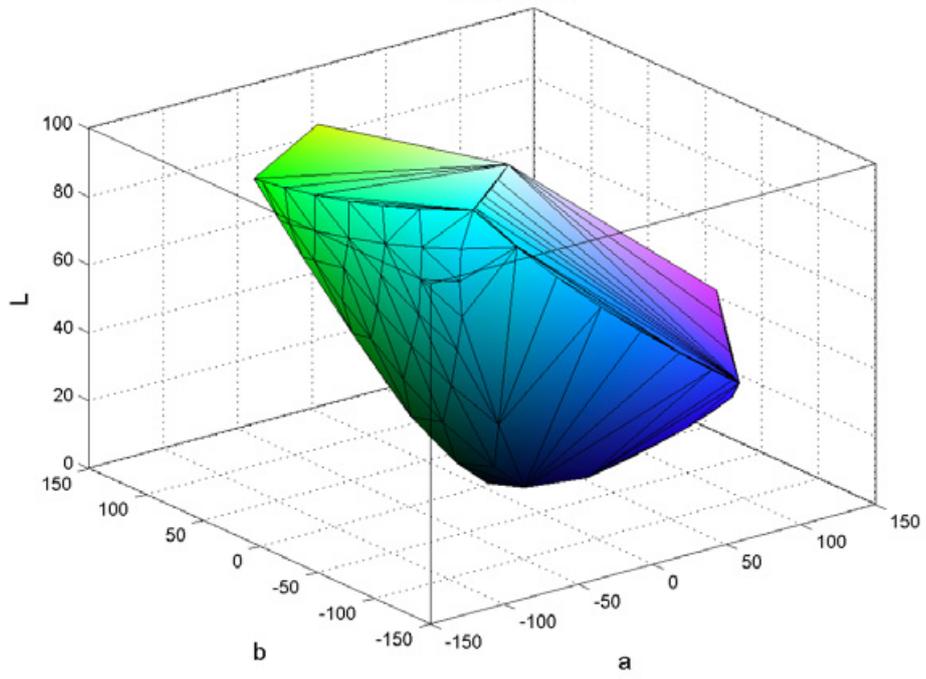
značajne i učestale izmjene u rasporedu i pozicioniranju alatnih traka i naredbi.

- SKS 12: Preporučuje se iniciranje procesa personalizacije grafičkog korisničkog sučelja pri prvom pokretanja aplikacije ili usluge.
- SKS 13: Preporučljivo je da sustav aktivno prati korisnikove performanse i na temelju zabilježenih pogrešaka predloži prikladnije postavke GKS.
- SKS 14: Omjer kontrasta između tekstualnih natpisa i pozadine treba iznositi 4,5:1, izračunato prema WCAG smjernicama, preporučljivo 7:1 za kontrastni stupanj vizualne prilagodbe.
- SKS 15: Ukoliko se za vizualnu prezentaciju naredbi GKS rabe metafore, one trebaju biti preuzete iz korisniku poznatog okruženja.
- SKS 16: Potrebno je vizualno jasno i na nedvosmislen način naglasiti kojim elementima korisničkog sučelja korisnik u zadanom trenutku može, odnosno ne može, obavljati interakciju i kakve rezultate interakcije može očekivati.
- SKS 17: Kretanje kroz različite mrežne prikaze grafičkih znakova i hijerarhijsku strukturu vokabulara potrebno je popratiti animacijom.
- SKS 18: Adaptacije unutar GKS potrebno je popratiti animacijom.
- SKS 19: Umjesto bojom, isticanje odabira znaka treba biti izvedeno animacijom povećanja grafičkoga znaka.
- SKS 20: Uporaba animacije u sučeljima za PK treba biti umjereno. Ne preporučuje se korištenje više od jednog animiranog elementa u isto vrijeme, osim za isticanje korelacija ili kad je u pitanju grupna izmjena elemenata na zaslonu.
- SKS 21: Ni jedna naredba ili funkcionalni element interakcije namijenjen korisniku sa SKP ne smiju biti ovisni isključivo o tekstualnom opisu.
- SKS 22: Nije preporučljiva uporaba kurzivnog pisma za prikaz tekstualnih elementa u korisničkom sučelju usluga za PK.
- SKS 23: Naglašavanje tekstualnih elemenata u sučeljima s vizualnim prilagodbama treba biti izvedeno pomoću kontrasta u debljini ili veličini slovnih znakova, uz mogućnost kombiniranja s naglašavanjem upotrebom boja.

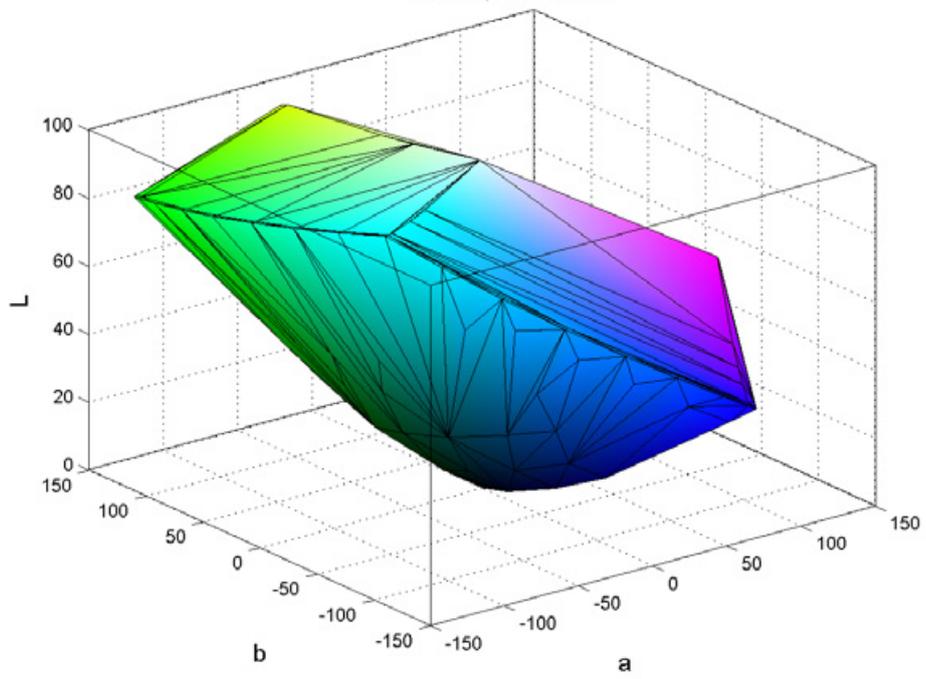
- SKS 24: Za reprodukciju grafičkog korisničkog sučelja i grafičkih znakova poželjno je koristiti uređaje čija razlučivost premašuje 286 ppi, odnosno kutnu razlučivost ljudskog oka pri normalnoj udaljenosti promatranog uređaja.
- SKS 25: Potrebno je osigurati adekvatne dimenzije reprodukcije grafičkih znakova i svih funkcionalnih elemenata korisničkog sučelja s obzirom na razlike u dimenzijama i razlučivostima zaslona na pokretnim uređajima.
- SKS 26: Minimalne dimenzije aktivnih elemenata unutar korisničkog sučelja za PK trebaju tvoriti kvadrat od 1x1 cm na zaslonu uređaja na kojem se sučelje upotrebljava. Potrebno je uključiti mogućnost promjene veličine aktivnih elemenata kako bi se omogućio neometani pristup korisnicima s motoričkim poteškoćama.

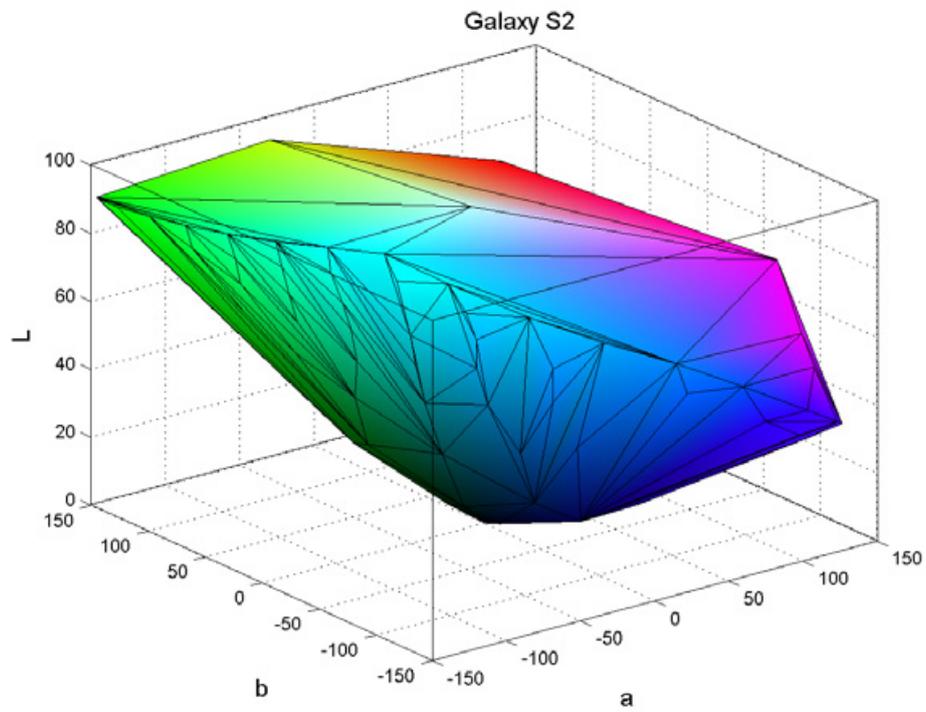
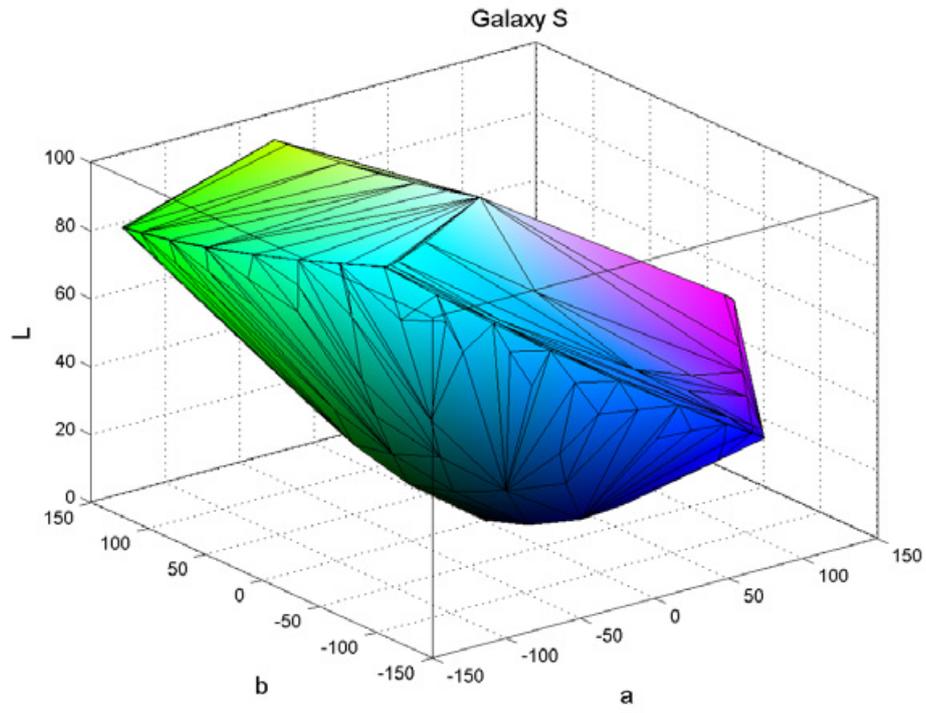
Prilog C: Trodimenzionalne vizualizacije gamuta evaluiranih uređaja i razvijenih modela standardnog zaslona pokretnog uređaja u CIELAB prostoru boja

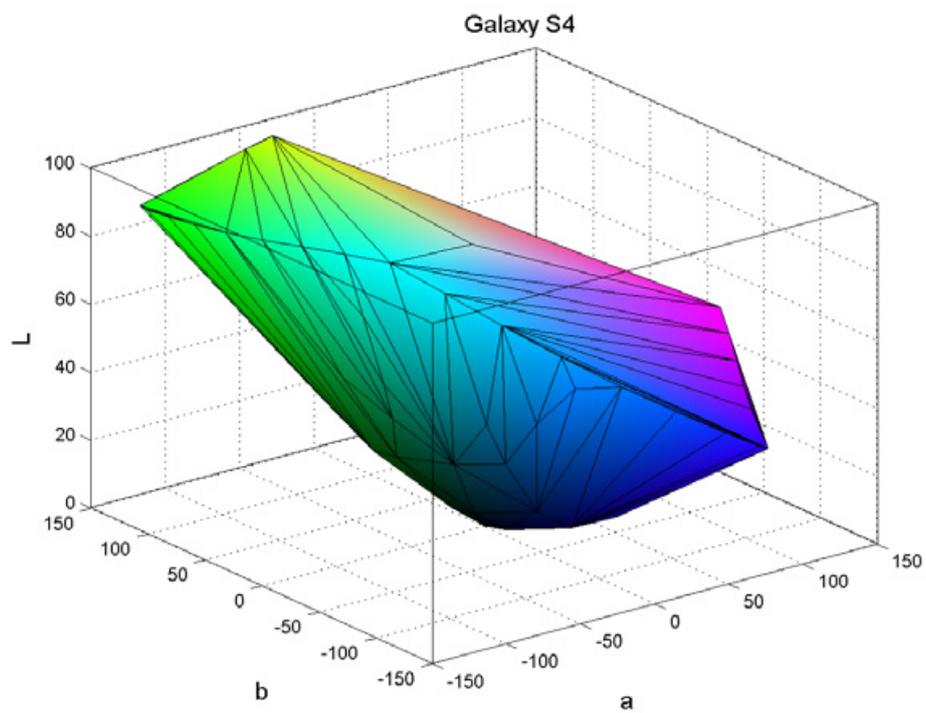
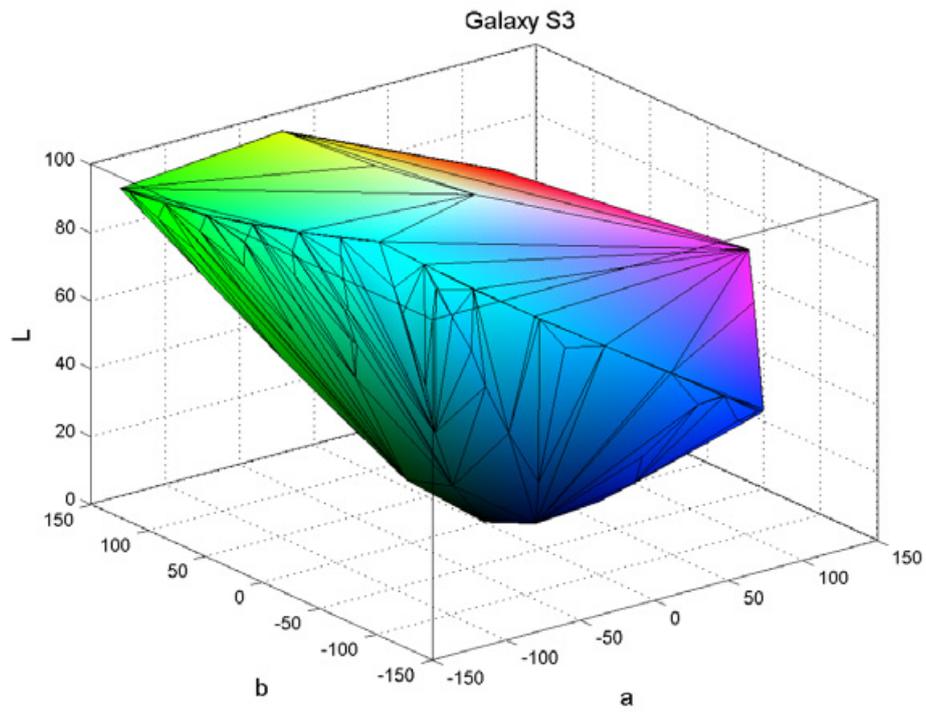
Ampe A78



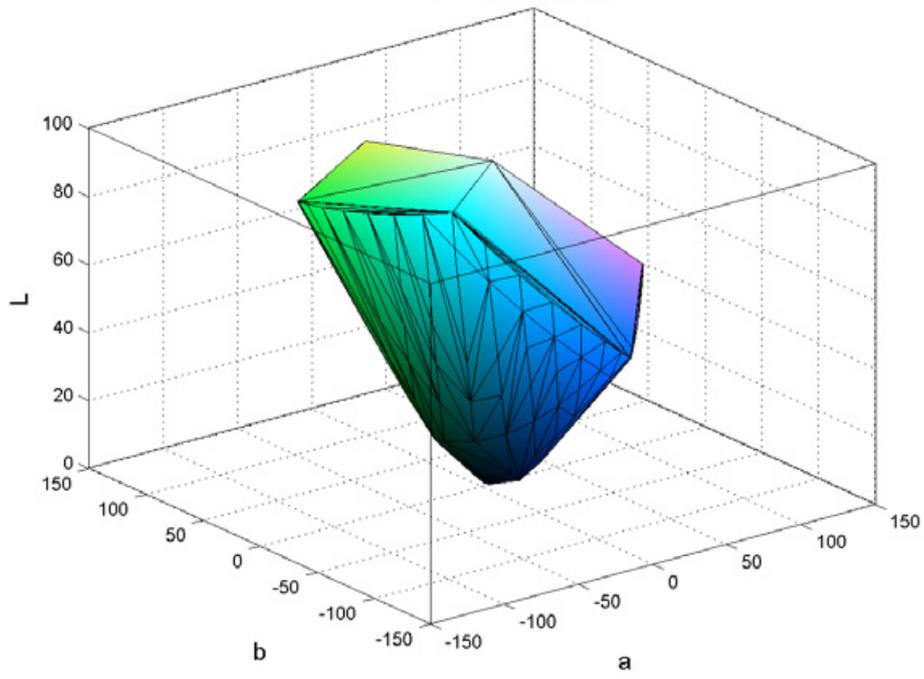
Galaxy s advance



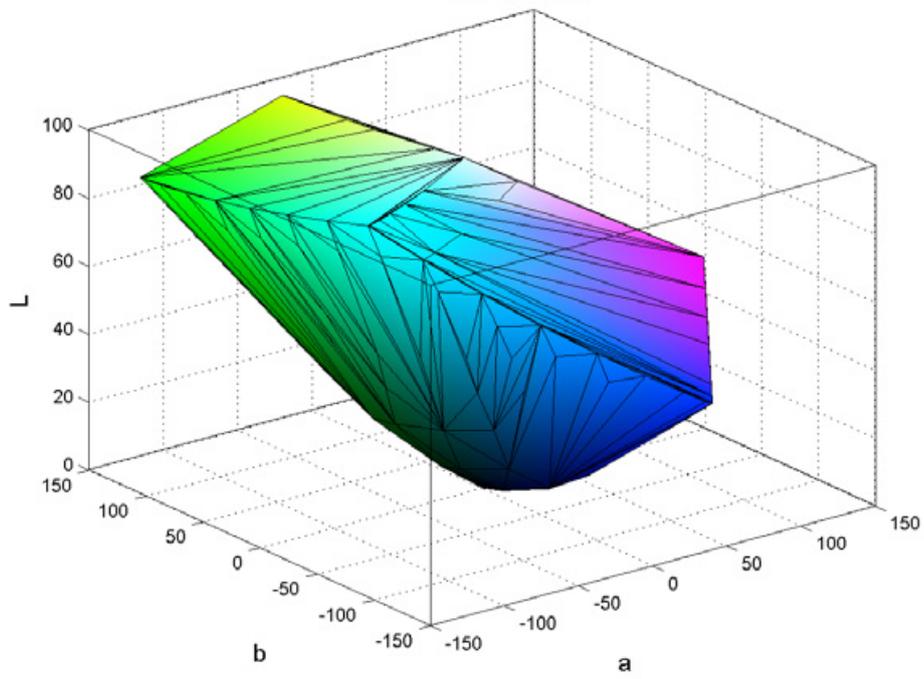


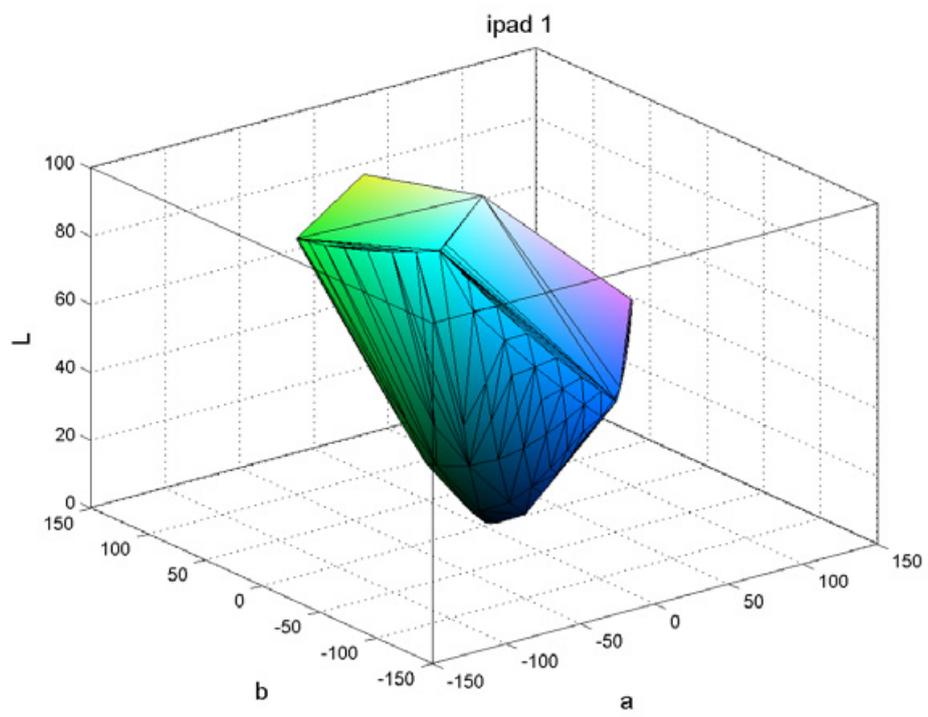
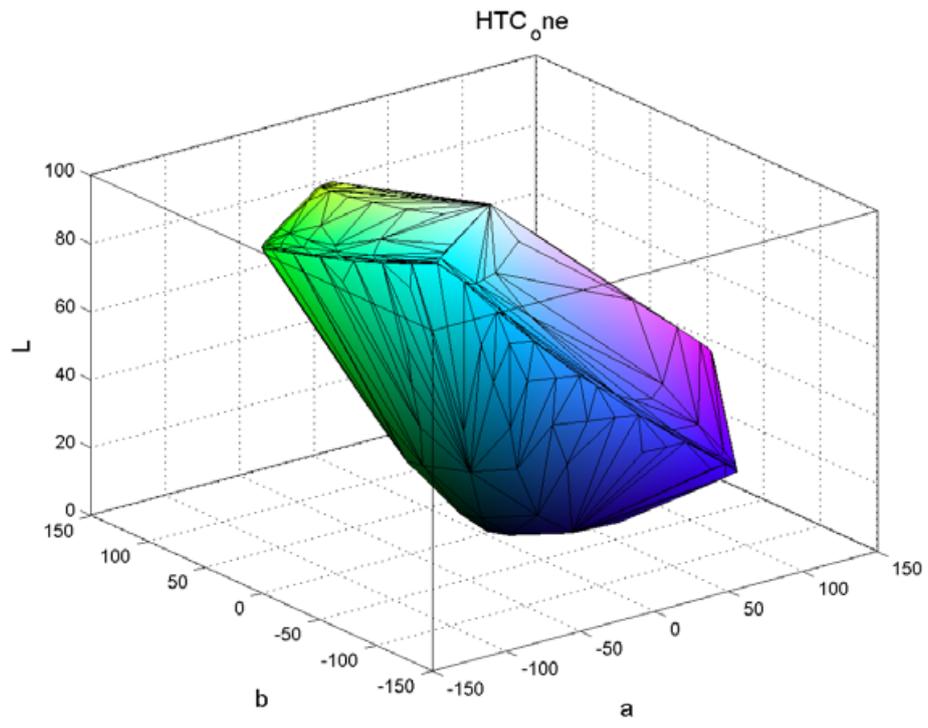


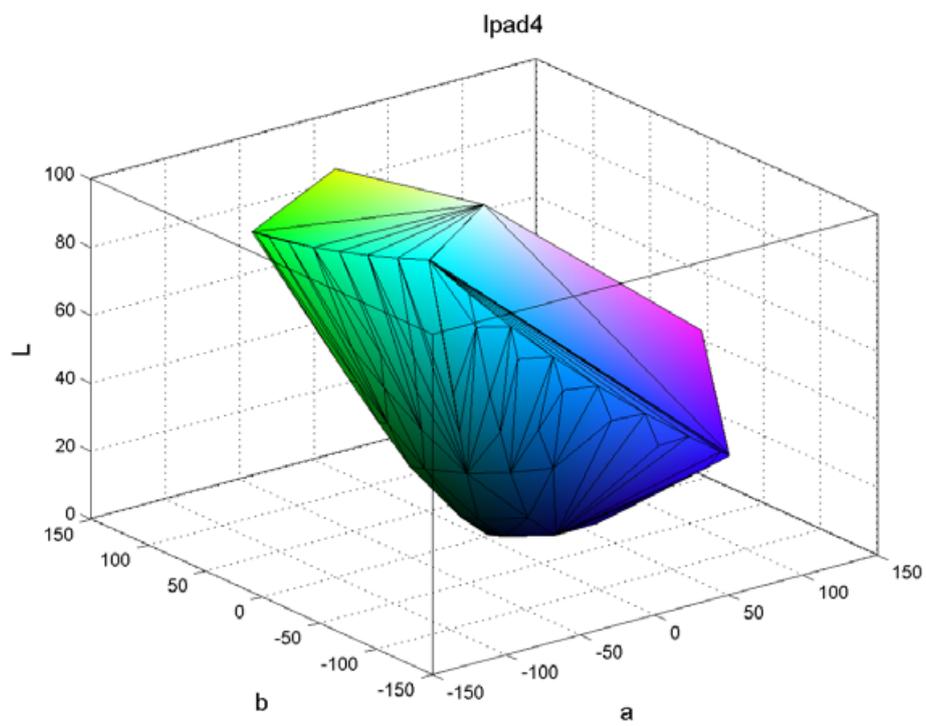
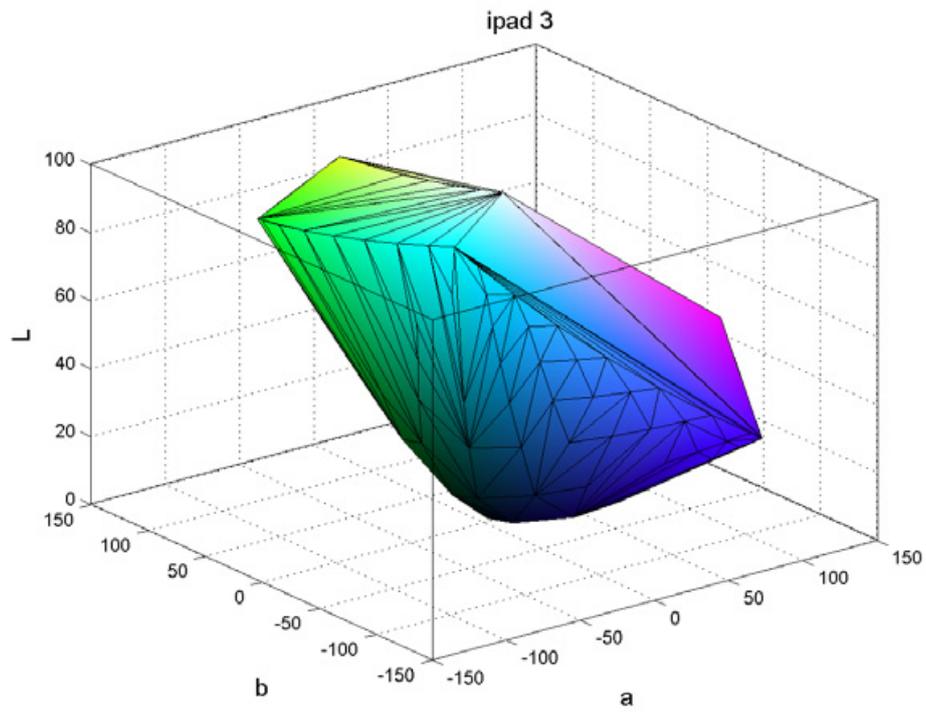
GalaxyTAB2 10.1

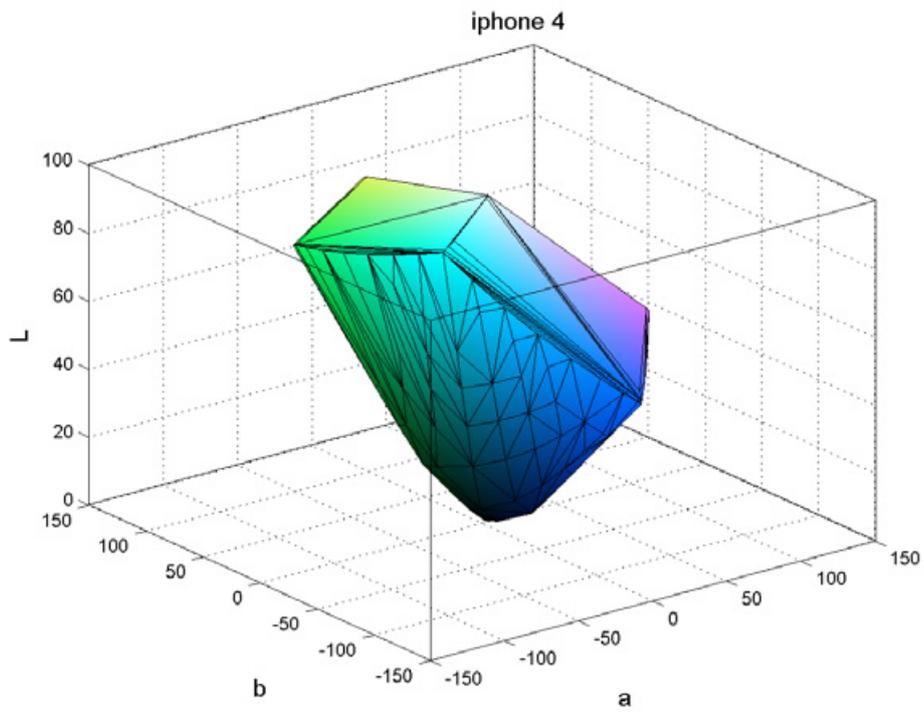
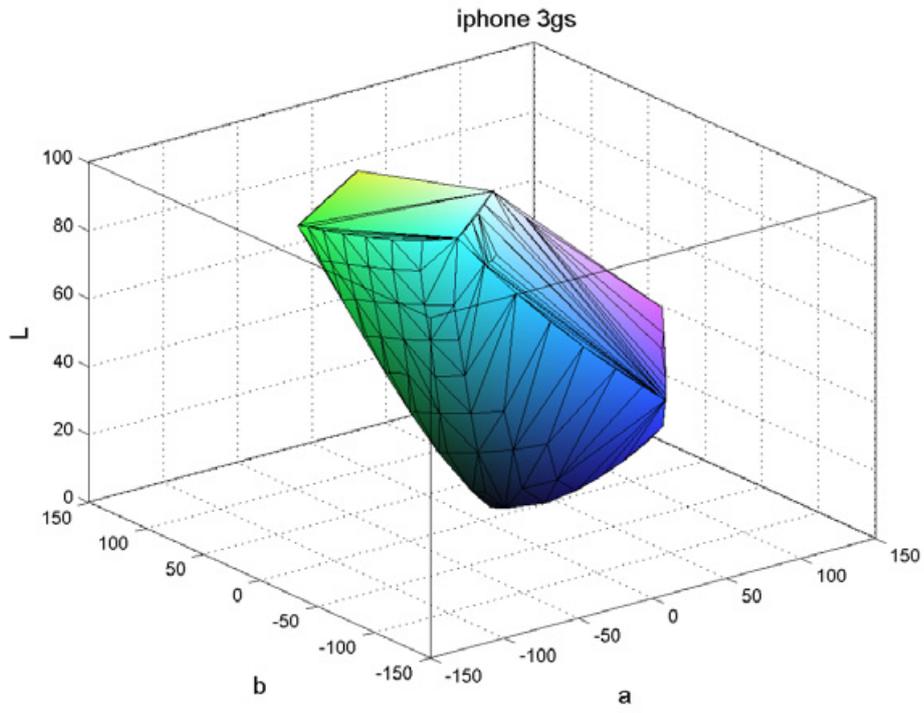


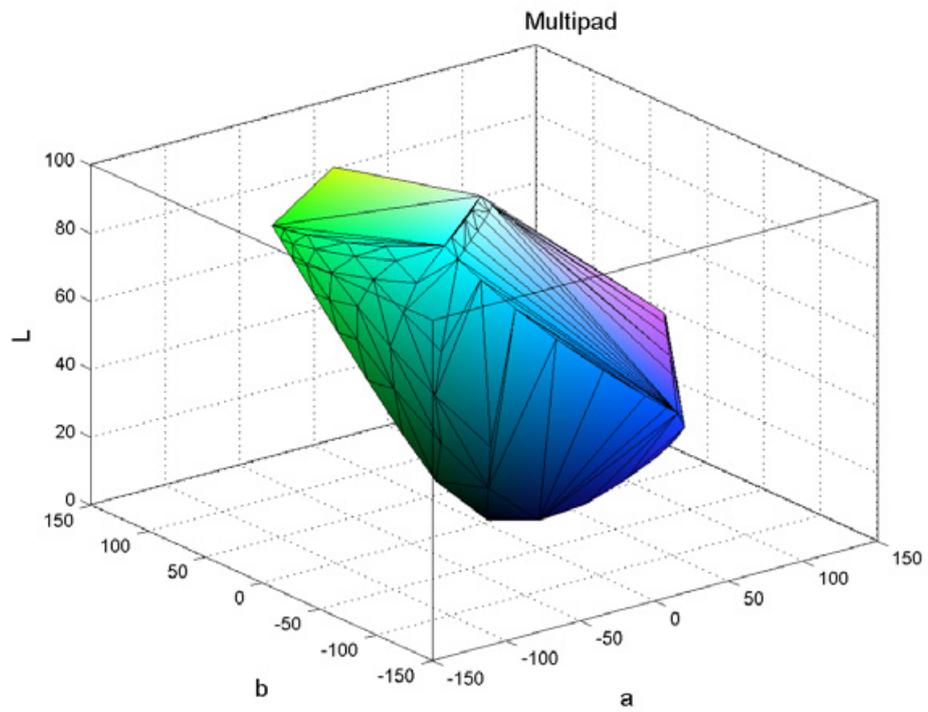
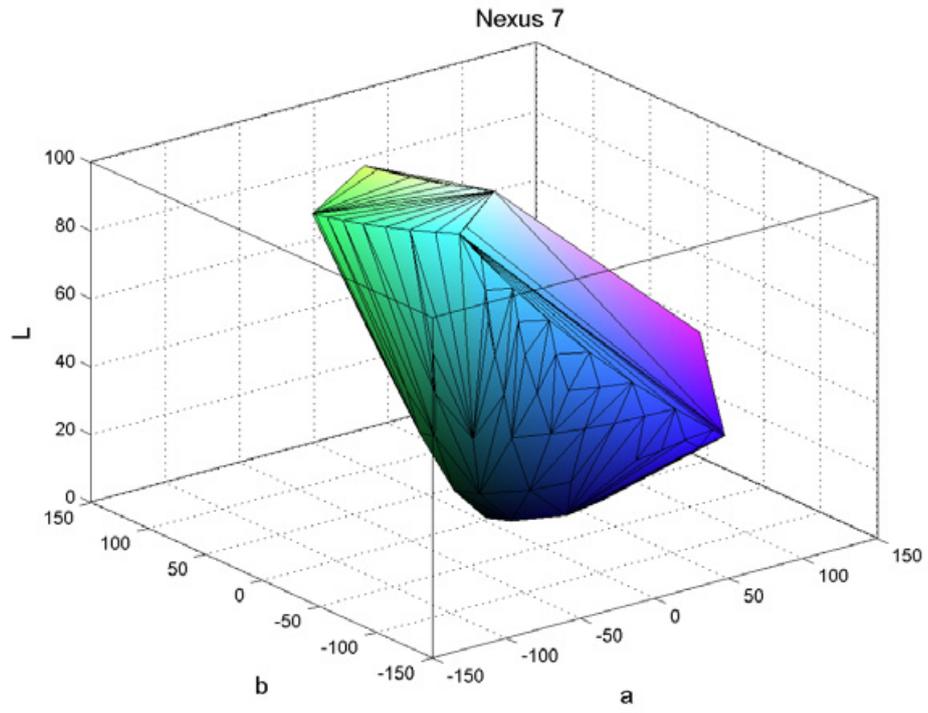
HTC One S

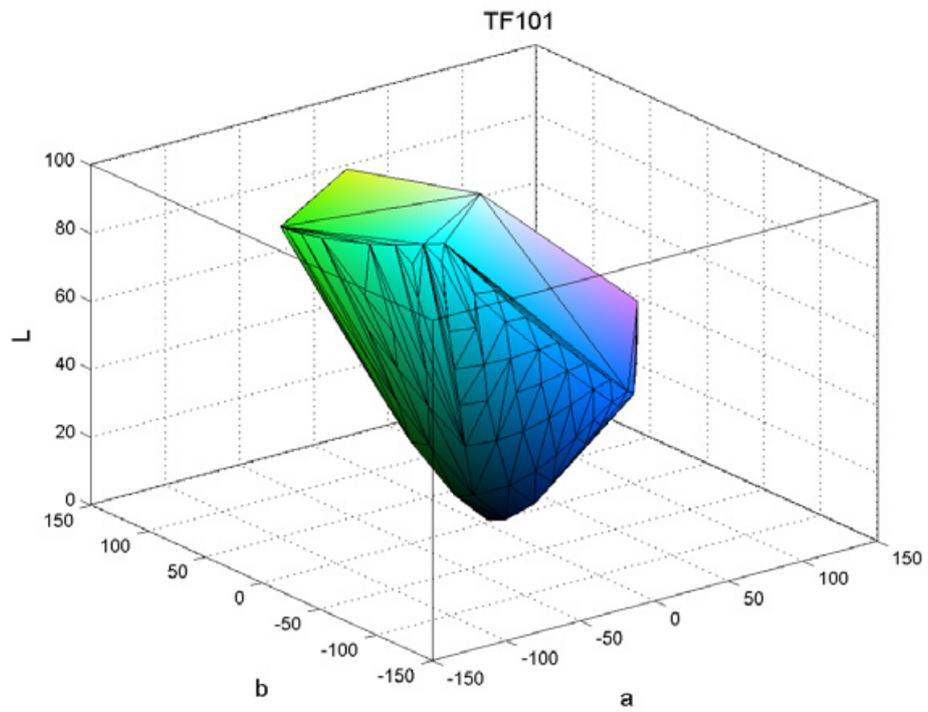
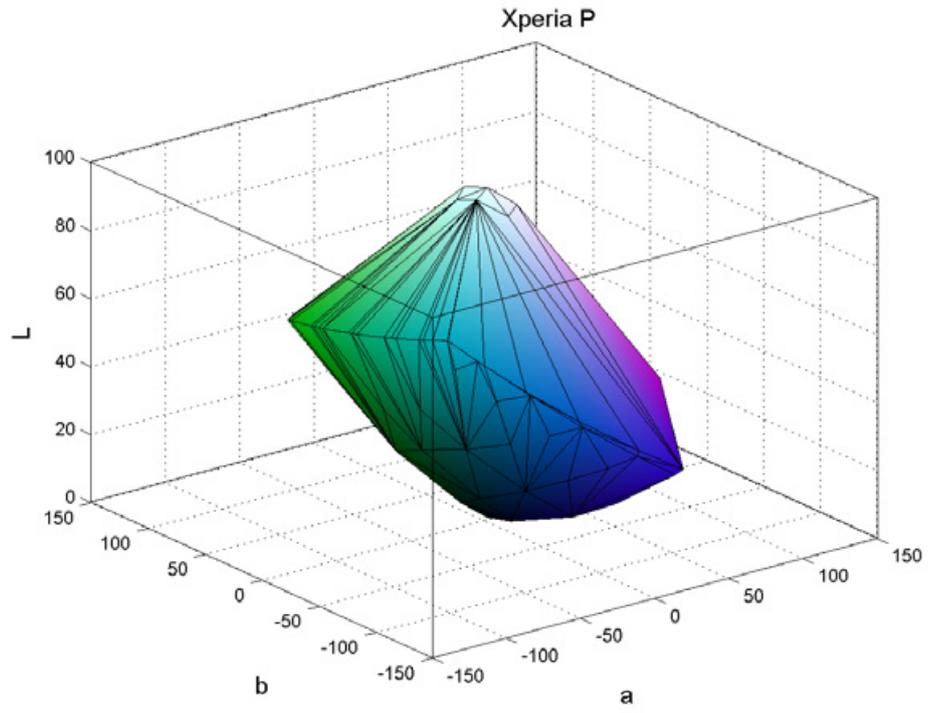


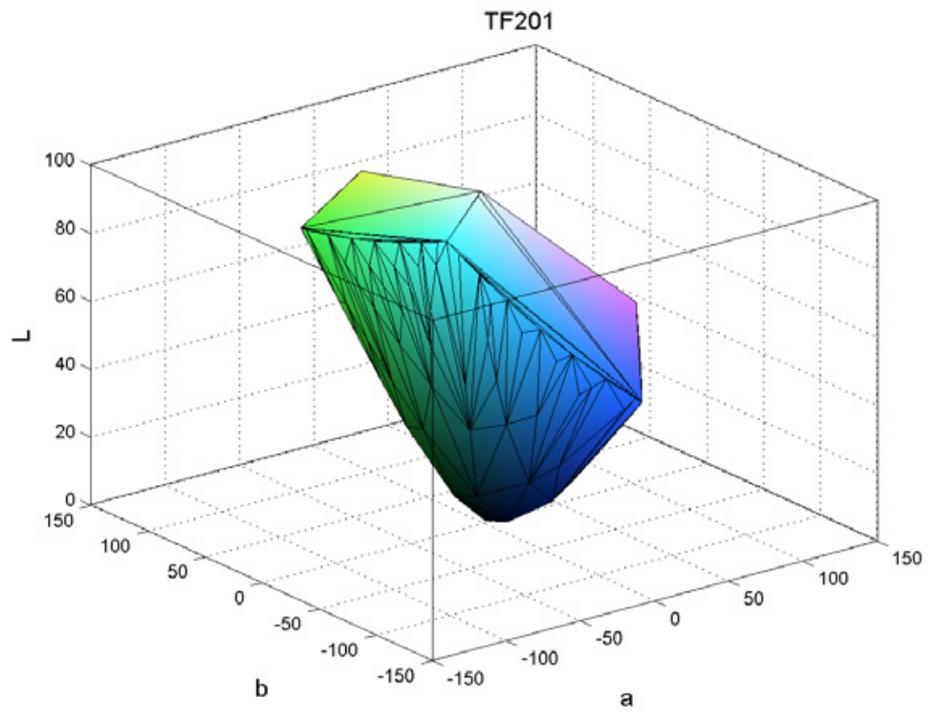
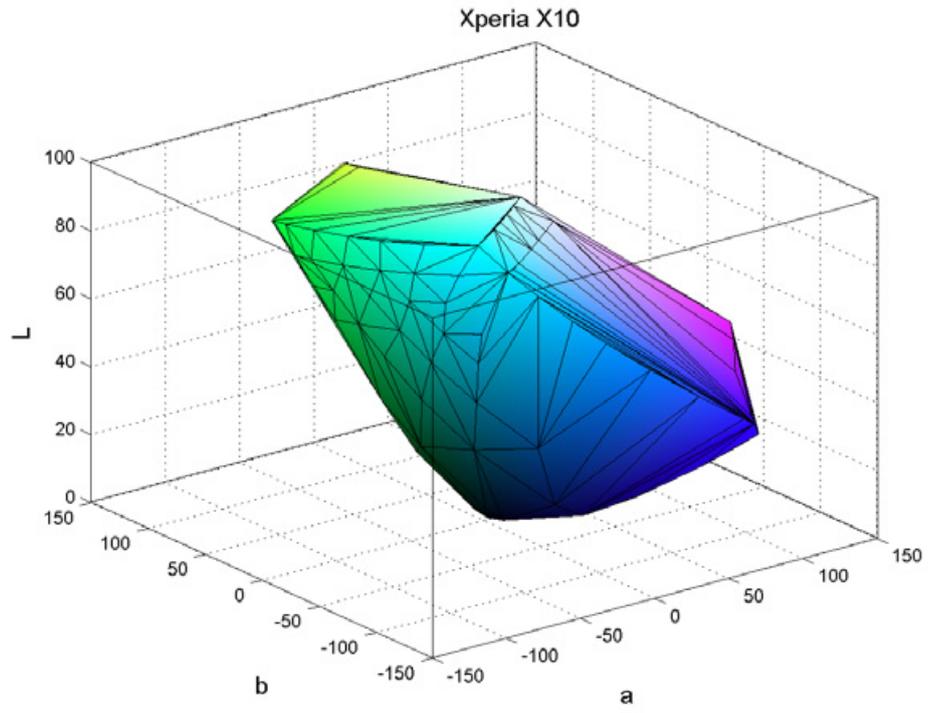


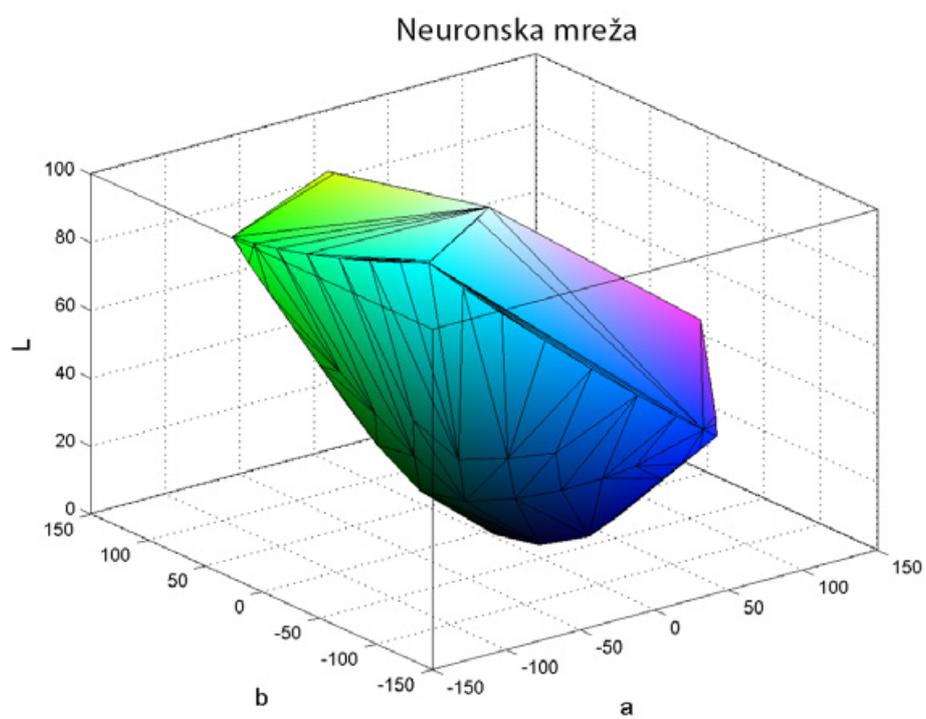
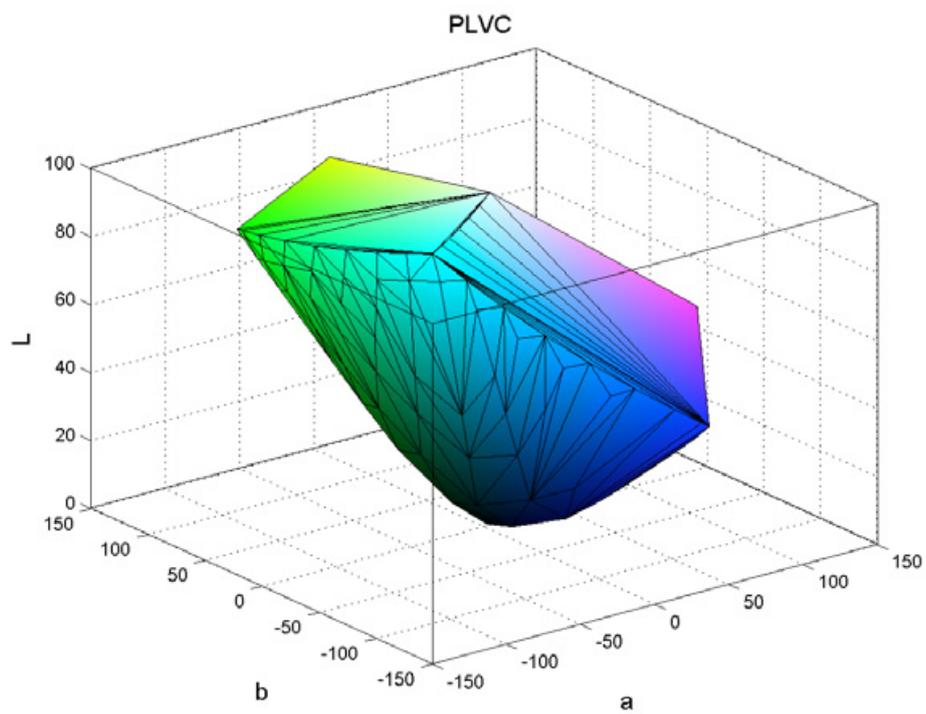




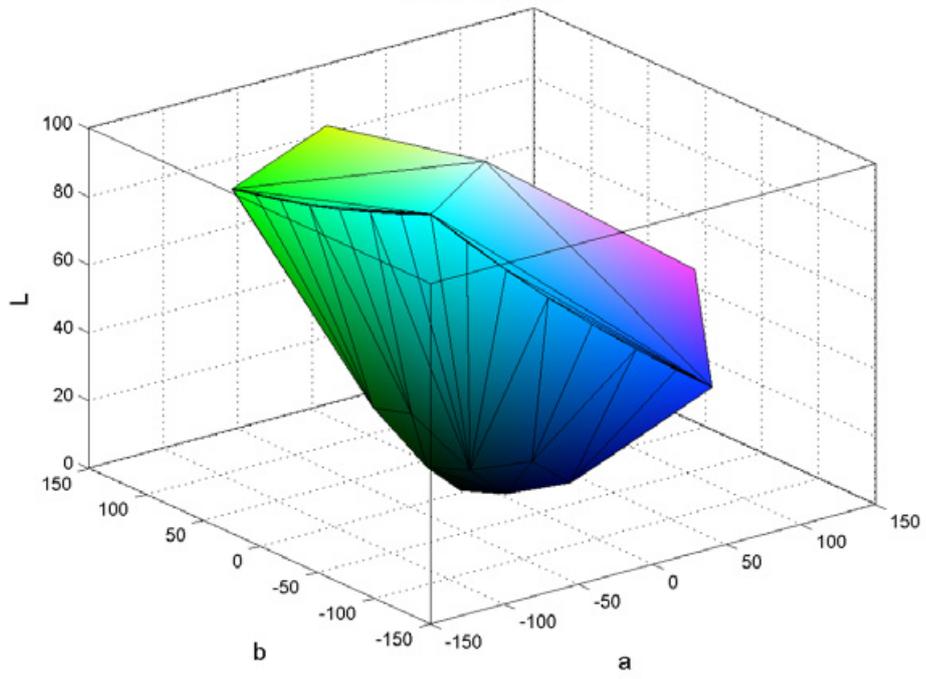




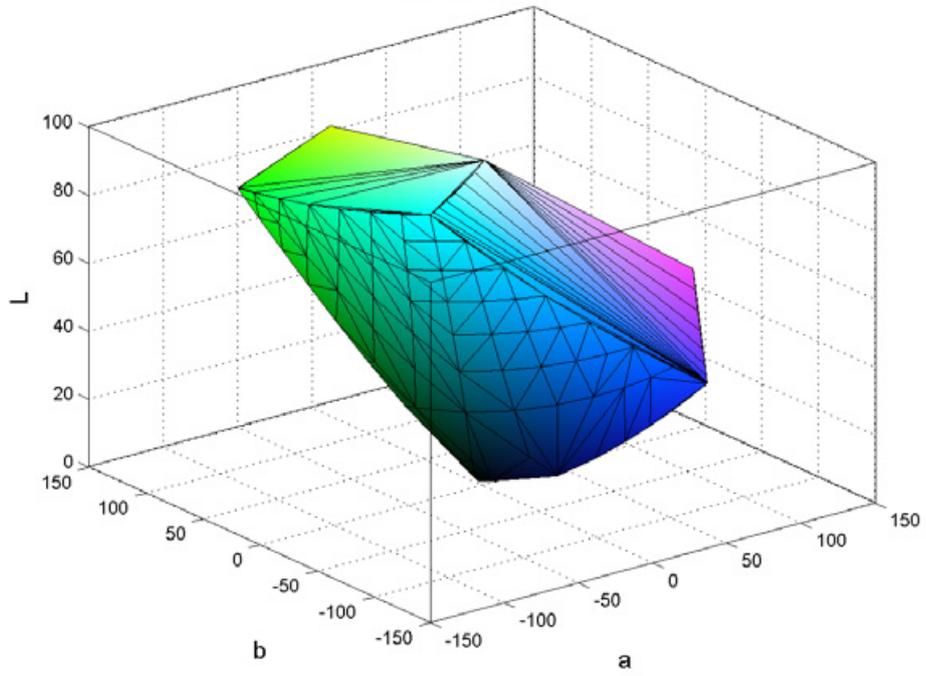


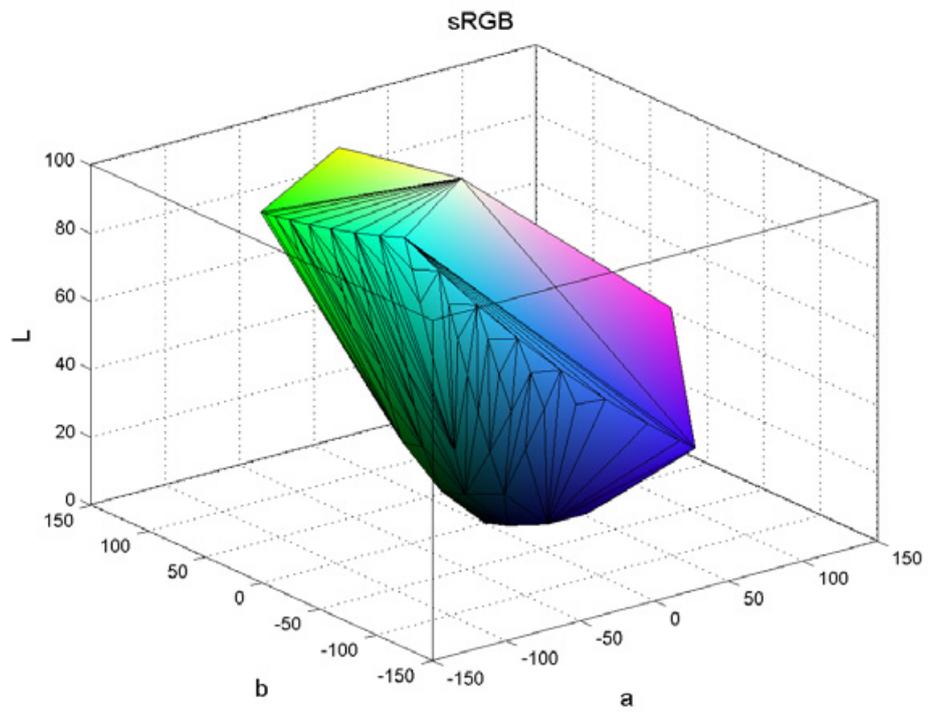
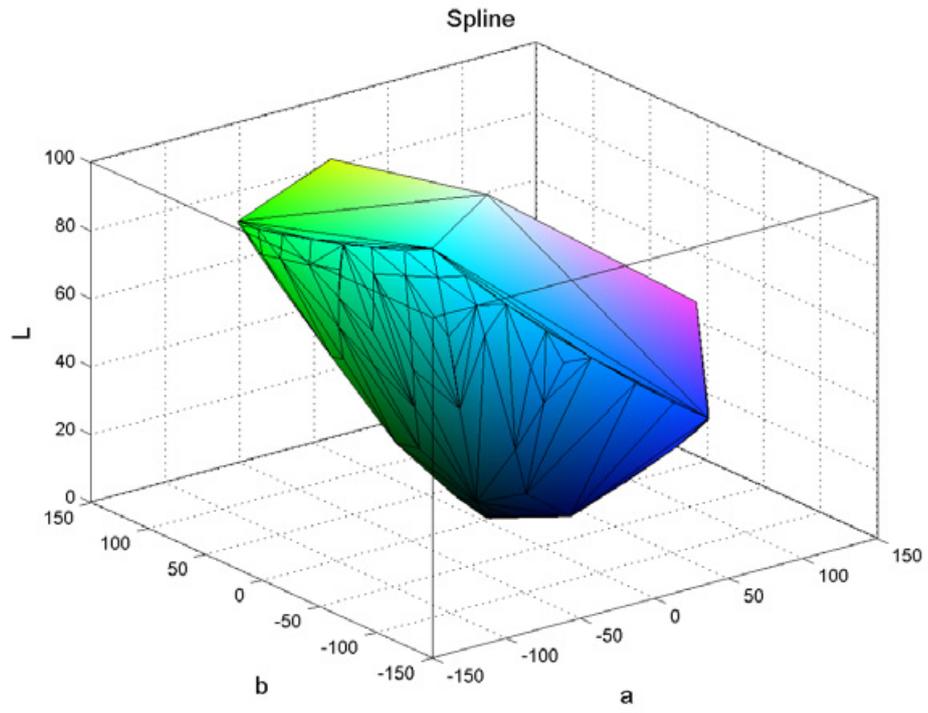


Reg 2 stupnja



Reg 3 stupanj





**Prilog D: Rezultati instrumentalnog mjerenja digitalne testne karte za 20
evauliranih uređaja**

| | | | | Asus Transformer TF101 | | | Asus Transformer Prime TF201 | | | Asus Google Nexus 7 | | | HTC One | | | HTC One S | | | Samsung Galaxy S3 | | | Samsung Galaxy TAB 2 10.1 | | |
|----|-----|-----|---|------------------------|--------|--------|------------------------------|--------|--------|---------------------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------|----------|--------|-------------------|--------|--------|---------------------------|--------|--------|
| N | R | G | B | Y | x | y | Y | x | y | Y | x | y | Y | x | y | Y | x | y | Y | x | y | Y | x | y |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0.34 | 0.2721 | 0.2569 | 0.28 | 0.2805 | 0.282 | 0.29 | 0.2536 | 0.2572 | 0.35 | 0.2588 | 0.2179 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.43 | 0.2634 | 0.2464 |
| 2 | 32 | 0 | 0 | 1.07 | 0.4702 | 0.3164 | 1.24 | 0.4985 | 0.3315 | 0.9 | 0.5037 | 0.3051 | 1.07 | 0.4866 | 0.2842 | 0.96 | 0.6542 | 0.338 | 0.96 | 0.6492 | 0.3374 | 0.72 | 0.3714 | 0.2822 |
| 3 | 64 | 0 | 0 | 3.7 | 0.5559 | 0.3404 | 6.46 | 0.562 | 0.3476 | 3.38 | 0.6045 | 0.3269 | 4.44 | 0.5984 | 0.3166 | 3.92 | 0.6725 | 0.3256 | 4.22 | 0.6684 | 0.3298 | 2.48 | 0.5266 | 0.3209 |
| 4 | 96 | 0 | 0 | 8.05 | 0.5761 | 0.3464 | 14.25 | 0.5699 | 0.3497 | 7.42 | 0.6251 | 0.3324 | 10.32 | 0.6213 | 0.3238 | 9.61 | 0.6757 | 0.3233 | 9.25 | 0.6707 | 0.3278 | 6.37 | 0.5699 | 0.3321 |
| 5 | 128 | 0 | 0 | 14.06 | 0.5832 | 0.3484 | 25.07 | 0.5721 | 0.3504 | 13.3 | 0.6326 | 0.3341 | 20.74 | 0.63 | 0.3263 | 17.74 | 0.6765 | 0.3225 | 16.63 | 0.6717 | 0.327 | 12.99 | 0.585 | 0.336 |
| 6 | 160 | 0 | 0 | 23.07 | 0.5872 | 0.3494 | 38.05 | 0.5731 | 0.3507 | 20.57 | 0.6362 | 0.3348 | 32.58 | 0.6336 | 0.3273 | 30.93 | 0.6769 | 0.3222 | 25.88 | 0.6728 | 0.3266 | 23.2 | 0.5918 | 0.3376 |
| 7 | 192 | 0 | 0 | 33.88 | 0.5886 | 0.3496 | 49.5 | 0.5735 | 0.3507 | 28.29 | 0.6385 | 0.3354 | 45.48 | 0.635 | 0.3278 | 47.74 | 0.6773 | 0.322 | 36.38 | 0.6733 | 0.3265 | 37.65 | 0.595 | 0.3385 |
| 8 | 224 | 0 | 0 | 48.39 | 0.5891 | 0.3496 | 59.47 | 0.5736 | 0.3507 | 36.68 | 0.6391 | 0.3354 | 56.29 | 0.6355 | 0.328 | 69.01 | 0.6773 | 0.322 | 47.87 | 0.6729 | 0.3264 | 57.26 | 0.5968 | 0.3388 |
| 9 | 255 | 0 | 0 | 58.39 | 0.5878 | 0.3486 | 76.82 | 0.5736 | 0.3507 | 50.9 | 0.6388 | 0.3354 | 64.11 | 0.6353 | 0.328 | 95.75 | 0.6781 | 0.3215 | 60.03 | 0.6731 | 0.3264 | 81.58 | 0.5971 | 0.3386 |
| 10 | 0 | 32 | 0 | 2.46 | 0.3153 | 0.4999 | 3.1 | 0.318 | 0.5149 | 3.11 | 0.3053 | 0.4765 | 3.28 | 0.2927 | 0.5175 | 2.49 | 0.2467 | 0.7062 | 2.2 | 0.2433 | 0.7146 | 1.32 | 0.2884 | 0.393 |
| 11 | 32 | 32 | 0 | 3.2 | 0.4017 | 0.4586 | 4.26 | 0.4008 | 0.4653 | 3.7 | 0.3804 | 0.4432 | 3.66 | 0.3832 | 0.458 | 3.27 | 0.4215 | 0.5518 | 2.46 | 0.4268 | 0.5456 | 1.64 | 0.35 | 0.3885 |
| 12 | 64 | 32 | 0 | 5.82 | 0.5013 | 0.4016 | 9.68 | 0.5097 | 0.3949 | 6.25 | 0.5062 | 0.3945 | 6.74 | 0.5279 | 0.3862 | 6.08 | 0.5731 | 0.4137 | 4.34 | 0.6077 | 0.3821 | 3.4 | 0.4874 | 0.3619 |
| 13 | 96 | 32 | 0 | 10.22 | 0.5433 | 0.3786 | 17.61 | 0.5415 | 0.3747 | 10.3 | 0.565 | 0.3693 | 12.31 | 0.5849 | 0.357 | 11.54 | 0.6311 | 0.3637 | 8.8 | 0.6578 | 0.3406 | 7.31 | 0.5492 | 0.3501 |
| 14 | 128 | 32 | 0 | 16.25 | 0.5628 | 0.3678 | 28.37 | 0.5544 | 0.3656 | 16.19 | 0.5952 | 0.3568 | 22.57 | 0.6119 | 0.3423 | 19.79 | 0.6526 | 0.3442 | 15.6 | 0.6667 | 0.3315 | 13.98 | 0.5738 | 0.3454 |
| 15 | 160 | 32 | 0 | 25.28 | 0.5738 | 0.3617 | 41.32 | 0.5606 | 0.3611 | 23.51 | 0.6101 | 0.3505 | 34.93 | 0.6223 | 0.3371 | 32.35 | 0.6637 | 0.3343 | 24.74 | 0.6713 | 0.3276 | 24.19 | 0.5849 | 0.3428 |
| 16 | 192 | 32 | 0 | 36.07 | 0.5795 | 0.3582 | 52.71 | 0.5635 | 0.3591 | 31.23 | 0.6186 | 0.3468 | 47.98 | 0.6275 | 0.3344 | 49.12 | 0.669 | 0.3295 | 35.22 | 0.6728 | 0.3266 | 38.67 | 0.5908 | 0.3418 |
| 17 | 224 | 32 | 0 | 50.5 | 0.5826 | 0.3556 | 62.71 | 0.565 | 0.358 | 39.63 | 0.6235 | 0.3447 | 59.72 | 0.6295 | 0.333 | 70.39 | 0.672 | 0.3267 | 46.94 | 0.6731 | 0.3264 | 58.34 | 0.5938 | 0.341 |
| 18 | 255 | 32 | 0 | 60.36 | 0.5823 | 0.3535 | 80.12 | 0.5665 | 0.3567 | 53.81 | 0.6271 | 0.3423 | 67.98 | 0.6309 | 0.332 | 96.37 | 0.6746 | 0.3247 | 59.63 | 0.6732 | 0.3264 | 82.66 | 0.595 | 0.3403 |
| 19 | 0 | 64 | 0 | 10.02 | 0.3278 | 0.5658 | 18.28 | 0.325 | 0.5502 | 14.33 | 0.3128 | 0.5123 | 16.09 | 0.2993 | 0.589 | 10.5 | 0.24 | 0.7134 | 9.74 | 0.2413 | 0.7088 | 6.48 | 0.3064 | 0.5177 |
| 20 | 32 | 64 | 0 | 10.77 | 0.3558 | 0.5402 | 19.88 | 0.3452 | 0.536 | 14.72 | 0.3347 | 0.5018 | 16.04 | 0.3265 | 0.5668 | 11.1 | 0.301 | 0.6582 | 9.32 | 0.2699 | 0.6859 | 6.91 | 0.3252 | 0.5067 |
| 21 | 64 | 64 | 0 | 13.44 | 0.4215 | 0.4892 | 25.73 | 0.4119 | 0.4834 | 17.32 | 0.3976 | 0.4681 | 18.25 | 0.4071 | 0.5047 | 13.76 | 0.4301 | 0.5439 | 10.7 | 0.422 | 0.5522 | 8.76 | 0.4002 | 0.4613 |
| 22 | 96 | 64 | 0 | 17.81 | 0.4753 | 0.4463 | 33.85 | 0.4599 | 0.4449 | 21.45 | 0.4575 | 0.4359 | 23.63 | 0.4854 | 0.4457 | 19.07 | 0.5314 | 0.4532 | 14.58 | 0.5418 | 0.4439 | 12.74 | 0.4749 | 0.4163 |
| 23 | 128 | 64 | 0 | 23.82 | 0.5106 | 0.4173 | 44.76 | 0.4921 | 0.419 | 27.4 | 0.5058 | 0.41 | 33.29 | 0.5469 | 0.398 | 27.15 | 0.5884 | 0.4016 | 20.58 | 0.5996 | 0.3915 | 19.44 | 0.5235 | 0.3868 |
| 24 | 160 | 64 | 0 | 32.85 | 0.5361 | 0.3967 | 57.85 | 0.5123 | 0.4022 | 34.73 | 0.5393 | 0.3924 | 45.93 | 0.5772 | 0.3754 | 39.46 | 0.6227 | 0.3709 | 29.04 | 0.6298 | 0.3649 | 29.72 | 0.5519 | 0.3692 |
| 25 | 192 | 64 | 0 | 43.62 | 0.5514 | 0.3843 | 69.48 | 0.5229 | 0.3933 | 42.54 | 0.5601 | 0.381 | 58.68 | 0.5955 | 0.3614 | 55.9 | 0.6422 | 0.3535 | 38.78 | 0.6476 | 0.349 | 44.27 | 0.5686 | 0.3593 |
| 26 | 224 | 64 | 0 | 58.03 | 0.5619 | 0.3751 | 79.75 | 0.5293 | 0.3881 | 51.06 | 0.5747 | 0.3732 | 71.17 | 0.6039 | 0.3548 | 76.84 | 0.6539 | 0.3431 | 49.52 | 0.6549 | 0.3426 | 63.99 | 0.5783 | 0.3532 |
| 27 | 255 | 64 | 0 | 67.82 | 0.5648 | 0.37 | 97.72 | 0.5364 | 0.3821 | 65.4 | 0.5886 | 0.365 | 78.97 | 0.6097 | 0.3497 | 102.42 | 0.6619 | 0.3361 | 59.99 | 0.6607 | 0.3374 | 88.38 | 0.5836 | 0.3491 |
| 28 | 0 | 96 | 0 | 22.6 | 0.33 | 0.5777 | 41.28 | 0.3261 | 0.555 | 32.67 | 0.3143 | 0.5192 | 38.71 | 0.3008 | 0.6015 | 25.67 | 0.2381 | 0.7156 | 22.57 | 0.2358 | 0.7175 | 17.69 | 0.3115 | 0.5249 |
| 29 | 32 | 96 | 0 | 23.37 | 0.3437 | 0.5664 | 42.7 | 0.3358 | 0.5474 | 32.54 | 0.3245 | 0.5138 | 38.56 | 0.3126 | 0.5917 | 26.04 | 0.2645 | 0.692 | 21.64 | 0.2385 | 0.7138 | 18.38 | 0.3185 | 0.5277 |
| 30 | 64 | 96 | 0 | 26.03 | 0.3824 | 0.5331 | 48.65 | 0.3752 | 0.5156 | 35.19 | 0.3583 | 0.4951 | 41.4 | 0.3573 | 0.5557 | 28.5 | 0.3408 | 0.6245 | 22.61 | 0.3151 | 0.6468 | 20.37 | 0.3554 | 0.5174 |
| 31 | 96 | 96 | 0 | 30.42 | 0.4251 | 0.4956 | 56.79 | 0.4132 | 0.4845 | 39.37 | 0.3996 | 0.4721 | 45.38 | 0.4122 | 0.5109 | 33.72 | 0.4322 | 0.5419 | 26.54 | 0.4214 | 0.5514 | 24.41 | 0.4099 | 0.4741 |
| 32 | 128 | 96 | 0 | 36.44 | 0.462 | 0.464 | 67.72 | 0.446 | 0.4575 | 45.35 | 0.4417 | 0.4486 | 55.22 | 0.4728 | 0.4624 | 41.59 | 0.506 | 0.4758 | 30.27 | 0.5008 | 0.4794 | 31.19 | 0.4621 | 0.4375 |
| 33 | 160 | 96 | 0 | 45.44 | 0.4941 | 0.4361 | 80.81 | 0.4708 | 0.437 | 52.75 | 0.4768 | 0.429 | 68.23 | 0.5154 | 0.4283 | 53.62 | 0.5608 | 0.4267 | 38.03 | 0.5574 | 0.4293 | 41.55 | 0.5026 | 0.4087 |
| 34 | 192 | 96 | 0 | 56.24 | 0.5163 | 0.4166 | 92.43 | 0.4855 | 0.4247 | 60.61 | 0.5026 | 0.4147 | 80.89 | 0.5437 | 0.4051 | 69.51 | 0.5973 | 0.3939 | 46.03 | 0.5991 | 0.3994 | 56.21 | 0.531 | 0.3887 |
| 35 | 224 | 96 | 0 | 70.57 | 0.5337 | 0.401 | 102.83 | 0.495 | 0.4168 | 69.19 | 0.5223 | 0.4036 | 94.39 | 0.5601 | 0.392 | 89.99 | 0.6212 | 0.3723 | 56.24 | 0.6133 | 0.3798 | 76.03 | 0.5503 | 0.375 |
| 36 | 255 | 96 | 0 | 80.3 | 0.5403 | 0.3929 | 122.4 | 0.505 | 0.4083 | 83.58 | 0.5443 | 0.391 | 102.54 | 0.5726 | 0.3814 | 114.81 | 0.638 | 0.3576 | 65.92 | 0.6298 | 0.365 | 100.66 | 0.5621 | 0.366 |
| 37 | 0 | 128 | 0 | 40.07 | 0.3306 | 0.5823 | 73.25 | 0.3264 | 0.5556 | 59.65 | 0.3147 | 0.5218 | 78.75 | 0.3011 | 0.6061 | 47.99 | 0.2368 | 0.7179 | 40.74 | 0.2349 | 0.7185 | 36.98 | 0.3128 | 0.5517 |
| 38 | 32 | 128 | 0 | 40.83 | 0.3386 | 0.5754 | 73.63 | 0.332 | 0.5512 | 58.65 | 0.3204 | 0.5184 | 78.55 | 0.3072 | 0.6007 | 48.51 | 0.2506 | 0.7055 | 39.39 | 0.2349 | 0.7188 | 37.93 | 0.3162 | 0.5489 |
| 39 | 64 | 128 | 0 | 43.51 | 0.3632 | 0.5539 | 79.48 | 0.3574 | 0.5307 | 61.37 | 0.3405 | 0.507 | 81.56 | 0.3316 | 0.581 | 50.93 | 0.2963 | 0.664 | 38.12 | 0.2743 | 0.6833 | 40.11 | 0.336 | 0.5348 |
| 40 | 96 | 128 | 0 | 47.89 | 0.3947 | 0.5261 | 87.54 | 0.3857 | 0.5076 | 65.57 | 0.3681 | 0.4917 | 88.06 | 0.3684 | 0.551 | 55.83 | 0.3645 | 0.6031 | 40.15 | 0.3543 | 0.6116 | 44.23 | 0.371 | 0.5091 |
| 41 | 128 | 128 | 0 | 53.89 | 0.4261 | 0.4984 | 98.42 | 0.4136 | 0.4844 | 71.6 | 0.4001 | 0.4738 | 92.56 | 0.4158 | 0.5119 | 63.4 | 0.4336 | 0.5408 | 43.56 | 0.4267 | 0.5471 | 51.11 | 0.4128 | 0.478 |
| 42 | 160 | 128 | 0 | 62.91 | 0.4581 | 0.4701 | 111.45 | 0.4377 | 0.4645 | 79.02 | 0.4301 | 0.4568 | 105.83 | 0.4574 | 0.4778 | 74.79 | 0.4958 | 0.485 | 48.96 | 0.4875 | 0.4924 | 61.6 | 0.4536 | 0.4427 |
| 43 | 192 | 128 | 0 | 73.66 | 0.483 | 0.4479 | 122.93 | 0.4534 | 0.4514 | 86.91 | 0.4549 | 0.4429 | 119.79 | 0.4883 | 0.4522 | 90.39 | 0.5438 | 0.442 | 56.23 | 0.5367 | 0.4483 | 76.34 | 0.488 | 0.4279 |
| 44 | 224 | 128 | 0 | 87.97 | 0.5045 | 0.4281 | 133.25 | 0.4643 | 0.4424 | 95.58 | 0.4754 | 0.4311 | 134.37 | 0.5095 | 0.4348 | 110.25 | 0.5791 | 0.4103 | 65.27 | 0.5667 | 0.4216 | 96.31 | 0.5146 | 0.4043 |
| 45 | 255 | 128 | 0 | 97.67 | 0.5137 | 0.4178 | 151.88 | 0.4779 | 0.4308 | 109.93 | 0.4907 | 0.4166 | 144.55 | 0.5252 | 0.4214 | 124.24 | 0.605 | 0.3872 | 73.74 | 0.589 | 0.4016 | 112.26 | 0.5328 | 0.3887 |
| 46 | 0 | 160 | 0 | 66.28 | 0.3307 | 0.5851 | 112.17 | 0.3266 | 0.5558 | 93.29 | 0.3149 | 0.5227 | 129.31 | 0.3012 | 0.6081 | 81.96 | 0.2358 | 0.7185 | 61.16 | 0.2337 | 0.7202 | 66.63 | 0.3133 | 0.5553 |
| 47 | 32 | 160 | 0 | 67.06 | 0.3357 | 0.5804 | 110.81 | 0.3305 | 0.5529 | 91.11 | 0.3186 | 0.5207 | 130.79 | 0.3051 | 0.6046 | 82.03 | 0.2434 | 0.7116 | 61.23 | 0.234 | 0.7196 | 67.82 | 0.3153 | 0.5539 |
| 48 | 64 | 160 | 0 | 69.71 | 0.3515 | 0.5663 | 116.57 | 0.3482 | 0.5385 | 93.86 | 0.3321 | 0.5129 | 135.65 | 0.3205 | 0.592 | 83.94 | 0.2712</ | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 103 | 96 | 64 | 32 | 18,26 | 0,4398 | 0,4132 | 35,3 | 0,4358 | 0,4183 | 21,91 | 0,4304 | 0,4032 | 23,25 | 0,4658 | 0,4101 | 19,31 | 0,5016 | 0,4187 | 14,42 | 0,5385 | 0,4441 | 13,11 | 0,4538 | 0,3944 |
| 104 | 128 | 64 | 32 | 24,22 | 0,4818 | 0,396 | 46,03 | 0,4714 | 0,4011 | 27,89 | 0,4818 | 0,3871 | 31,91 | 0,5388 | 0,3749 | 27,58 | 0,5675 | 0,3825 | 20,64 | 0,5986 | 0,3912 | 19,9 | 0,5081 | 0,3741 |
| 105 | 160 | 64 | 32 | 33,09 | 0,5141 | 0,3823 | 58,85 | 0,495 | 0,3895 | 35,23 | 0,5188 | 0,3757 | 43,59 | 0,5764 | 0,3583 | 39,86 | 0,6087 | 0,3601 | 29,43 | 0,6297 | 0,3645 | 30,3 | 0,5411 | 0,3618 |
| 106 | 192 | 64 | 32 | 43,77 | 0,5342 | 0,3738 | 70,23 | 0,5079 | 0,3833 | 43,03 | 0,5288 | 0,3681 | 56,05 | 0,5964 | 0,3481 | 56,54 | 0,6326 | 0,3468 | 39,32 | 0,6474 | 0,3488 | 44,88 | 0,5609 | 0,3544 |
| 107 | 224 | 64 | 32 | 58,01 | 0,5485 | 0,3673 | 80,34 | 0,5155 | 0,3795 | 51,52 | 0,5596 | 0,3627 | 67,25 | 0,6082 | 0,343 | 77,68 | 0,6474 | 0,3387 | 49,02 | 0,6545 | 0,3429 | 64,53 | 0,5728 | 0,3469 |
| 108 | 256 | 64 | 32 | 67,64 | 0,5529 | 0,3634 | 98,72 | 0,5248 | 0,3752 | 66,81 | 0,5763 | 0,3571 | 74,27 | 0,6161 | 0,3388 | 103,03 | 0,6573 | 0,3333 | 60,75 | 0,661 | 0,3371 | 88,66 | 0,5793 | 0,3499 |
| 109 | 0 | 96 | 32 | 23,2 | 0,3114 | 0,5308 | 42,33 | 0,3123 | 0,5184 | 32,67 | 0,3024 | 0,4869 | 38,77 | 0,2914 | 0,5674 | 25,25 | 0,2283 | 0,6561 | 22,16 | 0,2347 | 0,7038 | 17,93 | 0,3002 | 0,5142 |
| 110 | 32 | 96 | 32 | 23,97 | 0,3242 | 0,5219 | 44,05 | 0,3219 | 0,513 | 33,05 | 0,3124 | 0,4828 | 38,67 | 0,3005 | 0,562 | 25,98 | 0,2537 | 0,6339 | 21,33 | 0,2383 | 0,7132 | 18,67 | 0,3075 | 0,5111 |
| 111 | 64 | 96 | 32 | 26,61 | 0,3612 | 0,4976 | 50,21 | 0,3616 | 0,4879 | 35,74 | 0,3451 | 0,4681 | 41,48 | 0,3419 | 0,5337 | 28,6 | 0,3279 | 0,5788 | 22,52 | 0,3243 | 0,6367 | 20,71 | 0,3446 | 0,4899 |
| 112 | 96 | 96 | 32 | 30,88 | 0,4044 | 0,4703 | 58,39 | 0,3995 | 0,4635 | 39,93 | 0,386 | 0,4501 | 45,2 | 0,4025 | 0,4899 | 33,73 | 0,4189 | 0,5125 | 26,02 | 0,4276 | 0,5442 | 24,82 | 0,3995 | 0,4577 |
| 113 | 128 | 96 | 32 | 36,82 | 0,4429 | 0,4457 | 69,13 | 0,4327 | 0,4422 | 45,92 | 0,4283 | 0,4314 | 54,72 | 0,4671 | 0,4467 | 41,78 | 0,4949 | 0,4565 | 30,51 | 0,5022 | 0,4785 | 31,71 | 0,4529 | 0,4263 |
| 114 | 160 | 96 | 32 | 45,71 | 0,4778 | 0,4231 | 82,02 | 0,4583 | 0,4257 | 53,32 | 0,4641 | 0,4155 | 66,05 | 0,5152 | 0,4152 | 53,69 | 0,5518 | 0,4149 | 37,1 | 0,5628 | 0,4247 | 42,19 | 0,4952 | 0,4015 |
| 115 | 192 | 96 | 32 | 56,38 | 0,5028 | 0,4071 | 93,34 | 0,4739 | 0,4154 | 61,2 | 0,4907 | 0,4036 | 78,07 | 0,5458 | 0,3938 | 69,89 | 0,5908 | 0,3864 | 46,25 | 0,593 | 0,3976 | 56,6 | 0,5247 | 0,3843 |
| 116 | 224 | 96 | 32 | 70,59 | 0,5225 | 0,3937 | 103,61 | 0,4841 | 0,4088 | 69,8 | 0,5115 | 0,3945 | 89,12 | 0,567 | 0,3795 | 90,7 | 0,6167 | 0,3674 | 55,73 | 0,6174 | 0,3761 | 76,63 | 0,5456 | 0,3718 |
| 117 | 256 | 96 | 32 | 80,13 | 0,53 | 0,3866 | 124,07 | 0,4953 | 0,4019 | 85,15 | 0,5349 | 0,3838 | 96,47 | 0,5804 | 0,3703 | 115,3 | 0,6344 | 0,3544 | 65,58 | 0,6312 | 0,3638 | 101,02 | 0,5581 | 0,3638 |
| 118 | 0 | 128 | 32 | 40,56 | 0,3192 | 0,5542 | 73,85 | 0,3178 | 0,5336 | 59,34 | 0,308 | 0,503 | 79,9 | 0,2967 | 0,5904 | 47,66 | 0,2314 | 0,6851 | 40,05 | 0,2351 | 0,7173 | 37,39 | 0,307 | 0,5367 |
| 119 | 32 | 128 | 32 | 41,4 | 0,3269 | 0,5479 | 74,69 | 0,3235 | 0,5295 | 59,21 | 0,3136 | 0,5003 | 79,59 | 0,3015 | 0,5895 | 48,54 | 0,2452 | 0,6727 | 38,6 | 0,2353 | 0,7169 | 38,39 | 0,3108 | 0,5348 |
| 120 | 64 | 128 | 32 | 44,03 | 0,3505 | 0,5301 | 80,74 | 0,3493 | 0,5112 | 61,98 | 0,3335 | 0,4903 | 81,9 | 0,3224 | 0,5733 | 50,99 | 0,2906 | 0,6358 | 38,11 | 0,2732 | 0,6831 | 40,56 | 0,3305 | 0,5217 |
| 121 | 96 | 128 | 32 | 48,31 | 0,3815 | 0,507 | 88,84 | 0,3774 | 0,4913 | 66,17 | 0,3606 | 0,4766 | 88,07 | 0,3611 | 0,5433 | 55,93 | 0,3581 | 0,5813 | 39,86 | 0,3507 | 0,6147 | 44,82 | 0,3657 | 0,4979 |
| 122 | 128 | 128 | 32 | 54,23 | 0,4133 | 0,4832 | 99,63 | 0,4051 | 0,4715 | 72,21 | 0,3922 | 0,4689 | 92,93 | 0,4122 | 0,5027 | 63,73 | 0,428 | 0,5249 | 43,61 | 0,4245 | 0,5485 | 51,79 | 0,4078 | 0,4695 |
| 123 | 160 | 128 | 32 | 63,11 | 0,4461 | 0,4585 | 112,36 | 0,429 | 0,4542 | 79,63 | 0,4224 | 0,446 | 104,62 | 0,4567 | 0,4701 | 74,9 | 0,4903 | 0,4745 | 48,84 | 0,4911 | 0,4889 | 62,33 | 0,449 | 0,4417 |
| 124 | 192 | 128 | 32 | 73,77 | 0,4724 | 0,4389 | 123,62 | 0,4449 | 0,4427 | 87,56 | 0,4474 | 0,4328 | 115,82 | 0,4917 | 0,4425 | 90,84 | 0,5394 | 0,4348 | 56,95 | 0,5344 | 0,4504 | 77,12 | 0,4837 | 0,4123 |
| 125 | 224 | 128 | 32 | 87,95 | 0,4952 | 0,4213 | 133,74 | 0,456 | 0,4347 | 96,2 | 0,468 | 0,4232 | 127,3 | 0,5171 | 0,4232 | 110,93 | 0,5758 | 0,4053 | 64,27 | 0,5686 | 0,4197 | 97,05 | 0,5108 | 0,4 |
| 126 | 256 | 128 | 32 | 97,49 | 0,505 | 0,4118 | 153,37 | 0,4702 | 0,4246 | 111,85 | 0,4938 | 0,4103 | 135,13 | 0,5354 | 0,4093 | 134,7 | 0,6021 | 0,3841 | 73,73 | 0,593 | 0,4991 | 121,64 | 0,5294 | 0,3867 |
| 127 | 0 | 160 | 32 | 66,66 | 0,3234 | 0,5669 | 111,95 | 0,3205 | 0,5407 | 92,26 | 0,3105 | 0,5104 | 131 | 0,2988 | 0,5993 | 81,08 | 0,233 | 0,7 | 61,24 | 0,2341 | 0,7193 | 67,19 | 0,3099 | 0,5463 |
| 128 | 32 | 160 | 32 | 67,51 | 0,3281 | 0,5627 | 111,38 | 0,3243 | 0,5376 | 91,66 | 0,3141 | 0,5084 | 131,18 | 0,3016 | 0,5996 | 81,52 | 0,2405 | 0,6926 | 59,81 | 0,2342 | 0,7194 | 68,39 | 0,3121 | 0,5452 |
| 129 | 64 | 160 | 32 | 70,14 | 0,3435 | 0,5503 | 117,28 | 0,3427 | 0,5238 | 94,42 | 0,3275 | 0,5013 | 134,23 | 0,314 | 0,5898 | 83,59 | 0,2688 | 0,6687 | 58,04 | 0,2549 | 0,7005 | 70,71 | 0,3237 | 0,5371 |
| 130 | 96 | 160 | 32 | 74,43 | 0,3654 | 0,5325 | 125,3 | 0,364 | 0,508 | 98,68 | 0,3467 | 0,4913 | 142,5 | 0,3398 | 0,5692 | 88,46 | 0,3163 | 0,6285 | 58,71 | 0,3068 | 0,6546 | 75,04 | 0,3463 | 0,521 |
| 131 | 128 | 160 | 32 | 80,38 | 0,39 | 0,5129 | 135,87 | 0,3865 | 0,4911 | 104,73 | 0,3705 | 0,4789 | 154,79 | 0,3771 | 0,5392 | 95,69 | 0,3733 | 0,5805 | 60,07 | 0,3664 | 0,6008 | 82,08 | 0,3769 | 0,4991 |
| 132 | 160 | 160 | 32 | 89,22 | 0,418 | 0,4901 | 148,51 | 0,4076 | 0,4752 | 112,18 | 0,3949 | 0,4662 | 164,91 | 0,4117 | 0,5112 | 106,76 | 0,4318 | 0,5309 | 64,49 | 0,4274 | 0,5459 | 92,69 | 0,4115 | 0,4744 |
| 133 | 192 | 160 | 32 | 99,86 | 0,4428 | 0,47 | 159,55 | 0,4225 | 0,4639 | 120,11 | 0,4163 | 0,455 | 177,68 | 0,4428 | 0,487 | 121,88 | 0,4848 | 0,4862 | 70,68 | 0,476 | 0,5208 | 107,57 | 0,445 | 0,4504 |
| 134 | 224 | 160 | 32 | 113,98 | 0,4663 | 0,4504 | 169,58 | 0,4334 | 0,4555 | 128,77 | 0,4353 | 0,4449 | 189,08 | 0,467 | 0,4671 | 141,17 | 0,5281 | 0,4495 | 77,81 | 0,5182 | 0,4652 | 127,58 | 0,4746 | 0,4292 |
| 135 | 256 | 160 | 32 | 123,51 | 0,4774 | 0,4397 | 193,35 | 0,4461 | 0,4464 | 146,67 | 0,4588 | 0,4328 | 199,53 | 0,485 | 0,4528 | 163,86 | 0,562 | 0,4211 | 85,21 | 0,5474 | 0,439 | 152,38 | 0,4974 | 0,4124 |
| 136 | 0 | 192 | 32 | 98,16 | 0,3255 | 0,5735 | 145,64 | 0,3219 | 0,5438 | 127,95 | 0,3115 | 0,514 | 187,56 | 0,2996 | 0,6034 | 126,52 | 0,2333 | 0,7082 | 83,48 | 0,2336 | 0,72 | 109,15 | 0,3113 | 0,5515 |
| 137 | 32 | 192 | 32 | 98,99 | 0,3287 | 0,5705 | 143,68 | 0,3249 | 0,5411 | 126,34 | 0,3142 | 0,5125 | 188,51 | 0,3015 | 0,6042 | 127,32 | 0,238 | 0,7034 | 81,56 | 0,2336 | 0,7199 | 110,41 | 0,3126 | 0,5507 |
| 138 | 64 | 192 | 32 | 101,59 | 0,3396 | 0,5612 | 149,49 | 0,3395 | 0,53 | 129,14 | 0,3242 | 0,5071 | 192,22 | 0,3097 | 0,5975 | 129,28 | 0,256 | 0,6878 | 79,84 | 0,2438 | 0,7109 | 112,8 | 0,3201 | 0,5452 |
| 139 | 96 | 192 | 32 | 105,92 | 0,3557 | 0,5478 | 157,39 | 0,357 | 0,5167 | 133,4 | 0,3388 | 0,4993 | 203,46 | 0,3283 | 0,5824 | 133,45 | 0,2888 | 0,6597 | 78,94 | 0,2773 | 0,6809 | 117,16 | 0,3351 | 0,5424 |
| 140 | 128 | 192 | 32 | 111,84 | 0,3748 | 0,5318 | 167,88 | 0,3762 | 0,5019 | 139,46 | 0,3576 | 0,4892 | 216,19 | 0,3565 | 0,5595 | 140,38 | 0,3325 | 0,6217 | 81,63 | 0,323 | 0,6395 | 124,22 | 0,3571 | 0,5181 |
| 141 | 160 | 192 | 32 | 120,69 | 0,3981 | 0,5122 | 180,3 | 0,395 | 0,4874 | 146,86 | 0,3757 | 0,4785 | 234,59 | 0,3871 | 0,5344 | 150,51 | 0,3823 | 0,5788 | 84,26 | 0,3727 | 0,5954 | 134,84 | 0,3844 | 0,4981 |
| 142 | 192 | 192 | 32 | 131,34 | 0,4202 | 0,4937 | 191,26 | 0,4087 | 0,4767 | 154,8 | 0,3999 | 0,4688 | 240,35 | 0,413 | 0,513 | 164,71 | 0,4329 | 0,5349 | 88,76 | 0,4253 | 0,5483 | 149,76 | 0,4136 | 0,4766 |
| 143 | 224 | 192 | 32 | 145,42 | 0,4424 | 0,4745 | 201,1 | 0,4191 | 0,4686 | 163,48 | 0,4129 | 0,4596 | 256,53 | 0,4357 | 0,4949 | 183,29 | 0,4786 | 0,4954 | 95,2 | 0,4641 | 0,5134 | 169,76 | 0,4421 | 0,4556 |
| 144 | 256 | 192 | 32 | 154,97 | 0,4534 | 0,4635 | 234,85 | 0,4283 | 0,4623 | 189,22 | 0,4309 | 0,4507 | 264,55 | 0,4538 | 0,4799 | 205,27 | 0,5167 | 0,4626 | 102,29 | 0,5001 | 0,4812 | 194,62 | 0,4662 | 0,4474 |
| 145 | 0 | 224 | 32 | 140,24 | 0,3265 | 0,5775 | 175,11 | 0,3226 | 0,5453 | 166,97 | 0,3119 | 0,5158 | 245,02 | 0,2999 | 0,6057 | 184,31 | 0,2329 | 0,7147 | 106,48 | 0,233 | 0,7204 | 166,49 | 0,3119 | 0,5542 |
| 146 | 32 | 224 | 32 | 141,04 | 0,3287 | 0,5753 | 171,97 | 0,3252 | 0,5431 | 164,25 | 0,3114 | 0,5145 | 247,65 | 0,3012 | 0,6064 | 184,92 | 0,2359 | 0,7115 | 106,07 | 0,2332 | 0,7202 | 167,6 | 0,3128 | 0,5537 |
| 147 | 64 | 224 | 32 | 143,72 | 0,3366 | 0,5685 | 177,76 | 0,3377 | 0,5334 | 167 | 0,3219 | 0,5103 | 255,5 | 0,307 | 0,6022 | 186,74 | 0,2477 | 0,7009 | 102,75 | 0,2392 | 0,7152 | 169,91 | 0,3178 | 0,5498 |
| 148 | 96 | 224 | 32 | 148,03 | 0,3486 | 0,5583 | 185,7 | 0,3528 | 0,5217 | 171,25 | 0,3335 | 0,504 | 266,07 | 0,3215 | 0,5903 | 190,27 | 0,2707 | 0,6808 | 100,91 | 0,2606 | 0,6959 | 174,2 | 0,3281 | 0,5421 |
| 149 | 128 | 224 | 32 | 153,96 | 0,3633 | 0,5456 | 196,02 | 0,3698 | 0,5085 | 177,29 | 0,3487 | 0,4957 | 279,51 | 0,344 | 0,5718 | 197,41 | 0,3038 | 0,6517 | 101,44 | 0,2988 | 0,6615 | 181,24 | 0,344 | 0,5303 |
| 150 | 160 | 224 | 32 | 162,79 | 0,3821 | 0,5294 | 208,32 | 0,3868 | 0,4953 | 184,68 | 0,3654 | 0,4867 | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 208 | 0 | 160 | 64 | 68,76 | 0,3024 | 0,5121 | 116,35 | 0,2967 | 0,4771 | 95,5 | 0,2951 | 0,4684 | 132,65 | 0,2869 | 0,5555 | 81,13 | 0,2222 | 0,6327 | 59,15 | 0,2237 | 0,6538 | 69,07 | 0,293 | 0,5022 |
| 209 | 32 | 160 | 64 | 69,6 | 0,3067 | 0,5086 | 114,96 | 0,3001 | 0,4742 | 92,95 | 0,2984 | 0,4667 | 132,32 | 0,2911 | 0,5644 | 81,64 | 0,2288 | 0,6256 | 58,22 | 0,2253 | 0,663 | 70,3 | 0,2952 | 0,5016 |
| 210 | 64 | 160 | 64 | 72,24 | 0,3214 | 0,5001 | 120,98 | 0,3175 | 0,4661 | 95,75 | 0,3113 | 0,4617 | 135,64 | 0,301 | 0,5623 | 83,73 | 0,2549 | 0,6077 | 56,05 | 0,2442 | 0,6495 | 72,64 | 0,3064 | 0,4957 |
| 211 | 96 | 160 | 64 | 76,54 | 0,3424 | 0,4888 | 129,03 | 0,338 | 0,4566 | 100,03 | 0,3298 | 0,4547 | 142,02 | 0,3259 | 0,5454 | 88,37 | 0,2998 | 0,5774 | 57,16 | 0,2957 | 0,6199 | 77,03 | 0,3284 | 0,4841 |
| 212 | 128 | 160 | 64 | 82,46 | 0,3665 | 0,4743 | 139,55 | 0,3603 | 0,4463 | 106,07 | 0,3529 | 0,446 | 155,72 | 0,3631 | 0,5204 | 95,79 | 0,3554 | 0,5402 | 59,76 | 0,3542 | 0,5753 | 84,15 | 0,3588 | 0,4682 |
| 213 | 160 | 160 | 64 | 91,31 | 0,3949 | 0,4584 | 152,07 | 0,3815 | 0,4364 | 113,51 | 0,3769 | 0,4367 | 167,7 | 0,4017 | 0,4921 | 106,6 | 0,4137 | 0,5011 | 65,07 | 0,4155 | 0,531 | 94,81 | 0,3936 | 0,4496 |
| 214 | 192 | 160 | 64 | 101,97 | 0,4206 | 0,4438 | 163,21 | 0,3969 | 0,4292 | 121,44 | 0,3982 | 0,4287 | 176,87 | 0,4363 | 0,4714 | 121,75 | 0,4681 | 0,4645 | 70,5 | 0,4721 | 0,4893 | 109,72 | 0,4282 | 0,4313 |
| 215 | 224 | 160 | 64 | 116,01 | 0,4456 | 0,4294 | 173,14 | 0,4083 | 0,4237 | 130,15 | 0,4174 | 0,4213 | 194,16 | 0,4532 | 0,4496 | 141,05 | 0,5137 | 0,434 | 78,75 | 0,5124 | 0,457 | 129,69 | 0,4593 | 0,4147 |
| 216 | 255 | 160 | 64 | 125,47 | 0,4574 | 0,4209 | 195,94 | 0,4226 | 0,4187 | 145,55 | 0,4417 | 0,4127 | 190,06 | 0,4865 | 0,4381 | 163,86 | 0,5496 | 0,4098 | 85,9 | 0,5459 | 0,4348 | 154,35 | 0,4837 | 0,4103 |
| 217 | 0 | 192 | 64 | 100,21 | 0,3103 | 0,5336 | 150,03 | 0,3024 | 0,4917 | 131,93 | 0,3 | 0,4822 | 190,38 | 0,2915 | 0,5735 | 126,41 | 0,2263 | 0,6643 | 82,9 | 0,2279 | 0,6845 | 111,12 | 0,3001 | 0,5222 |
| 218 | 32 | 192 | 64 | 101,02 | 0,3132 | 0,5307 | 147,19 | 0,305 | 0,489 | 127,65 | 0,3025 | 0,4807 | 189,76 | 0,2951 | 0,5828 | 127,1 | 0,2306 | 0,6591 | 81,02 | 0,2285 | 0,6875 | 112,41 | 0,3014 | 0,5215 |
| 219 | 64 | 192 | 64 | 103,66 | 0,3237 | 0,5236 | 153,21 | 0,319 | 0,4813 | 130,43 | 0,3121 | 0,4766 | 193,71 | 0,3013 | 0,5825 | 129,27 | 0,2477 | 0,646 | 78,19 | 0,2399 | 0,6813 | 114,83 | 0,3087 | 0,5172 |
| 220 | 96 | 192 | 64 | 108 | 0,3393 | 0,5132 | 161,09 | 0,336 | 0,4725 | 134,66 | 0,3263 | 0,4705 | 203,21 | 0,3187 | 0,5698 | 133,31 | 0,2791 | 0,6227 | 78,1 | 0,2727 | 0,6585 | 119,23 | 0,3236 | 0,5081 |
| 221 | 128 | 192 | 64 | 113,95 | 0,358 | 0,501 | 171,56 | 0,3548 | 0,4625 | 140,77 | 0,3447 | 0,4627 | 216,33 | 0,3454 | 0,5495 | 140,19 | 0,3218 | 0,5908 | 79,66 | 0,3217 | 0,6218 | 126,4 | 0,3453 | 0,4949 |
| 222 | 160 | 192 | 64 | 122,84 | 0,3813 | 0,4857 | 183,91 | 0,3735 | 0,4525 | 148,2 | 0,3647 | 0,4543 | 236,41 | 0,3792 | 0,524 | 150,72 | 0,3709 | 0,554 | 82,73 | 0,3728 | 0,5808 | 137,04 | 0,3724 | 0,4784 |
| 223 | 192 | 192 | 64 | 133,45 | 0,4036 | 0,471 | 194,88 | 0,3874 | 0,4451 | 156,11 | 0,3824 | 0,4465 | 245,94 | 0,4072 | 0,502 | 164,95 | 0,4217 | 0,5161 | 88,38 | 0,4249 | 0,5379 | 152 | 0,4019 | 0,4605 |
| 224 | 224 | 192 | 64 | 147,47 | 0,4263 | 0,4556 | 204,71 | 0,398 | 0,4392 | 164,82 | 0,3993 | 0,4393 | 253,92 | 0,4222 | 0,4861 | 183,41 | 0,4682 | 0,4813 | 94,81 | 0,4663 | 0,5079 | 171,98 | 0,4308 | 0,4428 |
| 225 | 255 | 192 | 64 | 157,01 | 0,4378 | 0,4464 | 236,98 | 0,4091 | 0,4369 | 187,2 | 0,4181 | 0,4333 | 259,15 | 0,4531 | 0,4702 | 205,1 | 0,5074 | 0,4519 | 101,97 | 0,4984 | 0,4803 | 196,67 | 0,4557 | 0,4272 |
| 226 | 0 | 224 | 64 | 142,14 | 0,3153 | 0,5483 | 180 | 0,3056 | 0,5001 | 171,89 | 0,3028 | 0,4906 | 251,21 | 0,2939 | 0,5845 | 183,67 | 0,2284 | 0,6847 | 105,51 | 0,2303 | 0,7023 | 168,48 | 0,3042 | 0,5339 |
| 227 | 32 | 224 | 64 | 143,05 | 0,3174 | 0,5461 | 175,6 | 0,3078 | 0,4974 | 165,49 | 0,3047 | 0,4892 | 253,25 | 0,2968 | 0,5929 | 184,75 | 0,231 | 0,6813 | 105,3 | 0,2303 | 0,7031 | 169,57 | 0,305 | 0,5334 |
| 228 | 64 | 224 | 64 | 145,69 | 0,325 | 0,5403 | 181,53 | 0,32 | 0,4904 | 168,26 | 0,3124 | 0,4857 | 256,37 | 0,3012 | 0,5938 | 186,59 | 0,2424 | 0,6721 | 101,6 | 0,2363 | 0,7012 | 171,9 | 0,31 | 0,5301 |
| 229 | 96 | 224 | 64 | 149,99 | 0,3367 | 0,5318 | 189,48 | 0,3346 | 0,4821 | 172,53 | 0,3237 | 0,4806 | 265,03 | 0,314 | 0,5836 | 190,51 | 0,2647 | 0,6542 | 100,68 | 0,2586 | 0,6835 | 176,24 | 0,3203 | 0,5233 |
| 230 | 128 | 224 | 64 | 155,87 | 0,3511 | 0,5213 | 199,78 | 0,3512 | 0,4727 | 178,61 | 0,3386 | 0,4738 | 279,65 | 0,3347 | 0,5677 | 196,9 | 0,297 | 0,6284 | 101,49 | 0,2968 | 0,6523 | 183,38 | 0,3361 | 0,5129 |
| 231 | 160 | 224 | 64 | 164,63 | 0,3698 | 0,5077 | 212,05 | 0,368 | 0,4631 | 185,99 | 0,3551 | 0,4662 | 298,81 | 0,3636 | 0,545 | 206,54 | 0,3369 | 0,5966 | 102,58 | 0,34 | 0,6202 | 194,02 | 0,3568 | 0,4993 |
| 232 | 192 | 224 | 64 | 175,21 | 0,3887 | 0,494 | 222,93 | 0,3808 | 0,4557 | 193,88 | 0,3705 | 0,4592 | 322,59 | 0,3885 | 0,5254 | 220,1 | 0,3816 | 0,5609 | 107,31 | 0,3862 | 0,5804 | 208,89 | 0,3809 | 0,4835 |
| 233 | 224 | 224 | 64 | 188,97 | 0,4087 | 0,4791 | 232,58 | 0,3907 | 0,4498 | 202,55 | 0,3874 | 0,4524 | 331,78 | 0,4094 | 0,5082 | 238,12 | 0,4259 | 0,5256 | 112,47 | 0,4266 | 0,5452 | 228,75 | 0,4064 | 0,4667 |
| 234 | 255 | 224 | 64 | 198,04 | 0,4197 | 0,4697 | 273,66 | 0,3998 | 0,4491 | 234,71 | 0,3997 | 0,449 | 340,61 | 0,4278 | 0,4945 | 258,95 | 0,4654 | 0,4939 | 118,52 | 0,4621 | 0,5149 | 253,24 | 0,4299 | 0,4508 |
| 235 | 0 | 255 | 64 | 170,44 | 0,3166 | 0,5534 | 229,92 | 0,3091 | 0,5092 | 236,7 | 0,3046 | 0,4976 | 308,48 | 0,295 | 0,5906 | 252,52 | 0,2297 | 0,6968 | 128,02 | 0,2312 | 0,7109 | 238,79 | 0,3057 | 0,5396 |
| 236 | 32 | 255 | 64 | 171,27 | 0,3184 | 0,5515 | 230,91 | 0,3108 | 0,5069 | 237,49 | 0,306 | 0,4967 | 308,16 | 0,2974 | 0,598 | 252,78 | 0,2314 | 0,6942 | 128,18 | 0,2312 | 0,7111 | 239,32 | 0,3062 | 0,539 |
| 237 | 64 | 255 | 64 | 174 | 0,325 | 0,5464 | 237,06 | 0,3206 | 0,5007 | 240,27 | 0,3117 | 0,4938 | 314,46 | 0,3007 | 0,5991 | 254,55 | 0,2392 | 0,6876 | 124,7 | 0,2347 | 0,7108 | 241,33 | 0,3098 | 0,5365 |
| 238 | 96 | 255 | 64 | 178,38 | 0,335 | 0,5388 | 245,76 | 0,3333 | 0,493 | 244,6 | 0,3201 | 0,4897 | 325,4 | 0,3107 | 0,5912 | 257,87 | 0,2554 | 0,6742 | 122,93 | 0,2502 | 0,6997 | 245,5 | 0,3174 | 0,5314 |
| 239 | 128 | 255 | 64 | 184,4 | 0,3475 | 0,5294 | 255,97 | 0,3467 | 0,4849 | 250,81 | 0,3315 | 0,4842 | 343,34 | 0,3276 | 0,5779 | 263,87 | 0,2801 | 0,6537 | 121,77 | 0,2802 | 0,6759 | 252,46 | 0,3293 | 0,5233 |
| 240 | 160 | 255 | 64 | 193,28 | 0,3641 | 0,5171 | 269,96 | 0,3625 | 0,4751 | 258,83 | 0,3451 | 0,4777 | 368,76 | 0,3515 | 0,5586 | 272,89 | 0,312 | 0,6273 | 122,99 | 0,316 | 0,6445 | 262,95 | 0,3454 | 0,5122 |
| 241 | 192 | 255 | 64 | 203,93 | 0,381 | 0,5044 | 284,45 | 0,3767 | 0,4663 | 268,67 | 0,3602 | 0,4705 | 394,43 | 0,3733 | 0,5414 | 285,75 | 0,3502 | 0,5957 | 126,18 | 0,3569 | 0,6083 | 277,56 | 0,3651 | 0,4989 |
| 242 | 224 | 255 | 64 | 217,54 | 0,3992 | 0,4904 | 297,38 | 0,3878 | 0,4594 | 279,97 | 0,3753 | 0,4631 | 414,64 | 0,393 | 0,5253 | 302,14 | 0,3904 | 0,5625 | 130,27 | 0,3945 | 0,5757 | 297,14 | 0,3869 | 0,484 |
| 243 | 255 | 255 | 64 | 226,92 | 0,4095 | 0,4814 | 305,88 | 0,394 | 0,4546 | 290,23 | 0,3868 | 0,4573 | 424,91 | 0,4096 | 0,5112 | 322,35 | 0,4282 | 0,5311 | 135,21 | 0,4287 | 0,5451 | 320,93 | 0,4083 | 0,4691 |
| 244 | 0 | 96 | 64 | 6,32 | 0,1589 | 0,1259 | 9,45 | 0,1606 | 0,1092 | 3,73 | 0,1506 | 0,0673 | 4 | 0,152 | 0,0501 | 3,36 | 0,1328 | 0,065 | 3,66 | 0,1366 | 0,0647 | 5,6 | 0,1504 | 0,1211 |
| 245 | 32 | 96 | 64 | 7,14 | 0,1761 | 0,1347 | 10,37 | 0,1748 | 0,1173 | 4,21 | 0,1671 | 0,0764 | 4,54 | 0,1626 | 0,0561 | 4,05 | 0,1584 | 0,0784 | 4,43 | 0,1559 | 0,0764 | 5,93 | 0,159 | 0,1254 |
| 246 | 64 | 96 | 64 | 9,7 | 0,2256 | 0,1604 | 15,97 | 0,2352 | 0,1525 | 6,76 | 0,2244 | 0,1075 | 7,6 | 0,2103 | 0,0833 | 6,87 | 0,2344 | 0,1138 | 7,18 | 0,2264 | 0,1107 | 7,8 | 0,2044 | 0,1474 |
| 247 | 96 | 96 | 64 | 13,89 | 0,2853 | 0,1912 | 23,85 | 0,2945 | 0,1871 | 10,85 | 0,2918 | 0,1445 | 13,28 | 0,2802 | 0,1234 | 12,49 | 0,3341 | 0,1608 | 12 | 0,3224 | 0,1575 | 11,84 | 0,2769 | 0,1826 |
| 248 | 128 | 96 | 96 | 19,75 | 0,3422 | 0,2207 | 34,4 | 0,3475 | 0,218 | 16,74 | 0,3581 | 0,1806 | 24,67 | 0,3614 | 0,1698 | 20,67 | 0,4208 | 0,2015 | 19,23 | 0,4072 | 0,1979 | 18,67 | 0,3531 | 0,2197 |
| 249 | 160 | 96 | 96 | 28,55 | 0,3963 | 0,2487 | 47,06 | 0,3888 | 0,2423 | 24,03 | 0,4115 | 0,2098 | 37,56 | 0,4186 | 0,2026 | 33,72 | 0,4959 | 0,2367 | 28,29 | 0,4781 | 0,2324 | 29,05 | 0,4182 | 0,2513 |
| 250 | 192 | 96 | 96 | 39,19 | 0,4366 | 0,2695 | 58,14 | 0,414 | 0,257 | 31,75 | 0,4497 | 0,2306 | 50,81 | 0,4549 | 0,2235 | 50,45 | 0,5475 | 0,2609 | 38,69 | 0,5221 | 0,2535 | 43,59 | 0,4673 | 0,2751 |
| 251 | 224 | 96 | 96 | 53,48 | 0,4693 | 0,2865 | 67,91 | 0,4306 | 0,2667 | 40,16 | 0,4785 | 0,2465 | 65,08 | 0,4782 | 0,2369 | 71,76 | 0,5834 | 0,2778 | 50,92 | 0,5574 | 0,2705 | 63,09 | 0,5022 | 0,2921 |
| 252 | 255 | 96 | 96 | 63,06 | 0,4821 | 0,2929 | 84,85 | 0,4492 | 0,2775 | 53,2 | 0,5106 | 0,2643 | 72,13 | 0,4872 | 0,2422 | 98,1 | 0,6091 | 0,2892 | 62,95 | 0,5828 | 0,2828 | 86,87 | 0,5252 | 0,3032 |
| 253 | 0 | 32 | 96 | 6,5 | 0,1709 | 0,1574 | 12,84 | 0,1698 | 0,1346 | 6,7 | 0,1654 | 0,1089 | 7,11 | 0,1618 | 0,0866 | 6,38 | 0,1405 | 0,1058 | 5 | 0,1387 | 0,0942 | 6,58 | 0,1557 | 0,1349 |
| 254 | 32 | 32 | 96 | 9,34 | 0,1864 | 0,1645 | 13,91 | 0,1833 | 0,1426 | 7,09 | 0,1808 | 0,1164 | 6,63 | 0,168 | 0,0807 | 6,18 | 0,1631 | 0,1149 | 4,84 | 0,1485 | 0,0903 | 6,95 | 0,164 | 0,1399 |
| 255 | 64 | 32 | 96 | 11,91 | 0,2324 | 0,1851 | 19,7 | 0,239 | 0,1722 | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 313 | 192 | 224 | 96 | 178.54 | 0.3709 | 0.4657 | 228.21 | 0.3605 | 0.4237 | 195.8 | 0.3557 | 0.4327 | 324.47 | 0.375 | 0.5062 | 220.53 | 0.3668 | 0.5307 | 106.49 | 0.372 | 0.5479 | 212.84 | 0.3651 | 0.4584 |
| 314 | 224 | 224 | 96 | 192.2 | 0.391 | 0.4544 | 237.85 | 0.3704 | 0.4198 | 204.46 | 0.3703 | 0.4276 | 338.12 | 0.3979 | 0.4889 | 238.22 | 0.4111 | 0.5015 | 111.67 | 0.4121 | 0.5185 | 232.68 | 0.3907 | 0.4454 |
| 315 | 255 | 224 | 96 | 201.29 | 0.402 | 0.4468 | 277.59 | 0.3803 | 0.4214 | 232.37 | 0.3861 | 0.428 | 344.11 | 0.4176 | 0.4755 | 259.05 | 0.4512 | 0.475 | 117.5 | 0.4484 | 0.4972 | 257.08 | 0.4146 | 0.4329 |
| 316 | 0 | 255 | 96 | 173.5 | 0.303 | 0.517 | 235.73 | 0.2932 | 0.4663 | 238.6 | 0.2951 | 0.4712 | 317.15 | 0.2846 | 0.5517 | 252.52 | 0.2235 | 0.6567 | 126.44 | 0.2234 | 0.6602 | 242.51 | 0.2948 | 0.5109 |
| 317 | 32 | 255 | 96 | 177.38 | 0.3046 | 0.5152 | 236.81 | 0.2946 | 0.4641 | 239.41 | 0.2964 | 0.4702 | 316.62 | 0.2878 | 0.5622 | 252.85 | 0.225 | 0.6538 | 127.7 | 0.2234 | 0.661 | 243.08 | 0.2954 | 0.5104 |
| 318 | 64 | 255 | 96 | 174.31 | 0.3109 | 0.5112 | 242.99 | 0.304 | 0.4599 | 242.22 | 0.3019 | 0.4679 | 319.42 | 0.2928 | 0.5738 | 254.4 | 0.2324 | 0.6482 | 124.41 | 0.2272 | 0.6664 | 245.15 | 0.2989 | 0.5083 |
| 319 | 96 | 255 | 96 | 181.54 | 0.3206 | 0.5054 | 251.76 | 0.3162 | 0.4546 | 246.52 | 0.31 | 0.4646 | 328.2 | 0.3011 | 0.5727 | 257.98 | 0.2478 | 0.6369 | 121.19 | 0.2424 | 0.656 | 249.32 | 0.3062 | 0.5041 |
| 320 | 128 | 255 | 96 | 187.53 | 0.3328 | 0.4982 | 261.95 | 0.3291 | 0.4492 | 252.75 | 0.3211 | 0.4602 | 346.06 | 0.3167 | 0.5622 | 263.58 | 0.2715 | 0.6199 | 121.18 | 0.2709 | 0.6391 | 256.35 | 0.3179 | 0.4975 |
| 321 | 160 | 255 | 96 | 196.46 | 0.349 | 0.4885 | 275.93 | 0.3446 | 0.4426 | 260.76 | 0.3344 | 0.455 | 368.65 | 0.3413 | 0.5447 | 272.81 | 0.3024 | 0.5974 | 123.32 | 0.3074 | 0.6127 | 266.86 | 0.3338 | 0.4886 |
| 322 | 192 | 255 | 96 | 207.1 | 0.3658 | 0.4784 | 290.44 | 0.3587 | 0.4365 | 270.61 | 0.3491 | 0.4493 | 394.66 | 0.3629 | 0.5293 | 285.54 | 0.3399 | 0.5702 | 126.37 | 0.3471 | 0.5807 | 281.49 | 0.3531 | 0.4777 |
| 323 | 224 | 255 | 96 | 220.61 | 0.3839 | 0.4675 | 303.39 | 0.3698 | 0.4316 | 281.95 | 0.3641 | 0.4433 | 423.87 | 0.3845 | 0.5137 | 302.3 | 0.3798 | 0.5413 | 130.79 | 0.3864 | 0.5554 | 301.04 | 0.3749 | 0.4654 |
| 324 | 255 | 255 | 96 | 230.03 | 0.3942 | 0.46 | 311.85 | 0.376 | 0.4279 | 292.21 | 0.3754 | 0.4384 | 433.89 | 0.4022 | 0.4988 | 322.24 | 0.4178 | 0.514 | 134.64 | 0.4187 | 0.5309 | 324.75 | 0.3963 | 0.4529 |
| 325 | 0 | 128 | 11.09 | 0.1577 | 0.1236 | 16.88 | 0.1602 | 0.1092 | 6.65 | 0.1492 | 0.0652 | 7.47 | 0.1508 | 0.0485 | 5.83 | 0.1329 | 0.0644 | 6.38 | 0.1334 | 0.0637 | 11.51 | 0.1483 | 0.1182 | |
| 326 | 32 | 128 | 11.94 | 0.1675 | 0.1287 | 17.47 | 0.1686 | 0.114 | 6.9 | 0.159 | 0.0706 | 7.99 | 0.156 | 0.0513 | 6.66 | 0.1461 | 0.0711 | 6.94 | 0.1448 | 0.0697 | 11.87 | 0.1526 | 0.1203 | |
| 327 | 64 | 128 | 14.52 | 0.1977 | 0.1446 | 23.09 | 0.2069 | 0.1362 | 9.43 | 0.1935 | 0.0893 | 10.75 | 0.1811 | 0.0656 | 9.43 | 0.1909 | 0.0923 | 9.4 | 0.1839 | 0.0888 | 13.74 | 0.176 | 0.1318 | |
| 328 | 96 | 128 | 18.72 | 0.2393 | 0.1662 | 30.97 | 0.2498 | 0.1612 | 13.53 | 0.2397 | 0.1149 | 16.72 | 0.2254 | 0.0911 | 14.9 | 0.2608 | 0.1251 | 14.31 | 0.2505 | 0.1211 | 17.82 | 0.2196 | 0.1533 | |
| 329 | 128 | 128 | 24.56 | 0.2845 | 0.1897 | 41.53 | 0.2934 | 0.1866 | 19.48 | 0.2919 | 0.1436 | 26.79 | 0.2851 | 0.1255 | 23.19 | 0.3351 | 0.1602 | 20.93 | 0.3184 | 0.1542 | 24.69 | 0.2758 | 0.1808 | |
| 330 | 160 | 128 | 33.38 | 0.3339 | 0.2155 | 54.12 | 0.3321 | 0.2092 | 26.73 | 0.3398 | 0.1698 | 41.81 | 0.3343 | 0.1537 | 35.95 | 0.4118 | 0.1965 | 30.45 | 0.39 | 0.189 | 35.11 | 0.3351 | 0.2099 | |
| 331 | 192 | 128 | 44.02 | 0.3755 | 0.2372 | 65.21 | 0.358 | 0.2244 | 34.49 | 0.3782 | 0.191 | 55.52 | 0.3734 | 0.1762 | 52.4 | 0.4735 | 0.2257 | 40.64 | 0.44 | 0.2132 | 49.67 | 0.389 | 0.2363 | |
| 332 | 224 | 128 | 58.27 | 0.4133 | 0.2568 | 74.91 | 0.3762 | 0.235 | 42.86 | 0.4096 | 0.2052 | 67.61 | 0.4024 | 0.1929 | 73.53 | 0.5216 | 0.2484 | 52.74 | 0.482 | 0.2336 | 69.15 | 0.4339 | 0.2582 | |
| 333 | 255 | 128 | 67.86 | 0.43 | 0.2655 | 90.9 | 0.4003 | 0.249 | 54.85 | 0.4479 | 0.2295 | 78.17 | 0.4127 | 0.1991 | 99.71 | 0.5589 | 0.2654 | 64.56 | 0.5163 | 0.2503 | 92.88 | 0.4674 | 0.2746 | |
| 334 | 0 | 32 | 128 | 13.3 | 0.1646 | 0.1422 | 20.31 | 0.1658 | 0.1242 | 9.76 | 0.1583 | 0.0899 | 10.6 | 0.1561 | 0.0681 | 7.92 | 0.1365 | 0.0852 | 7.41 | 0.1357 | 0.0779 | 12.56 | 0.151 | 0.125 |
| 335 | 32 | 32 | 128 | 14.16 | 0.1739 | 0.1465 | 21.01 | 0.1742 | 0.1294 | 9.79 | 0.1671 | 0.0944 | 9.9 | 0.1584 | 0.0632 | 8.77 | 0.1488 | 0.0907 | 6.78 | 0.1395 | 0.0724 | 12.95 | 0.155 | 0.1272 |
| 336 | 64 | 32 | 128 | 16.73 | 0.203 | 0.1604 | 26.82 | 0.2111 | 0.1499 | 12.43 | 0.1999 | 0.1112 | 11.83 | 0.179 | 0.0722 | 11.44 | 0.191 | 0.109 | 8.93 | 0.1813 | 0.0911 | 14.87 | 0.1777 | 0.1382 |
| 337 | 96 | 32 | 128 | 21.0 | 0.2432 | 0.1801 | 34.83 | 0.2519 | 0.1726 | 16.54 | 0.2434 | 0.1332 | 17.72 | 0.2248 | 0.0975 | 16.85 | 0.2586 | 0.1385 | 13.74 | 0.2494 | 0.1224 | 18.98 | 0.2201 | 0.1585 |
| 338 | 128 | 32 | 128 | 26.89 | 0.2866 | 0.2012 | 45.38 | 0.2932 | 0.1956 | 22.49 | 0.2928 | 0.1585 | 28.22 | 0.2856 | 0.1314 | 25.19 | 0.3334 | 0.171 | 19.97 | 0.3241 | 0.1573 | 25.85 | 0.275 | 0.2047 |
| 339 | 160 | 32 | 128 | 35.74 | 0.3345 | 0.2245 | 57.9 | 0.3302 | 0.2161 | 29.81 | 0.3389 | 0.182 | 43.18 | 0.342 | 0.1618 | 37.52 | 0.4074 | 0.2031 | 29.53 | 0.391 | 0.1895 | 36.32 | 0.3333 | 0.2125 |
| 340 | 192 | 32 | 128 | 46.37 | 0.3751 | 0.2443 | 68.89 | 0.3553 | 0.23 | 37.5 | 0.3758 | 0.2007 | 56.28 | 0.3875 | 0.1876 | 54.17 | 0.47 | 0.2305 | 39.39 | 0.4459 | 0.2162 | 50.89 | 0.3866 | 0.238 |
| 341 | 224 | 32 | 128 | 60.49 | 0.4119 | 0.2622 | 78.67 | 0.3731 | 0.2401 | 45.94 | 0.4066 | 0.2165 | 69.16 | 0.4174 | 0.2038 | 75.46 | 0.5188 | 0.2518 | 51.75 | 0.4897 | 0.2375 | 70.4 | 0.4315 | 0.2594 |
| 342 | 255 | 32 | 128 | 70 | 0.4284 | 0.27 | 94.82 | 0.3966 | 0.2531 | 57.77 | 0.4443 | 0.236 | 78.83 | 0.4355 | 0.2136 | 100.91 | 0.556 | 0.2674 | 64.01 | 0.5208 | 0.2525 | 94.12 | 0.465 | 0.2753 |
| 343 | 0 | 64 | 128 | 20.92 | 0.1846 | 0.1963 | 36.55 | 0.1895 | 0.1888 | 21.69 | 0.1852 | 0.1647 | 24.56 | 0.1744 | 0.1364 | 15.12 | 0.1467 | 0.1469 | 13.65 | 0.1456 | 0.1391 | 17.86 | 0.1645 | 0.1163 |
| 344 | 32 | 64 | 128 | 21.78 | 0.1925 | 0.1986 | 37.41 | 0.1971 | 0.1945 | 21.05 | 0.1925 | 0.1677 | 21.35 | 0.1736 | 0.1219 | 15.85 | 0.1572 | 0.1489 | 12.93 | 0.1458 | 0.134 | 18.38 | 0.1685 | 0.1637 |
| 345 | 64 | 64 | 128 | 24.41 | 0.2172 | 0.2078 | 43.6 | 0.2275 | 0.2079 | 23.76 | 0.2186 | 0.1778 | 20.68 | 0.1879 | 0.1162 | 18.45 | 0.1949 | 0.161 | 14.55 | 0.1807 | 0.1416 | 20.4 | 0.1889 | 0.1276 |
| 346 | 96 | 64 | 128 | 28.7 | 0.2521 | 0.2251 | 51.82 | 0.2614 | 0.2224 | 27.9 | 0.254 | 0.191 | 25.48 | 0.2284 | 0.1308 | 23.65 | 0.2567 | 0.181 | 18.16 | 0.2436 | 0.1649 | 24.55 | 0.2267 | 0.1882 |
| 347 | 128 | 64 | 128 | 34.62 | 0.2908 | 0.2366 | 62.5 | 0.2967 | 0.2373 | 33.91 | 0.2958 | 0.2068 | 36.59 | 0.2885 | 0.1592 | 31.74 | 0.3275 | 0.2039 | 23.86 | 0.3112 | 0.1587 | 31.5 | 0.2769 | 0.2087 |
| 348 | 160 | 64 | 128 | 43.47 | 0.3345 | 0.2521 | 75.19 | 0.3292 | 0.2511 | 41.23 | 0.336 | 0.2219 | 50.2 | 0.3472 | 0.185 | 43.96 | 0.399 | 0.2276 | 32.47 | 0.3861 | 0.214 | 42 | 0.3314 | 0.2309 |
| 349 | 192 | 64 | 128 | 54.11 | 0.3723 | 0.2664 | 86.45 | 0.3519 | 0.2607 | 49.06 | 0.3694 | 0.2345 | 65.62 | 0.3887 | 0.2083 | 60.35 | 0.4614 | 0.2482 | 41.26 | 0.4422 | 0.2336 | 56.66 | 0.3825 | 0.2518 |
| 350 | 224 | 64 | 128 | 68.15 | 0.4075 | 0.2795 | 96.47 | 0.3684 | 0.2679 | 57.58 | 0.3978 | 0.2454 | 79.33 | 0.417 | 0.2204 | 81.39 | 0.5112 | 0.2647 | 51.73 | 0.4907 | 0.2527 | 76.21 | 0.4263 | 0.2696 |
| 351 | 255 | 64 | 128 | 77.61 | 0.4236 | 0.2851 | 113.28 | 0.3903 | 0.2773 | 69.03 | 0.4335 | 0.2594 | 82.96 | 0.4549 | 0.2323 | 106.19 | 0.5494 | 0.2768 | 63.24 | 0.523 | 0.264 | 100.06 | 0.4596 | 0.2832 |
| 352 | 0 | 96 | 128 | 33.59 | 0.2091 | 0.2622 | 59.98 | 0.2138 | 0.2541 | 41.06 | 0.2136 | 0.243 | 48.81 | 0.1975 | 0.2226 | 29.13 | 0.1611 | 0.2398 | 25.34 | 0.1595 | 0.2301 | 29.32 | 0.1875 | 0.2226 |
| 353 | 32 | 96 | 128 | 34.49 | 0.2151 | 0.2626 | 60.42 | 0.2197 | 0.2581 | 39.05 | 0.2188 | 0.2441 | 46.06 | 0.1974 | 0.2126 | 29.82 | 0.1694 | 0.2383 | 24.43 | 0.1596 | 0.2299 | 30.09 | 0.191 | 0.2205 |
| 354 | 64 | 96 | 128 | 37.11 | 0.2349 | 0.2668 | 66.72 | 0.2436 | 0.2651 | 41.82 | 0.2384 | 0.2486 | 45.14 | 0.2081 | 0.2062 | 32.26 | 0.2005 | 0.2428 | 25.11 | 0.1842 | 0.2265 | 32.23 | 0.2075 | 0.2325 |
| 355 | 96 | 96 | 128 | 41.42 | 0.2634 | 0.2733 | 74.95 | 0.271 | 0.2726 | 46.03 | 0.2658 | 0.2547 | 48.26 | 0.2398 | 0.207 | 37.28 | 0.2533 | 0.2507 | 28.17 | 0.2403 | 0.2367 | 36.48 | 0.2386 | 0.2395 |
| 356 | 128 | 96 | 128 | 47.35 | 0.296 | 0.2807 | 85.66 | 0.3005 | 0.2805 | 52.06 | 0.2992 | 0.262 | 58.99 | 0.2923 | 0.2201 | 45.25 | 0.3173 | 0.2606 | 32.47 | 0.3055 | 0.252 | 43.51 | 0.2811 | 0.2516 |
| 357 | 160 | 96 | 128 | 56.22 | 0.3341 | 0.2895 | 98.42 | 0.3285 | 0.2881 | 59.49 | 0.3328 | 0.2695 | 76.16 | 0.3427 | 0.2417 | 56.97 | 0.3842 | 0.2713 | 39.88 | 0.3727 | 0.2647 | 54.1 | 0.3291 | 0.2652 |
| 358 | 192 | 96 | 128 | 66.86 | 0.3684 | 0.2972 | 109.67 | 0.3487 | 0.2936 | 67.37 | 0.3616 | 0.2758 | 85.53 | 0.3821 | 0.2506 | 73.18 | 0.4454 | 0.2813 | 48.19 | 0.4306 | 0.2749 | 68.86 | 0.3759 | 0.2783 |
| 359 | 224 | 96 | 128 | 80.84 | 0.4011 | 0.3046 | 119.89 | 0.3637 | 0.2978 | 75.94 | 0.387 | 0.2815 | 102.69 | 0.413 | 0.2573 | 93.71 | 0.4962 | 0.2895 | 56.9 | 0.4779 | 0.2917 | 88.54 | 0.4177 | 0.2901 |
| 360 | 255 | 96 | 128 | 90.31 | 0.4167 | 0.3073 | 138.23 | 0.3836 | 0.3046 | 86.58 | 0.4201 | 0.2892 | 104.4 | 0.4484 | 0.2609 | 118.05 | 0.5361 | 0.2957 | 66.92 | 0.5128 | 0.2802 | 112.64 | 0.4504 | 0.2993</ |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 418 | 96 | 32 | 160 | 28,17 | 0,2135 | 0,1597 | 43,47 | 0,2272 | 0,1559 | 19,89 | 0,2148 | 0,1122 | 21,75 | 0,1977 | 0,0791 | 20,4 | 0,2132 | 0,111 | 16,17 | 0,2063 | 0,0998 | 28,1 | 0,1912 | 0,1415 |
| 419 | 128 | 32 | 160 | 34,09 | 0,2463 | 0,1762 | 53,93 | 0,2607 | 0,1747 | 25,91 | 0,2536 | 0,1327 | 31,47 | 0,2397 | 0,1026 | 28,43 | 0,2703 | 0,1367 | 22,73 | 0,2611 | 0,1259 | 35,03 | 0,2291 | 0,1599 |
| 420 | 160 | 32 | 160 | 42,9 | 0,2857 | 0,1959 | 66,44 | 0,2927 | 0,1929 | 33,16 | 0,2922 | 0,1528 | 47,22 | 0,2891 | 0,1301 | 40,59 | 0,3352 | 0,1661 | 31,28 | 0,3185 | 0,1537 | 45,5 | 0,2747 | 0,1821 |
| 421 | 192 | 32 | 160 | 53,53 | 0,3224 | 0,2144 | 77,38 | 0,316 | 0,206 | 40,9 | 0,3255 | 0,1703 | 61,95 | 0,3267 | 0,151 | 57,1 | 0,3973 | 0,1941 | 42,09 | 0,374 | 0,1807 | 60,08 | 0,3223 | 0,2052 |
| 422 | 224 | 32 | 160 | 67,66 | 0,359 | 0,2328 | 87,12 | 0,3333 | 0,2159 | 49,32 | 0,3508 | 0,1858 | 74,47 | 0,3571 | 0,168 | 78,22 | 0,4516 | 0,2187 | 54,29 | 0,4174 | 0,2208 | 79,55 | 0,3674 | 0,247 |
| 423 | 255 | 32 | 160 | 77,12 | 0,3768 | 0,2416 | 103,56 | 0,3535 | 0,227 | 60,05 | 0,3945 | 0,2046 | 85,05 | 0,3735 | 0,1774 | 103,28 | 0,4963 | 0,2384 | 66,91 | 0,4549 | 0,2202 | 103,25 | 0,4052 | 0,2523 |
| 424 | 0 | 64 | 160 | 28,11 | 0,1744 | 0,1692 | 46 | 0,1811 | 0,1661 | 25,29 | 0,1741 | 0,1343 | 29,14 | 0,1663 | 0,1069 | 18,59 | 0,141 | 0,1128 | 16,05 | 0,1405 | 0,108 | 26,96 | 0,157 | 0,1422 |
| 425 | 32 | 64 | 160 | 29 | 0,1797 | 0,1712 | 46,07 | 0,1869 | 0,1709 | 24,45 | 0,1793 | 0,1367 | 25,19 | 0,1649 | 0,0948 | 19,32 | 0,1474 | 0,1147 | 15,66 | 0,1407 | 0,1053 | 27,52 | 0,1594 | 0,1439 |
| 426 | 64 | 64 | 160 | 31,63 | 0,1968 | 0,1785 | 52,3 | 0,21 | 0,1825 | 27,15 | 0,1986 | 0,1452 | 23,79 | 0,1721 | 0,0883 | 21,77 | 0,1712 | 0,1237 | 16,88 | 0,1627 | 0,1105 | 29,53 | 0,1719 | 0,1497 |
| 427 | 96 | 64 | 160 | 35,9 | 0,2219 | 0,1893 | 60,53 | 0,237 | 0,1953 | 31,32 | 0,2259 | 0,157 | 27,9 | 0,1984 | 0,0974 | 26,8 | 0,214 | 0,14 | 20,66 | 0,2067 | 0,1274 | 33,71 | 0,1967 | 0,1609 |
| 428 | 128 | 64 | 160 | 41,83 | 0,2518 | 0,2023 | 71,12 | 0,2664 | 0,2093 | 37,33 | 0,2597 | 0,1718 | 38,14 | 0,2413 | 0,1192 | 34,79 | 0,269 | 0,1612 | 26,61 | 0,2581 | 0,1474 | 40,69 | 0,2324 | 0,1768 |
| 429 | 160 | 64 | 160 | 50,64 | 0,2884 | 0,2181 | 83,8 | 0,2953 | 0,223 | 44,66 | 0,2943 | 0,1867 | 54,48 | 0,2905 | 0,1434 | 46,8 | 0,3318 | 0,1854 | 34,26 | 0,3194 | 0,1723 | 51,21 | 0,2757 | 0,1962 |
| 430 | 192 | 64 | 160 | 61,29 | 0,323 | 0,2331 | 95,01 | 0,3165 | 0,2331 | 52,51 | 0,3247 | 0,1999 | 69,08 | 0,3308 | 0,1626 | 63,04 | 0,393 | 0,209 | 43,61 | 0,3724 | 0,1939 | 65,87 | 0,3214 | 0,2165 |
| 431 | 224 | 64 | 160 | 75,36 | 0,3577 | 0,2481 | 105,01 | 0,3325 | 0,2409 | 60,98 | 0,3517 | 0,2118 | 85,28 | 0,3577 | 0,1813 | 83,82 | 0,4472 | 0,2301 | 53,66 | 0,4193 | 0,2137 | 85,42 | 0,3652 | 0,236 |
| 432 | 255 | 64 | 160 | 84,84 | 0,375 | 0,2553 | 121,94 | 0,3514 | 0,2492 | 71,12 | 0,385 | 0,2261 | 90,37 | 0,3837 | 0,1887 | 108,36 | 0,492 | 0,2469 | 64,88 | 0,4564 | 0,2294 | 109,23 | 0,4023 | 0,2525 |
| 433 | 0 | 96 | 160 | 40,83 | 0,1925 | 0,2174 | 69,71 | 0,2003 | 0,218 | 44,68 | 0,1973 | 0,1984 | 54,13 | 0,1837 | 0,1717 | 32,08 | 0,1509 | 0,1762 | 27,59 | 0,1503 | 0,1715 | 38,44 | 0,1721 | 0,1823 |
| 434 | 32 | 96 | 160 | 41,71 | 0,1967 | 0,2184 | 69,12 | 0,2054 | 0,2222 | 42,52 | 0,2013 | 0,1992 | 49,95 | 0,1823 | 0,1608 | 32,79 | 0,1562 | 0,1765 | 27,18 | 0,1504 | 0,1715 | 39,24 | 0,1745 | 0,1843 |
| 435 | 64 | 96 | 160 | 44,36 | 0,2113 | 0,223 | 75,4 | 0,2247 | 0,2296 | 45,29 | 0,2169 | 0,2043 | 47,59 | 0,1876 | 0,1524 | 35,16 | 0,1773 | 0,1819 | 27,72 | 0,1656 | 0,1716 | 41,38 | 0,1855 | 0,1889 |
| 436 | 96 | 96 | 160 | 48,66 | 0,2331 | 0,2302 | 83,7 | 0,2475 | 0,238 | 49,48 | 0,2392 | 0,2113 | 48,81 | 0,2078 | 0,1508 | 40,03 | 0,2156 | 0,192 | 30,23 | 0,2049 | 0,1793 | 45,68 | 0,2073 | 0,1972 |
| 437 | 128 | 96 | 160 | 54,6 | 0,2595 | 0,2389 | 94,36 | 0,2729 | 0,2471 | 55,52 | 0,2674 | 0,2201 | 57,05 | 0,2441 | 0,1617 | 47,88 | 0,2664 | 0,2057 | 34,29 | 0,2544 | 0,1954 | 52,75 | 0,2391 | 0,209 |
| 438 | 160 | 96 | 160 | 63,44 | 0,2921 | 0,2497 | 107,03 | 0,2982 | 0,2562 | 62,92 | 0,297 | 0,2295 | 74,26 | 0,2935 | 0,1797 | 59,49 | 0,3251 | 0,2216 | 41,03 | 0,3083 | 0,2094 | 63,34 | 0,2783 | 0,2235 |
| 439 | 192 | 96 | 160 | 74,11 | 0,3236 | 0,2601 | 118,27 | 0,3172 | 0,2631 | 70,81 | 0,3236 | 0,2379 | 91,81 | 0,3308 | 0,1997 | 75,48 | 0,3843 | 0,2377 | 49,84 | 0,3645 | 0,2377 | 78,09 | 0,3205 | 0,239 |
| 440 | 224 | 96 | 160 | 88,11 | 0,3558 | 0,2707 | 128,39 | 0,3318 | 0,2686 | 79,41 | 0,3477 | 0,2456 | 108,94 | 0,3572 | 0,212 | 95,82 | 0,4379 | 0,2523 | 58,38 | 0,4105 | 0,2396 | 97,76 | 0,3619 | 0,2541 |
| 441 | 255 | 96 | 160 | 97,57 | 0,3722 | 0,2756 | 146,66 | 0,349 | 0,2747 | 88,48 | 0,3782 | 0,2545 | 111,37 | 0,3848 | 0,2144 | 119,75 | 0,4829 | 0,2641 | 68,35 | 0,4522 | 0,2518 | 121,81 | 0,3975 | 0,2673 |
| 442 | 0 | 128 | 160 | 58,35 | 0,2112 | 0,2682 | 102,01 | 0,2194 | 0,2693 | 72,65 | 0,22 | 0,2611 | 100,22 | 0,2056 | 0,2534 | 53,33 | 0,1629 | 0,2536 | 42,27 | 0,1614 | 0,2455 | 58,09 | 0,1922 | 0,2358 |
| 443 | 32 | 128 | 160 | 59,26 | 0,2147 | 0,2684 | 99,43 | 0,2234 | 0,2718 | 68,73 | 0,2229 | 0,2607 | 93,97 | 0,2402 | 0,2437 | 54,04 | 0,1673 | 0,2529 | 41,57 | 0,1615 | 0,2451 | 59,18 | 0,1943 | 0,2377 |
| 444 | 64 | 128 | 160 | 61,95 | 0,2269 | 0,2708 | 105,67 | 0,2391 | 0,2758 | 71,53 | 0,235 | 0,2631 | 92,7 | 0,2084 | 0,2377 | 56,35 | 0,1848 | 0,2549 | 41,01 | 0,1733 | 0,2456 | 61,5 | 0,2034 | 0,2406 |
| 445 | 96 | 128 | 160 | 66,27 | 0,2452 | 0,2746 | 113,94 | 0,2581 | 0,2803 | 75,79 | 0,2526 | 0,2664 | 92,79 | 0,2238 | 0,2314 | 61,09 | 0,2177 | 0,2589 | 42,35 | 0,207 | 0,2459 | 65,87 | 0,2215 | 0,255 |
| 446 | 128 | 128 | 160 | 72,2 | 0,2678 | 0,2794 | 124,51 | 0,2795 | 0,2854 | 81,88 | 0,2754 | 0,2706 | 97,99 | 0,2521 | 0,229 | 68,7 | 0,2626 | 0,2646 | 45,33 | 0,2493 | 0,2516 | 73,05 | 0,2483 | 0,2526 |
| 447 | 160 | 128 | 160 | 81,07 | 0,2963 | 0,2854 | 137,1 | 0,3014 | 0,2905 | 89,3 | 0,2999 | 0,2751 | 114,07 | 0,2957 | 0,2356 | 79,94 | 0,3159 | 0,2712 | 51,15 | 0,3034 | 0,2631 | 83,76 | 0,2821 | 0,2613 |
| 448 | 192 | 128 | 160 | 91,75 | 0,3244 | 0,2914 | 148,27 | 0,318 | 0,2944 | 97,22 | 0,3224 | 0,2792 | 137,08 | 0,3263 | 0,2525 | 95,95 | 0,3717 | 0,2783 | 58,7 | 0,3576 | 0,2717 | 98,59 | 0,3195 | 0,2708 |
| 449 | 224 | 128 | 160 | 105,68 | 0,3537 | 0,2974 | 158,3 | 0,331 | 0,2976 | 105,83 | 0,3433 | 0,2831 | 150,26 | 0,3527 | 0,2551 | 115,2 | 0,424 | 0,2849 | 66,74 | 0,403 | 0,2779 | 118,41 | 0,3574 | 0,2895 |
| 450 | 255 | 128 | 160 | 115,19 | 0,369 | 0,2999 | 175,36 | 0,3469 | 0,2995 | 113,81 | 0,3703 | 0,2874 | 150,1 | 0,3801 | 0,2532 | 138,51 | 0,469 | 0,2904 | 75,17 | 0,4402 | 0,2873 | 142,75 | 0,3908 | 0,2802 |
| 451 | 0 | 160 | 160 | 84,51 | 0,2314 | 0,3225 | 140,81 | 0,2359 | 0,3135 | 106,69 | 0,238 | 0,3108 | 145,33 | 0,223 | 0,3183 | 85,13 | 0,176 | 0,3377 | 62,08 | 0,1734 | 0,3258 | 88,13 | 0,2138 | 0,2932 |
| 452 | 32 | 160 | 160 | 85,36 | 0,2314 | 0,3219 | 135,74 | 0,2389 | 0,3145 | 101,15 | 0,2403 | 0,3106 | 146,92 | 0,2231 | 0,3151 | 85,58 | 0,179 | 0,3353 | 60,13 | 0,1738 | 0,3282 | 89,42 | 0,2154 | 0,2945 |
| 453 | 64 | 160 | 160 | 88,04 | 0,2437 | 0,3223 | 141,85 | 0,2518 | 0,3162 | 103,96 | 0,2498 | 0,3113 | 149,83 | 0,2274 | 0,3146 | 87,68 | 0,1929 | 0,3344 | 58,91 | 0,1817 | 0,3225 | 91,86 | 0,2225 | 0,296 |
| 454 | 96 | 160 | 160 | 92,38 | 0,2586 | 0,3233 | 149,95 | 0,2675 | 0,318 | 108,24 | 0,2638 | 0,3122 | 157,04 | 0,2398 | 0,3109 | 92,77 | 0,2199 | 0,3332 | 59,14 | 0,208 | 0,327 | 96,33 | 0,2368 | 0,298 |
| 455 | 128 | 160 | 160 | 98,33 | 0,277 | 0,3246 | 160,39 | 0,2856 | 0,32 | 114,33 | 0,2822 | 0,3135 | 167,76 | 0,2622 | 0,3096 | 99,3 | 0,2581 | 0,3317 | 61,33 | 0,2476 | 0,3233 | 103,58 | 0,2585 | 0,3008 |
| 456 | 160 | 160 | 160 | 107,18 | 0,3009 | 0,3263 | 172,88 | 0,3043 | 0,3221 | 121,84 | 0,3023 | 0,3149 | 187,49 | 0,2971 | 0,3093 | 110,13 | 0,3049 | 0,3299 | 66,13 | 0,2942 | 0,3225 | 114,31 | 0,2865 | 0,3043 |
| 457 | 192 | 160 | 160 | 117,88 | 0,3252 | 0,328 | 183,87 | 0,3188 | 0,3237 | 129,76 | 0,3212 | 0,3161 | 205,62 | 0,323 | 0,3099 | 124,79 | 0,3562 | 0,3281 | 72,44 | 0,3425 | 0,324 | 129,24 | 0,3186 | 0,3082 |
| 458 | 224 | 160 | 160 | 131,8 | 0,351 | 0,3297 | 193,76 | 0,3304 | 0,325 | 138,47 | 0,3392 | 0,3174 | 213,84 | 0,3478 | 0,3087 | 143,99 | 0,4062 | 0,3265 | 79,06 | 0,3895 | 0,3232 | 149,16 | 0,3521 | 0,3123 |
| 459 | 255 | 160 | 160 | 141,45 | 0,3649 | 0,3298 | 213,82 | 0,3445 | 0,3266 | 146,36 | 0,3621 | 0,3195 | 209,54 | 0,3476 | 0,3067 | 166,26 | 0,4505 | 0,3249 | 87,08 | 0,4282 | 0,3262 | 173,69 | 0,3828 | 0,3161 |
| 460 | 0 | 192 | 160 | 115,81 | 0,248 | 0,3673 | 175,57 | 0,2468 | 0,3425 | 145,93 | 0,2516 | 0,3489 | 208,01 | 0,2372 | 0,3714 | 129,18 | 0,1879 | 0,4165 | 82,11 | 0,1844 | 0,3995 | 130,24 | 0,2335 | 0,346 |
| 461 | 32 | 192 | 160 | 116,7 | 0,2501 | 0,3664 | 167,72 | 0,2492 | 0,3427 | 135,75 | 0,2528 | 0,3463 | 209,66 | 0,238 | 0,372 | 129,4 | 0,1901 | 0,4137 | 82,21 | 0,1844 | 0,3994 | 131,58 | 0,2347 | 0,3466 |
| 462 | 64 | 192 | 160 | 119,45 | 0,2578 | 0,3657 | 173,83 | 0,2604 | 0,343 | 138,61 | 0,2605 | 0,3461 | 211,38 | 0,2414 | 0,3734 | 131,52 | 0,2007 | 0,4113 | 80,98 | 0,1903 | 0,4018 | 134,05 | 0,24 | 0,3469 |
| 463 | 96 | 192 | 160 | 123,81 | 0,2698 | 0,365 | 181,83 | 0,2739 | 0,3434 | 142,87 | 0,2719 | 0,3459 | 216,61 | 0,255 | 0,3765 | 135,67 | 0,2219 | 0,407 | 79,57 | 0,2094 | 0,3987 | 138,59 | 0,2511 | 0,3469 |
| 464 | 128 | 192 | 160 | 129,79 | 0,285 | 0,364 | 192,22 | 0,2898 | 0,3438 | 148,96 | 0,2871 | 0,3455 | 227,44 | 0,2699 | 0,376 | 142,56 | 0,2533 | 0,4009 | 81,11 | 0,2427 | 0,3972 | 145,86 | 0,2681 | 0,3468 |
| 465 | 160 | 192 | 160 | 138,69 | 0,3051 | 0,3629 | 204,46 | 0,3064 | 0,3442 | 156,43 | 0,3041 | 0,3451 | 2 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 523 | 0 | 128 | 192 | 67.11 | 0.1977 | 0.2316 | 111.21 | 0.21 | 0.2445 | 76.14 | 0.2062 | 0.2228 | 106.47 | 0.1942 | 0.2118 | 56.63 | 0.1539 | 0.1969 | 45.69 | 0.1544 | 0.1997 | 70.44 | 0.1784 | 0.1993 |
| 524 | 32 | 128 | 192 | 68 | 0.2004 | 0.232 | 107.07 | 0.2138 | 0.2473 | 72.5 | 0.2096 | 0.2255 | 99.43 | 0.1922 | 0.2011 | 57.37 | 0.1569 | 0.1966 | 43.63 | 0.1537 | 0.1947 | 71.51 | 0.1799 | 0.2008 |
| 525 | 64 | 128 | 192 | 70.67 | 0.21 | 0.2348 | 113.49 | 0.2278 | 0.2518 | 75.27 | 0.22 | 0.2283 | 91.72 | 0.1925 | 0.1879 | 59.54 | 0.1694 | 0.1993 | 43.22 | 0.1622 | 0.1954 | 73.85 | 0.1866 | 0.2036 |
| 526 | 96 | 128 | 192 | 75 | 0.2248 | 0.2392 | 121.69 | 0.2447 | 0.2569 | 79.56 | 0.2353 | 0.2324 | 88.79 | 0.2023 | 0.1792 | 64.15 | 0.194 | 0.2049 | 44.68 | 0.1863 | 0.1995 | 78.31 | 0.2003 | 0.2084 |
| 527 | 128 | 128 | 192 | 80.91 | 0.2434 | 0.2447 | 132.28 | 0.2641 | 0.2627 | 85.63 | 0.2553 | 0.2376 | 90.79 | 0.223 | 0.1774 | 71.52 | 0.2292 | 0.2129 | 47.69 | 0.2195 | 0.2049 | 85.5 | 0.221 | 0.2155 |
| 528 | 160 | 128 | 192 | 89.78 | 0.268 | 0.252 | 144.79 | 0.2842 | 0.2687 | 93.09 | 0.2773 | 0.2434 | 106.1 | 0.2604 | 0.1871 | 82.53 | 0.2741 | 0.2231 | 52.62 | 0.2633 | 0.217 | 96.2 | 0.2484 | 0.2247 |
| 529 | 192 | 128 | 192 | 100.47 | 0.2931 | 0.2595 | 155.93 | 0.2999 | 0.2735 | 100.98 | 0.2978 | 0.2488 | 124.65 | 0.2949 | 0.1968 | 98.03 | 0.3242 | 0.2346 | 60.06 | 0.3068 | 0.2245 | 111.04 | 0.2804 | 0.2355 |
| 530 | 224 | 128 | 192 | 114.2 | 0.3204 | 0.2676 | 165.91 | 0.3124 | 0.2773 | 109.64 | 0.3175 | 0.2541 | 152.79 | 0.3199 | 0.2178 | 117.43 | 0.3742 | 0.2459 | 68.76 | 0.3506 | 0.2364 | 130.85 | 0.3148 | 0.2471 |
| 531 | 255 | 128 | 192 | 124.1 | 0.3353 | 0.2715 | 182.11 | 0.3233 | 0.2758 | 117.51 | 0.3382 | 0.257 | 156.53 | 0.3424 | 0.2178 | 140.34 | 0.4199 | 0.2561 | 77.34 | 0.3892 | 0.2458 | 155.16 | 0.3472 | 0.2581 |
| 532 | 0 | 160 | 192 | 93.22 | 0.2152 | 0.2789 | 149.96 | 0.2254 | 0.2857 | 110.96 | 0.2238 | 0.2718 | 163.21 | 0.21 | 0.2705 | 87.66 | 0.1649 | 0.2675 | 62.89 | 0.1637 | 0.2618 | 100.46 | 0.1961 | 0.2464 |
| 533 | 32 | 160 | 192 | 94.09 | 0.2175 | 0.2789 | 143.21 | 0.2285 | 0.2875 | 104.91 | 0.2266 | 0.2736 | 161.19 | 0.2095 | 0.2662 | 87.96 | 0.167 | 0.2654 | 62.86 | 0.1639 | 0.2635 | 101.74 | 0.1974 | 0.2477 |
| 534 | 64 | 160 | 192 | 96.79 | 0.2255 | 0.2802 | 149.44 | 0.2403 | 0.2899 | 107.76 | 0.235 | 0.275 | 157.85 | 0.2113 | 0.2615 | 90.06 | 0.1775 | 0.2662 | 60.78 | 0.1691 | 0.2609 | 104.21 | 0.203 | 0.2495 |
| 535 | 96 | 160 | 192 | 101.13 | 0.238 | 0.2825 | 157.59 | 0.2546 | 0.2927 | 112.02 | 0.2475 | 0.2769 | 158.79 | 0.22 | 0.2576 | 94.45 | 0.1985 | 0.2681 | 60.87 | 0.1892 | 0.2626 | 108.71 | 0.2144 | 0.2524 |
| 536 | 128 | 160 | 192 | 107.08 | 0.2539 | 0.2854 | 168.03 | 0.2712 | 0.2958 | 118.13 | 0.2641 | 0.2795 | 163.06 | 0.2368 | 0.2555 | 101.27 | 0.2294 | 0.2709 | 62.95 | 0.2195 | 0.2634 | 116 | 0.232 | 0.2567 |
| 537 | 160 | 160 | 192 | 115.95 | 0.275 | 0.2893 | 180.33 | 0.2887 | 0.2991 | 125.55 | 0.2825 | 0.2824 | 183.19 | 0.2693 | 0.2602 | 111.8 | 0.2694 | 0.2747 | 66.86 | 0.2561 | 0.2656 | 126.73 | 0.2556 | 0.2623 |
| 538 | 192 | 160 | 192 | 126.67 | 0.2971 | 0.2934 | 191.36 | 0.3025 | 0.3018 | 133.51 | 0.3001 | 0.2882 | 196.27 | 0.2968 | 0.2599 | 126.38 | 0.3156 | 0.2791 | 73.19 | 0.3023 | 0.2706 | 141.68 | 0.2837 | 0.2689 |
| 539 | 224 | 160 | 192 | 140.61 | 0.3213 | 0.2978 | 201.19 | 0.3136 | 0.304 | 142.19 | 0.3171 | 0.288 | 223.8 | 0.3185 | 0.2703 | 145.51 | 0.363 | 0.2838 | 79.78 | 0.3434 | 0.2767 | 161.57 | 0.3145 | 0.2761 |
| 540 | 255 | 160 | 192 | 150.44 | 0.3348 | 0.2997 | 220.06 | 0.3235 | 0.3019 | 149.46 | 0.3351 | 0.2884 | 222.7 | 0.3416 | 0.2674 | 167.64 | 0.4072 | 0.288 | 88.45 | 0.3796 | 0.2828 | 186.06 | 0.3442 | 0.2833 |
| 541 | 0 | 192 | 192 | 124.53 | 0.231 | 0.3214 | 185 | 0.2362 | 0.3144 | 150.09 | 0.2374 | 0.3105 | 214.65 | 0.2232 | 0.3198 | 130.75 | 0.176 | 0.3407 | 83.4 | 0.1736 | 0.3284 | 142.55 | 0.2142 | 0.2946 |
| 542 | 32 | 192 | 192 | 125.42 | 0.2328 | 0.3211 | 175.25 | 0.2387 | 0.3152 | 139.45 | 0.2398 | 0.3101 | 214.87 | 0.2232 | 0.3178 | 131.42 | 0.1777 | 0.3385 | 82.18 | 0.1732 | 0.3264 | 143.92 | 0.2152 | 0.2958 |
| 543 | 64 | 192 | 192 | 128.16 | 0.2395 | 0.3214 | 181.39 | 0.249 | 0.3164 | 142.3 | 0.2464 | 0.3106 | 218.61 | 0.2255 | 0.3173 | 133.33 | 0.186 | 0.3379 | 81.27 | 0.1774 | 0.3257 | 146.4 | 0.2198 | 0.2965 |
| 544 | 96 | 192 | 192 | 132.56 | 0.25 | 0.3221 | 189.39 | 0.2616 | 0.3178 | 146.59 | 0.2569 | 0.3114 | 223.74 | 0.2331 | 0.3153 | 137.29 | 0.2033 | 0.3368 | 80.95 | 0.1924 | 0.3255 | 150.98 | 0.2291 | 0.2978 |
| 545 | 128 | 192 | 192 | 138.54 | 0.2634 | 0.3231 | 199.74 | 0.2763 | 0.3194 | 152.67 | 0.2709 | 0.3123 | 235.28 | 0.2475 | 0.3141 | 143.81 | 0.2295 | 0.3355 | 82.12 | 0.2195 | 0.327 | 158.27 | 0.2435 | 0.2997 |
| 546 | 160 | 192 | 192 | 147.48 | 0.2816 | 0.3245 | 211.92 | 0.292 | 0.3211 | 160.14 | 0.2867 | 0.3134 | 254.85 | 0.2737 | 0.3129 | 153.94 | 0.264 | 0.3339 | 85.77 | 0.2545 | 0.3249 | 169.03 | 0.2633 | 0.3021 |
| 547 | 192 | 192 | 192 | 158.19 | 0.3008 | 0.3258 | 222.81 | 0.3045 | 0.3225 | 168.04 | 0.3019 | 0.3145 | 277.57 | 0.2974 | 0.3106 | 168 | 0.3054 | 0.3321 | 89.58 | 0.2939 | 0.3231 | 183.95 | 0.2872 | 0.305 |
| 548 | 224 | 192 | 192 | 172.13 | 0.3221 | 0.3273 | 232.49 | 0.3146 | 0.3236 | 176.74 | 0.3168 | 0.3156 | 294.17 | 0.3175 | 0.3108 | 186.4 | 0.3492 | 0.3302 | 94.97 | 0.3328 | 0.324 | 203.92 | 0.3142 | 0.3083 |
| 549 | 255 | 192 | 192 | 182.23 | 0.3343 | 0.3276 | 259.19 | 0.3236 | 0.3244 | 187.47 | 0.3324 | 0.3173 | 293.7 | 0.3401 | 0.3087 | 207.41 | 0.3911 | 0.3282 | 101.51 | 0.3672 | 0.3244 | 228.41 | 0.3408 | 0.3115 |
| 550 | 0 | 224 | 192 | 166.17 | 0.2461 | 0.3626 | 216.11 | 0.2439 | 0.335 | 194.95 | 0.249 | 0.342 | 280.74 | 0.2337 | 0.3597 | 186.41 | 0.186 | 0.4092 | 106.35 | 0.1818 | 0.3833 | 199.86 | 0.2312 | 0.3404 |
| 551 | 32 | 224 | 192 | 167.01 | 0.2476 | 0.3619 | 203.23 | 0.2459 | 0.3351 | 177.15 | 0.2496 | 0.3391 | 281.4 | 0.2345 | 0.3611 | 187.17 | 0.1871 | 0.407 | 106.12 | 0.182 | 0.3854 | 201.04 | 0.2319 | 0.3407 |
| 552 | 64 | 224 | 192 | 169.59 | 0.253 | 0.3613 | 209.37 | 0.2553 | 0.3356 | 179.97 | 0.2554 | 0.3391 | 285.91 | 0.2372 | 0.365 | 188.7 | 0.1937 | 0.4055 | 102.61 | 0.1838 | 0.388 | 203.47 | 0.2355 | 0.3409 |
| 553 | 96 | 224 | 192 | 173.84 | 0.2616 | 0.3603 | 217.39 | 0.2667 | 0.3362 | 184.25 | 0.2643 | 0.3389 | 291.98 | 0.2434 | 0.3666 | 192.52 | 0.2075 | 0.4028 | 102.04 | 0.1959 | 0.3838 | 207.95 | 0.2429 | 0.341 |
| 554 | 128 | 224 | 192 | 179.74 | 0.2727 | 0.3601 | 227.6 | 0.2801 | 0.3369 | 190.34 | 0.2763 | 0.3389 | 300.77 | 0.2556 | 0.3684 | 198.65 | 0.2292 | 0.3986 | 100.61 | 0.219 | 0.3795 | 215.19 | 0.2545 | 0.3411 |
| 555 | 160 | 224 | 192 | 188.55 | 0.288 | 0.3593 | 239.67 | 0.2944 | 0.3375 | 197.73 | 0.2899 | 0.3388 | 318.61 | 0.2761 | 0.3679 | 208.35 | 0.2584 | 0.3934 | 103.69 | 0.2493 | 0.3799 | 225.95 | 0.2707 | 0.341 |
| 556 | 192 | 224 | 192 | 199.13 | 0.3044 | 0.3585 | 250.34 | 0.3059 | 0.338 | 205.64 | 0.3032 | 0.3388 | 344.34 | 0.2993 | 0.3606 | 221.74 | 0.2946 | 0.3868 | 107.57 | 0.2846 | 0.3758 | 240.84 | 0.2907 | 0.3411 |
| 557 | 224 | 224 | 192 | 212.61 | 0.3228 | 0.3574 | 259.93 | 0.3153 | 0.3384 | 214.3 | 0.3163 | 0.3388 | 367.59 | 0.3221 | 0.356 | 238.87 | 0.3343 | 0.3796 | 112.35 | 0.3218 | 0.3693 | 260.65 | 0.3137 | 0.3411 |
| 558 | 255 | 224 | 192 | 222 | 0.3335 | 0.3556 | 294.53 | 0.3238 | 0.3413 | 230.19 | 0.3298 | 0.342 | 382.54 | 0.3372 | 0.3479 | 259.45 | 0.3734 | 0.3726 | 118.97 | 0.3576 | 0.37 | 284.93 | 0.3371 | 0.3411 |
| 559 | 0 | 255 | 192 | 193.96 | 0.2534 | 0.3833 | 262.23 | 0.25 | 0.3511 | 249.54 | 0.2572 | 0.366 | 347.72 | 0.242 | 0.392 | 252.45 | 0.234 | 0.4675 | 127.94 | 0.189 | 0.4331 | 269.83 | 0.2445 | 0.3772 |
| 560 | 32 | 255 | 192 | 194.87 | 0.2547 | 0.3825 | 263.14 | 0.2515 | 0.3509 | 250.32 | 0.2584 | 0.3656 | 350.15 | 0.2437 | 0.3976 | 253.5 | 0.1954 | 0.4644 | 127.65 | 0.1891 | 0.4332 | 270.45 | 0.2449 | 0.377 |
| 561 | 64 | 255 | 192 | 197.68 | 0.2596 | 0.3816 | 269.4 | 0.2594 | 0.3509 | 253.16 | 0.2629 | 0.3651 | 353.1 | 0.2465 | 0.403 | 254.35 | 0.2003 | 0.4627 | 125.57 | 0.1904 | 0.4358 | 272.57 | 0.2477 | 0.3766 |
| 562 | 96 | 255 | 192 | 202.15 | 0.2674 | 0.3806 | 278.22 | 0.2696 | 0.3509 | 257.52 | 0.2699 | 0.3646 | 360.38 | 0.252 | 0.4085 | 257.68 | 0.2112 | 0.4591 | 121.18 | 0.2 | 0.4316 | 276.85 | 0.2536 | 0.376 |
| 563 | 128 | 255 | 192 | 208.19 | 0.2774 | 0.3795 | 288.3 | 0.2804 | 0.3509 | 263.77 | 0.2793 | 0.3638 | 369.36 | 0.2619 | 0.4116 | 263.83 | 0.2291 | 0.4535 | 122.14 | 0.2202 | 0.4323 | 283.95 | 0.263 | 0.3749 |
| 564 | 160 | 255 | 192 | 217.18 | 0.2912 | 0.3779 | 302.1 | 0.2939 | 0.3508 | 271.82 | 0.2908 | 0.3629 | 387.98 | 0.2784 | 0.414 | 272.56 | 0.2534 | 0.4462 | 122.26 | 0.2466 | 0.4262 | 294.52 | 0.2763 | 0.3735 |
| 565 | 192 | 255 | 192 | 227.95 | 0.3061 | 0.3761 | 316.41 | 0.3066 | 0.3508 | 281.67 | 0.3038 | 0.3619 | 411.93 | 0.3008 | 0.4105 | 284.67 | 0.2848 | 0.4369 | 124.55 | 0.2766 | 0.4186 | 309.18 | 0.293 | 0.3717 |
| 566 | 224 | 255 | 192 | 241.34 | 0.3225 | 0.374 | 329.12 | 0.317 | 0.3507 | 292.99 | 0.3174 | 0.3608 | 446.18 | 0.3244 | 0.4043 | 301 | 0.3203 | 0.4262 | 128.59 | 0.3122 | 0.4119 | 328.65 | 0.3126 | 0.3696 |
| 567 | 255 | 255 | 192 | 251.02 | 0.3325 | 0.3718 | 337.44 | 0.3234 | 0.3504 | 303.21 | 0.3238 | 0.3599 | 472.02 | 0.3414 | 0.392 | 320.48 | 0.3562 | 0.4156 | 134.72 | 0.3443 | 0.4056 | 352.17 | 0.3329 | 0.3672 |
| 568 | 0 | 224 | 38.3 | 0.1562 | 0.1196 | 42.02 | 0.1601 | 0.11 | 19.03 | 0.1484 | 0.0632 | 19.73 | 0.1498 | 0.047 | 20.83 | 0.1322 | 0.0626 | 16.59 | 0.1325 | 0.0616 | 49.18 | 0.1465 | 0.1151 | |
| 569 | 32 | 224 | 39.15 | 0.159 | 0.1211 | 40.36 | 0.1641 | 0.1123 | 17.78 | 0.152 | 0.065 | 20.15 | 0.1514 | 0.0478 | 21.57 | 0.1349 | 0.0641 | 17.1 | 0.1351 | 0.0631 | 49.58 | 0.1475 | 0.1156 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 628 | 192 | 192 | 224 | 169.72 | 0.277 | 0.2916 | 229.03 | 0.2935 | 0.3063 | 171.88 | 0.2854 | 0.2872 | 273.24 | 0.2752 | 0.2705 | 168.54 | 0.2749 | 0.2843 | 90.53 | 0.2661 | 0.28 | 200.5 | 0.26 | 0.2679 |
| 629 | 224 | 192 | 224 | 183.46 | 0.2967 | 0.2953 | 238.76 | 0.3032 | 0.308 | 180.52 | 0.2995 | 0.2894 | 285.61 | 0.2969 | 0.2692 | 186.45 | 0.3151 | 0.2871 | 96.19 | 0.3005 | 0.2815 | 220.37 | 0.2841 | 0.2732 |
| 630 | 255 | 192 | 224 | 193.53 | 0.3089 | 0.2979 | 264.96 | 0.31 | 0.3067 | 190.57 | 0.3117 | 0.29 | 303.85 | 0.3143 | 0.2718 | 187.7 | 0.355 | 0.2899 | 101.65 | 0.3332 | 0.2855 | 244.74 | 0.3087 | 0.2788 |
| 631 | 0 | 224 | 224 | 177.85 | 0.2301 | 0.3189 | 225.11 | 0.2365 | 0.3153 | 201.76 | 0.237 | 0.309 | 289.44 | 0.2223 | 0.3172 | 187.53 | 0.176 | 0.3439 | 106.6 | 0.1734 | 0.3283 | 216.18 | 0.2142 | 0.2955 |
| 632 | 32 | 224 | 224 | 178.49 | 0.2315 | 0.3189 | 209.77 | 0.2386 | 0.3158 | 180.88 | 0.2383 | 0.3084 | 292.32 | 0.2222 | 0.3157 | 188.02 | 0.1768 | 0.3419 | 106.4 | 0.1734 | 0.3283 | 217.33 | 0.2149 | 0.2959 |
| 633 | 64 | 224 | 224 | 180.87 | 0.2363 | 0.3193 | 215.96 | 0.2476 | 0.3168 | 183.71 | 0.2437 | 0.3093 | 293.11 | 0.2227 | 0.3156 | 189.55 | 0.182 | 0.3415 | 103.58 | 0.1749 | 0.3238 | 219.78 | 0.2179 | 0.2965 |
| 634 | 96 | 224 | 224 | 185.17 | 0.2439 | 0.3199 | 224.01 | 0.2583 | 0.318 | 187.96 | 0.252 | 0.3095 | 301.36 | 0.2285 | 0.3154 | 193.21 | 0.1933 | 0.3407 | 101.59 | 0.1846 | 0.3253 | 224.28 | 0.2243 | 0.2973 |
| 635 | 128 | 224 | 224 | 190.96 | 0.2538 | 0.3207 | 234.21 | 0.2709 | 0.3193 | 194.11 | 0.2631 | 0.3103 | 311.98 | 0.2379 | 0.3143 | 199.14 | 0.2115 | 0.3395 | 101.31 | 0.2044 | 0.3233 | 231.58 | 0.2344 | 0.2986 |
| 636 | 160 | 224 | 224 | 199.71 | 0.2676 | 0.3219 | 246.21 | 0.2845 | 0.3207 | 201.54 | 0.2758 | 0.3112 | 331.27 | 0.2549 | 0.3138 | 208.39 | 0.2368 | 0.3381 | 104.05 | 0.2301 | 0.3266 | 242.31 | 0.2484 | 0.3002 |
| 637 | 192 | 224 | 224 | 210.24 | 0.2827 | 0.3231 | 256.85 | 0.2955 | 0.3219 | 209.35 | 0.2883 | 0.3122 | 352.97 | 0.2765 | 0.3122 | 221.31 | 0.2691 | 0.3364 | 107.04 | 0.2622 | 0.3238 | 257.24 | 0.2662 | 0.3023 |
| 638 | 224 | 224 | 224 | 223.57 | 0.3 | 0.3245 | 266.34 | 0.3046 | 0.3229 | 217.94 | 0.3008 | 0.3131 | 383.12 | 0.297 | 0.3105 | 238.97 | 0.3057 | 0.3344 | 112.76 | 0.2938 | 0.323 | 276.97 | 0.2871 | 0.3048 |
| 639 | 255 | 224 | 224 | 232.69 | 0.3109 | 0.325 | 299.31 | 0.3111 | 0.3234 | 231.28 | 0.3118 | 0.3145 | 390.26 | 0.3146 | 0.3102 | 258.94 | 0.3426 | 0.3323 | 118.89 | 0.3247 | 0.3245 | 301.15 | 0.3089 | 0.3074 |
| 640 | 0 | 255 | 224 | 205.56 | 0.2375 | 0.3399 | 270.95 | 0.2414 | 0.3283 | 254.31 | 0.2449 | 0.3319 | 359.66 | 0.2304 | 0.3486 | 253.38 | 0.1849 | 0.4029 | 127.6 | 0.1801 | 0.3742 | 286.26 | 0.2279 | 0.3329 |
| 641 | 32 | 255 | 224 | 206.32 | 0.2389 | 0.3399 | 271.86 | 0.243 | 0.3284 | 255.09 | 0.246 | 0.3318 | 362.52 | 0.231 | 0.3501 | 253.01 | 0.1853 | 0.4001 | 127.5 | 0.1802 | 0.3738 | 286.85 | 0.2283 | 0.3328 |
| 642 | 64 | 255 | 224 | 209.03 | 0.2434 | 0.3402 | 278.26 | 0.2505 | 0.3289 | 257.96 | 0.2502 | 0.3318 | 366.49 | 0.233 | 0.3534 | 254.72 | 0.1894 | 0.3992 | 125.56 | 0.1813 | 0.3739 | 288.96 | 0.2308 | 0.3328 |
| 643 | 96 | 255 | 224 | 213.4 | 0.2504 | 0.3404 | 287.05 | 0.26 | 0.3295 | 262.31 | 0.2567 | 0.3318 | 371.73 | 0.2375 | 0.3572 | 257.68 | 0.1985 | 0.3973 | 122.08 | 0.1888 | 0.3711 | 293.3 | 0.2361 | 0.3329 |
| 644 | 128 | 255 | 224 | 219.36 | 0.2595 | 0.3408 | 297.21 | 0.2702 | 0.3302 | 268.55 | 0.2653 | 0.3319 | 382.34 | 0.2458 | 0.3595 | 263.36 | 0.2139 | 0.3945 | 122.25 | 0.2064 | 0.3733 | 300.42 | 0.2445 | 0.3331 |
| 645 | 160 | 255 | 224 | 228.31 | 0.2722 | 0.3411 | 310.87 | 0.283 | 0.3311 | 276.54 | 0.2762 | 0.332 | 398.02 | 0.2593 | 0.3598 | 271.97 | 0.2353 | 0.3908 | 122.11 | 0.2287 | 0.3685 | 311.05 | 0.2563 | 0.3333 |
| 646 | 192 | 255 | 224 | 239 | 0.2862 | 0.3416 | 325.03 | 0.2951 | 0.3318 | 286.42 | 0.2885 | 0.3321 | 422.14 | 0.2788 | 0.3615 | 284.54 | 0.2637 | 0.3861 | 124.98 | 0.2554 | 0.3645 | 325.72 | 0.2714 | 0.3335 |
| 647 | 224 | 255 | 224 | 252.11 | 0.3017 | 0.3419 | 337.76 | 0.3051 | 0.3325 | 297.69 | 0.3014 | 0.3323 | 459.36 | 0.2998 | 0.3545 | 300.44 | 0.2965 | 0.3805 | 129.06 | 0.2878 | 0.3634 | 345.08 | 0.2895 | 0.3338 |
| 648 | 255 | 255 | 224 | 261.54 | 0.3119 | 0.342 | 345.94 | 0.3114 | 0.3329 | 307.78 | 0.3115 | 0.3325 | 484.75 | 0.318 | 0.3507 | 320 | 0.3304 | 0.3747 | 134.59 | 0.3168 | 0.3608 | 368.56 | 0.3086 | 0.334 |
| 649 | 0 | 255 | 46.37 | 0.1558 | 0.1162 | 52.22 | 0.1602 | 0.1105 | 24.71 | 0.1482 | 0.0614 | 22.72 | 0.1499 | 0.047 | 28.43 | 0.1322 | 0.0626 | 20.04 | 0.1325 | 0.0615 | 69.78 | 0.1464 | 0.1137 | |
| 650 | 32 | 0 | 255 | 47.12 | 0.1581 | 0.1176 | 53.38 | 0.1633 | 0.1123 | 25.44 | 0.1508 | 0.0628 | 23.01 | 0.1511 | 0.0475 | 28.93 | 0.1338 | 0.0634 | 20.63 | 0.1342 | 0.0624 | 70.15 | 0.1471 | 0.1141 |
| 651 | 64 | 0 | 255 | 49.61 | 0.1657 | 0.1217 | 59.58 | 0.1783 | 0.1209 | 28.17 | 0.1605 | 0.0682 | 26.04 | 0.1586 | 0.0518 | 31.11 | 0.1417 | 0.0671 | 22.71 | 0.1448 | 0.0676 | 72.08 | 0.1513 | 0.1161 |
| 652 | 96 | 0 | 255 | 53.79 | 0.1778 | 0.1282 | 68.29 | 0.1974 | 0.132 | 32.5 | 0.1751 | 0.0763 | 32.77 | 0.1756 | 0.0616 | 35.6 | 0.1577 | 0.0747 | 27.21 | 0.1657 | 0.0779 | 76.35 | 0.1602 | 0.1205 |
| 653 | 128 | 0 | 255 | 59.61 | 0.1936 | 0.1366 | 78.69 | 0.2179 | 0.1439 | 38.63 | 0.1943 | 0.087 | 42.46 | 0.1979 | 0.0745 | 42.46 | 0.1806 | 0.0856 | 33.31 | 0.1929 | 0.0911 | 83.43 | 0.1742 | 0.1275 |
| 654 | 160 | 0 | 255 | 68.45 | 0.2152 | 0.1483 | 92.89 | 0.2426 | 0.1582 | 46.62 | 0.2171 | 0.0997 | 57.41 | 0.2279 | 0.0917 | 54.07 | 0.2151 | 0.102 | 42.29 | 0.2262 | 0.1074 | 94 | 0.1935 | 0.1371 |
| 655 | 192 | 0 | 255 | 79.01 | 0.2384 | 0.1606 | 107.58 | 0.2647 | 0.1711 | 56.44 | 0.2421 | 0.1135 | 72.33 | 0.2536 | 0.1065 | 69.37 | 0.2545 | 0.1207 | 52.22 | 0.2588 | 0.1233 | 108.57 | 0.2175 | 0.1491 |
| 656 | 224 | 0 | 255 | 93.16 | 0.2652 | 0.1749 | 120.53 | 0.282 | 0.1811 | 67.61 | 0.2672 | 0.1275 | 86.54 | 0.2739 | 0.1183 | 89.06 | 0.2971 | 0.1409 | 63.92 | 0.2929 | 0.1401 | 127.88 | 0.2452 | 0.1628 |
| 657 | 255 | 0 | 255 | 102.71 | 0.2809 | 0.1833 | 128.8 | 0.2922 | 0.187 | 77.11 | 0.286 | 0.138 | 105.03 | 0.2893 | 0.1272 | 114.02 | 0.3411 | 0.1618 | 75.29 | 0.3214 | 0.154 | 151.17 | 0.2736 | 0.1769 |
| 658 | 0 | 32 | 255 | 48.77 | 0.1575 | 0.121 | 55.28 | 0.1622 | 0.1159 | 27.82 | 0.1505 | 0.068 | 27.45 | 0.1519 | 0.0541 | 29.55 | 0.1326 | 0.0653 | 20.11 | 0.1327 | 0.0628 | 70.77 | 0.1468 | 0.1148 |
| 659 | 32 | 32 | 255 | 49.47 | 0.1598 | 0.1221 | 56.69 | 0.1655 | 0.118 | 28.55 | 0.1531 | 0.0695 | 25.17 | 0.1514 | 0.0501 | 30.15 | 0.1343 | 0.0661 | 20.45 | 0.133 | 0.0626 | 71.14 | 0.1475 | 0.1152 |
| 660 | 64 | 32 | 255 | 52.04 | 0.1674 | 0.1262 | 63.11 | 0.1805 | 0.1266 | 31.36 | 0.1628 | 0.0748 | 26.05 | 0.1554 | 0.0511 | 32.18 | 0.1419 | 0.0697 | 22.44 | 0.1429 | 0.0672 | 73.14 | 0.1518 | 0.1173 |
| 661 | 96 | 32 | 255 | 56.26 | 0.1795 | 0.1326 | 71.96 | 0.1996 | 0.1375 | 35.7 | 0.1771 | 0.0826 | 31.67 | 0.1704 | 0.0595 | 36.63 | 0.1577 | 0.0771 | 26.23 | 0.1618 | 0.076 | 77.45 | 0.1607 | 0.1217 |
| 662 | 128 | 32 | 255 | 62.11 | 0.1952 | 0.1408 | 82.37 | 0.2197 | 0.149 | 41.87 | 0.1961 | 0.0929 | 41.41 | 0.192 | 0.072 | 43.76 | 0.1814 | 0.0882 | 32.51 | 0.189 | 0.0892 | 84.54 | 0.1746 | 0.1286 |
| 663 | 160 | 32 | 255 | 70.91 | 0.2166 | 0.1521 | 96.53 | 0.2438 | 0.1628 | 49.93 | 0.2186 | 0.1052 | 56.87 | 0.2238 | 0.0902 | 54.93 | 0.2148 | 0.1039 | 40.63 | 0.2221 | 0.1055 | 95.15 | 0.1939 | 0.1382 |
| 664 | 192 | 32 | 255 | 81.53 | 0.2395 | 0.1642 | 111.13 | 0.2655 | 0.1752 | 59.77 | 0.2431 | 0.1186 | 73.03 | 0.2502 | 0.1053 | 70.33 | 0.2545 | 0.1225 | 51.11 | 0.2564 | 0.1222 | 109.74 | 0.2178 | 0.1501 |
| 665 | 224 | 32 | 255 | 95.48 | 0.2656 | 0.178 | 124.1 | 0.2824 | 0.1849 | 70.86 | 0.2677 | 0.132 | 89.59 | 0.2731 | 0.1185 | 90.08 | 0.2976 | 0.1426 | 62.5 | 0.2891 | 0.1382 | 129.07 | 0.2453 | 0.1637 |
| 666 | 255 | 32 | 255 | 104.99 | 0.2812 | 0.1862 | 132.66 | 0.2926 | 0.191 | 80.47 | 0.2863 | 0.1423 | 107.33 | 0.2899 | 0.1281 | 114.59 | 0.3408 | 0.1629 | 75.29 | 0.3214 | 0.154 | 152.35 | 0.2735 | 0.1774 |
| 667 | 0 | 64 | 255 | 56.75 | 0.1632 | 0.1362 | 71.85 | 0.1718 | 0.1419 | 39.74 | 0.1592 | 0.092 | 42.29 | 0.1584 | 0.0784 | 35.14 | 0.1345 | 0.0765 | 25.7 | 0.1352 | 0.078 | 76.08 | 0.1493 | 0.1211 |
| 668 | 32 | 64 | 255 | 57.47 | 0.1653 | 0.1372 | 74.15 | 0.1753 | 0.1451 | 40.57 | 0.1617 | 0.0934 | 35.8 | 0.1558 | 0.0665 | 35.63 | 0.136 | 0.077 | 25.66 | 0.1351 | 0.0774 | 76.63 | 0.1501 | 0.1221 |
| 669 | 64 | 64 | 255 | 60.03 | 0.1727 | 0.1409 | 81.02 | 0.1894 | 0.1528 | 43.51 | 0.1708 | 0.0983 | 31.72 | 0.1565 | 0.0595 | 37.68 | 0.1435 | 0.0803 | 26.61 | 0.143 | 0.079 | 78.73 | 0.1543 | 0.1244 |
| 670 | 96 | 64 | 255 | 64.29 | 0.1843 | 0.1467 | 90.13 | 0.2071 | 0.1622 | 47.87 | 0.1842 | 0.1051 | 34.27 | 0.1666 | 0.0625 | 41.97 | 0.1589 | 0.0871 | 30 | 0.1612 | 0.0861 | 83.06 | 0.163 | 0.1284 |
| 671 | 128 | 64 | 255 | 70.13 | 0.1993 | 0.1542 | 100.68 | 0.2257 | 0.172 | 54.1 | 0.2021 | 0.1141 | 43.46 | 0.1881 | 0.0744 | 49.1 | 0.1824 | 0.0976 | 34.93 | 0.1859 | 0.0968 | 90.21 | 0.1767 | 0.1351 |
| 672 | 160 | 64 | 255 | 78.97 | 0.22 | 0.1645 | 114.98 | 0.2481 | 0.1838 | 62.15 | 0.2231 | 0.1248 | 59.14 | 0.219 | 0.0915 | 59.99 | 0.215 | 0.1122 | 42.61 | 0.2195 | 0.1116 | 100.88 | 0.1956 | 0.1443 |
| 673 | 192 | 64 | 255 | 89.64 | 0.2421 | 0.1765 | 129.85 | 0.2684 | 0.1945 | 72.08 | 0.2464 | 0.1367 | 77.01 | 0.2475 | 0.1074 | 75.17 | 0.2543 | 0.1297 | 51.52 | 0.254 | 0.1275 | 115.52 | 0.2191 | 0.1555 |
| 674 | 224 | 64 | 255 | 103.41 | 0.2671 | 0.1881 | 143.16 | 0.2844 | 0.2031 | 83.31 | 0.2697 | 0.1486 | 94.33 | 0.2722 | 0.1212 | 94.86 | 0.2971 | 0.1488 | 61.05 | 0.2876 | 0.1424 | 134.9 | 0.2462 | 0.1688 |
| 675 | 255 | 64 | 255 | 112.99 | 0.2824 | 0.1957 | 152.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| R | G | B | Prestigio Multipad PMP3384B | | | Apple iPad Wi-Fi (1. generacija) | | | Apple iPad 3 Wi-Fi | | | Apple iPad 4 Wi-Fi | | | Sony Xperia P | | | Samsung Galaxy S | | | Samsung Galaxy S Advance | | | |
|----|-----|-----|-----------------------------|--------|--------|----------------------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|---------------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------------------------|-------|--------|--------|
| | | | Y | X | Y | Y | X | Y | Y | X | Y | Y | X | Y | Y | X | Y | Y | X | Y | Y | X | Y | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0,2625 | 0,2551 | 0,37 | 0,2597 | 0,2687 | 0,5 | 0,2829 | 0,2466 | 0,42 | 0,2402 | 0,2365 | 1,03 | 0,2606 | 0,2436 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 32 | 0 | 0 | 1,55 | 0,4789 | 0,3188 | 0,85 | 0,433 | 0,3021 | 1,15 | 0,4835 | 0,2911 | 1,12 | 0,4542 | 0,2899 | 2,42 | 0,4585 | 0,2873 | 1,41 | 0,6699 | 0,3293 | 0,57 | 0,6528 | 0,3472 |
| 3 | 64 | 0 | 0 | 4,16 | 0,5545 | 0,3401 | 3,25 | 0,5592 | 0,3349 | 4,43 | 0,5857 | 0,317 | 4,08 | 0,5855 | 0,3177 | 9,27 | 0,5978 | 0,3176 | 3,72 | 0,672 | 0,3263 | 2,34 | 0,6633 | 0,3367 |
| 4 | 96 | 0 | 0 | 10,38 | 0,5812 | 0,3467 | 7,59 | 0,5878 | 0,3419 | 10,26 | 0,6127 | 0,3241 | 9,34 | 0,6166 | 0,3243 | 22,06 | 0,6309 | 0,3252 | 9,61 | 0,6744 | 0,3245 | 6,31 | 0,6652 | 0,3332 |
| 5 | 128 | 0 | 0 | 19,77 | 0,5916 | 0,3497 | 14,42 | 0,5992 | 0,3446 | 18,63 | 0,6234 | 0,3267 | 17,74 | 0,6285 | 0,3268 | 42,1 | 0,6415 | 0,3276 | 18,83 | 0,6751 | 0,324 | 12,04 | 0,665 | 0,3322 |
| 6 | 160 | 0 | 0 | 30,85 | 0,5978 | 0,3522 | 24,46 | 0,6036 | 0,3456 | 29,97 | 0,6278 | 0,3279 | 28,84 | 0,6335 | 0,328 | 67,6 | 0,6462 | 0,3287 | 32,87 | 0,6756 | 0,324 | 20,82 | 0,6669 | 0,3318 |
| 7 | 192 | 0 | 0 | 43,22 | 0,6026 | 0,3542 | 37,77 | 0,6062 | 0,3463 | 43,86 | 0,6304 | 0,3285 | 43,37 | 0,6362 | 0,3287 | 79,35 | 0,6471 | 0,3289 | 47,88 | 0,6754 | 0,3239 | 32,7 | 0,6674 | 0,3318 |
| 8 | 224 | 0 | 0 | 53,73 | 0,6069 | 0,3561 | 53,76 | 0,6075 | 0,3466 | 60,85 | 0,6312 | 0,3288 | 62,73 | 0,6377 | 0,3291 | 79,32 | 0,6472 | 0,3289 | 65,2 | 0,6756 | 0,3239 | 47,93 | 0,6676 | 0,3319 |
| 9 | 255 | 0 | 0 | 62,07 | 0,6102 | 0,3574 | 72,55 | 0,6078 | 0,3463 | 76,91 | 0,6306 | 0,3283 | 87,38 | 0,6383 | 0,3291 | 79,31 | 0,6472 | 0,3289 | 85,76 | 0,6763 | 0,3236 | 66,21 | 0,6678 | 0,3319 |
| 10 | 0 | 32 | 0 | 4,62 | 0,2851 | 0,5199 | 1,69 | 0,2945 | 0,4513 | 3,29 | 0,2906 | 0,4968 | 2,69 | 0,281 | 0,4888 | 5,42 | 0,2605 | 0,5039 | 4,46 | 0,2009 | 0,7306 | 1,52 | 0,1977 | 0,7329 |
| 11 | 32 | 32 | 0 | 5,22 | 0,3651 | 0,4754 | 2,17 | 0,3853 | 0,424 | 4,09 | 0,3862 | 0,4511 | 3,39 | 0,3806 | 0,4432 | 5,04 | 0,367 | 0,4257 | 5,58 | 0,3957 | 0,5652 | 2,14 | 0,4126 | 0,5416 |
| 12 | 64 | 32 | 0 | 7,97 | 0,4557 | 0,4258 | 4,59 | 0,5137 | 0,3793 | 7,25 | 0,5151 | 0,3892 | 6,43 | 0,5211 | 0,3824 | 9,98 | 0,5568 | 0,3519 | 7,71 | 0,5211 | 0,4582 | 3,76 | 0,5537 | 0,4228 |
| 13 | 96 | 32 | 0 | 14,03 | 0,5249 | 0,3906 | 8,93 | 0,5633 | 0,3634 | 13,08 | 0,5732 | 0,3605 | 11,77 | 0,5808 | 0,357 | 22,22 | 0,6156 | 0,3356 | 12,74 | 0,5906 | 0,3962 | 7,63 | 0,6217 | 0,3723 |
| 14 | 128 | 32 | 0 | 23,44 | 0,5582 | 0,3748 | 15,85 | 0,5839 | 0,3561 | 21,49 | 0,5987 | 0,3477 | 20,23 | 0,6069 | 0,345 | 38,89 | 0,6369 | 0,3303 | 21,43 | 0,6379 | 0,3563 | 13,11 | 0,6418 | 0,3539 |
| 15 | 160 | 32 | 0 | 34,55 | 0,5749 | 0,3687 | 25,88 | 0,5948 | 0,3527 | 32,8 | 0,6123 | 0,3415 | 31,37 | 0,6195 | 0,3397 | 63,96 | 0,6454 | 0,3293 | 35,16 | 0,6539 | 0,3425 | 21,88 | 0,6525 | 0,3442 |
| 16 | 192 | 32 | 0 | 47,04 | 0,5856 | 0,3664 | 39,2 | 0,6003 | 0,3508 | 46,85 | 0,6189 | 0,3378 | 45,89 | 0,6265 | 0,3365 | 79,3 | 0,6473 | 0,329 | 49,49 | 0,6626 | 0,3349 | 33,55 | 0,6589 | 0,3396 |
| 17 | 224 | 32 | 0 | 57,68 | 0,5927 | 0,366 | 55,17 | 0,6033 | 0,3498 | 63,64 | 0,623 | 0,3355 | 65,16 | 0,6309 | 0,3345 | 79,29 | 0,6473 | 0,3289 | 67,46 | 0,6669 | 0,3313 | 48,33 | 0,6616 | 0,3368 |
| 18 | 255 | 32 | 0 | 66,4 | 0,5968 | 0,3665 | 73,93 | 0,6046 | 0,3489 | 79,76 | 0,6238 | 0,3337 | 89,67 | 0,6332 | 0,3332 | 79,25 | 0,6474 | 0,329 | 87,86 | 0,6704 | 0,3287 | 67,16 | 0,6636 | 0,3353 |
| 19 | 0 | 64 | 0 | 14,4 | 0,2903 | 0,5563 | 8,15 | 0,3162 | 0,5365 | 14,52 | 0,2982 | 0,5762 | 12,48 | 0,2952 | 0,5749 | 27,32 | 0,2663 | 0,6203 | 13,02 | 0,198 | 0,7338 | 6,3 | 0,2158 | 0,7166 |
| 20 | 32 | 64 | 0 | 15,23 | 0,3208 | 0,5367 | 8,62 | 0,3414 | 0,5194 | 15,42 | 0,3292 | 0,5533 | 13,33 | 0,3256 | 0,5539 | 23,99 | 0,2863 | 0,6008 | 13,99 | 0,279 | 0,6649 | 6,72 | 0,2853 | 0,6592 |
| 21 | 64 | 64 | 0 | 17,17 | 0,3766 | 0,4981 | 11,02 | 0,421 | 0,4698 | 18,61 | 0,408 | 0,4958 | 16,37 | 0,412 | 0,4924 | 25,66 | 0,4054 | 0,5081 | 15,55 | 0,3928 | 0,5682 | 8,39 | 0,411 | 0,5549 |
| 22 | 96 | 64 | 0 | 23,42 | 0,4496 | 0,4509 | 15,43 | 0,4871 | 0,4267 | 24,39 | 0,4804 | 0,4433 | 21,8 | 0,4872 | 0,4393 | 33,8 | 0,5204 | 0,4223 | 20,65 | 0,5042 | 0,4718 | 12,21 | 0,5238 | 0,4051 |
| 23 | 128 | 64 | 0 | 32,87 | 0,5011 | 0,4179 | 22,32 | 0,5309 | 0,3987 | 32,87 | 0,5297 | 0,407 | 30,3 | 0,5395 | 0,4024 | 48,29 | 0,5847 | 0,3767 | 28,95 | 0,5735 | 0,4119 | 17,54 | 0,5801 | 0,4474 |
| 24 | 160 | 64 | 0 | 44,06 | 0,5312 | 0,4007 | 32,39 | 0,5583 | 0,3813 | 44,23 | 0,5612 | 0,3841 | 41,49 | 0,5709 | 0,3802 | 71,2 | 0,6145 | 0,3559 | 41,61 | 0,6135 | 0,3775 | 26,24 | 0,6138 | 0,3777 |
| 25 | 192 | 64 | 0 | 56,53 | 0,5512 | 0,391 | 45,69 | 0,5747 | 0,3707 | 58,25 | 0,5809 | 0,3695 | 56,04 | 0,5909 | 0,3658 | 88,35 | 0,6269 | 0,3467 | 51,11 | 0,6335 | 0,3604 | 37,92 | 0,6327 | 0,3617 |
| 26 | 224 | 64 | 0 | 67,4 | 0,563 | 0,3866 | 61,68 | 0,5844 | 0,3642 | 75,21 | 0,5937 | 0,3596 | 75,36 | 0,6045 | 0,3561 | 86,14 | 0,6317 | 0,3428 | 74,1 | 0,6461 | 0,3493 | 52,62 | 0,6442 | 0,3523 |
| 27 | 255 | 64 | 0 | 76,77 | 0,5691 | 0,3857 | 80,42 | 0,5901 | 0,3599 | 91,2 | 0,6001 | 0,3536 | 100,03 | 0,6131 | 0,3496 | 84,76 | 0,6347 | 0,3397 | 94,45 | 0,6547 | 0,3422 | 70,92 | 0,6513 | 0,3461 |
| 28 | 0 | 96 | 0 | 17,33 | 0,2924 | 0,5693 | 10,91 | 0,3191 | 0,553 | 35,56 | 0,301 | 0,5908 | 30,45 | 0,2977 | 0,5925 | 65,9 | 0,2681 | 0,6389 | 29,3 | 0,1953 | 0,7389 | 16,87 | 0,2084 | 0,7293 |
| 29 | 32 | 96 | 0 | 38,09 | 0,3054 | 0,5602 | 20,41 | 0,3304 | 0,5456 | 36,5 | 0,3144 | 0,5793 | 31,42 | 0,3112 | 0,5822 | 61,15 | 0,2726 | 0,637 | 30,06 | 0,2293 | 0,7086 | 17,34 | 0,2399 | 0,7029 |
| 30 | 64 | 96 | 0 | 40,18 | 0,3227 | 0,5405 | 22,83 | 0,3743 | 0,5141 | 39,68 | 0,3657 | 0,5792 | 34,57 | 0,3592 | 0,5458 | 58,88 | 0,3227 | 0,5957 | 31,64 | 0,2975 | 0,6077 | 18,81 | 0,3102 | 0,6422 |
| 31 | 96 | 96 | 0 | 46,06 | 0,3817 | 0,5059 | 27,24 | 0,4269 | 0,4772 | 55,55 | 0,4112 | 0,5045 | 40,0 | 0,4167 | 0,5018 | 64,47 | 0,4138 | 0,5219 | 36,6 | 0,3918 | 0,5684 | 22,56 | 0,4124 | 0,5534 |
| 32 | 128 | 96 | 0 | 55,76 | 0,4311 | 0,4719 | 34,09 | 0,4743 | 0,4439 | 64,02 | 0,4606 | 0,4657 | 48,58 | 0,4713 | 0,4602 | 67,04 | 0,4948 | 0,4561 | 44 | 0,4776 | 0,4951 | 27,78 | 0,4853 | 0,4897 |
| 33 | 160 | 96 | 0 | 66,98 | 0,4676 | 0,4481 | 44,2 | 0,5117 | 0,4174 | 65,47 | 0,5007 | 0,4347 | 59,79 | 0,5122 | 0,4287 | 94,03 | 0,5504 | 0,4114 | 56,72 | 0,5453 | 0,4363 | 36,2 | 0,5449 | 0,4383 |
| 34 | 192 | 96 | 0 | 79,68 | 0,495 | 0,4317 | 57,54 | 0,5381 | 0,3988 | 79,46 | 0,53 | 0,4116 | 74,41 | 0,5429 | 0,4054 | 114,84 | 0,5782 | 0,3892 | 70,26 | 0,5844 | 0,4028 | 47,55 | 0,5826 | 0,4056 |
| 35 | 224 | 96 | 0 | 90,64 | 0,5124 | 0,4225 | 73,53 | 0,5556 | 0,3863 | 96,39 | 0,5515 | 0,3945 | 93,81 | 0,5662 | 0,3875 | 111,14 | 0,5842 | 0,3842 | 87,99 | 0,6056 | 0,3846 | 62,24 | 0,6074 | 0,3845 |
| 36 | 255 | 96 | 0 | 101,1 | 0,521 | 0,4193 | 92,2 | 0,5672 | 0,3775 | 112,39 | 0,564 | 0,3835 | 118,64 | 0,5824 | 0,3746 | 108,67 | 0,5883 | 0,3806 | 108,35 | 0,624 | 0,3688 | 80,5 | 0,6237 | 0,3699 |
| 37 | 0 | 128 | 0 | 70,84 | 0,2952 | 0,5744 | 38,62 | 0,3203 | 0,5594 | 66,18 | 0,3016 | 0,5948 | 58,25 | 0,2986 | 0,5987 | 124,92 | 0,2683 | 0,6459 | 55,7 | 0,1946 | 0,7388 | 31,53 | 0,2065 | 0,7331 |
| 38 | 32 | 128 | 0 | 72,37 | 0,3019 | 0,5697 | 39,13 | 0,3262 | 0,555 | 67,18 | 0,3092 | 0,5885 | 59,36 | 0,3058 | 0,5926 | 115,28 | 0,2689 | 0,6479 | 56,02 | 0,2104 | 0,7258 | 31,98 | 0,224 | 0,718 |
| 39 | 64 | 128 | 0 | 74,61 | 0,3171 | 0,5581 | 41,55 | 0,3521 | 0,5363 | 70,36 | 0,3343 | 0,5688 | 62,54 | 0,3342 | 0,5703 | 109,94 | 0,2928 | 0,6291 | 56,11 | 0,2494 | 0,6918 | 33,32 | 0,2658 | 0,681 |
| 40 | 96 | 128 | 0 | 80,78 | 0,3486 | 0,5353 | 45,94 | 0,3884 | 0,5098 | 76,27 | 0,372 | 0,5389 | 68,04 | 0,3739 | 0,5394 | 112,49 | 0,3492 | 0,5822 | 61,07 | 0,3198 | 0,6313 | 36,93 | 0,344 | 0,6147 |
| 41 | 128 | 128 | 0 | 90,25 | 0,386 | 0,5085 | 52,89 | 0,4286 | 0,4802 | 84,69 | 0,4121 | 0,5071 | 76,66 | 0,4192 | 0,5041 | 122,55 | 0,4176 | 0,5257 | 67,53 | 0,3956 | 0,5657 | 41,91 | 0,4114 | 0,5553 |
| 42 | 160 | 128 | 0 | 101,73 | 0,4188 | 0,4861 | 62,93 | 0,4667 | 0,4526 | 96,18 | 0,4503 | 0,4765 | 87,85 | 0,4592 | 0,4726 | 136,92 | 0,4789 | 0,4741 | 80,71 | 0,4645 | 0,5062 | 50,12 | 0,4787 | 0,4959 |
| 43 | 192 | 128 | 0 | 114,51 | 0,4463 | 0,4685 | 76,25 | 0,4979 | 0,43 | 110,24 | 0,4803 | 0,4511 | 102,55 | 0,4939 | 0,4457 | 158,54 | 0,5216 | 0,439 | 94,34 | 0,5206 | 0,4718 | 61,44 | 0,5283 | 0,453 |
| 44 | 224 | 128 | 0 | 125,62 | 0,4651 | 0,4573 | 92,26 | 0,5211 | 0,4129 | 127,14 | 0,5084 | 0,4302 | 121,38 | 0,5232 | 0,4225 | 150,42 | 0,5304 | 0,4311 | 110,28 | 0,5529 | 0,4298 | 75,36 | 0,5643 | 0,4291 |
| 45 | 255 | 128 | 0 | 136,84 | 0,4756 | 0,4522 | 110,92 | 0,5379 | 0,3999 | 143,16 | 0,5249 | 0,4159 | 146,82 | 0,5459 | 0,4043 | 146,86 | 0,5344 | 0,4276 | 130,6 | 0,5822 | 0,405 | 93,51 | 0,5905 | 0,3999 |
| 46 | 0 | 160 | 0 | 109,01 | 0,2981 | 0,5779 | 66,06 | 0,3209 | 0,5621 | 106,55 | 0,3016 | 0,5972 | 95,58 | 0,299 | 0,6008 | 196,65 | 0,2676 | 0,6484 | 91,96 | 0,1934 | 0,7395 | 53,19 | 0,2058 | 0,7342 |
| 47 | 32 | 160 | 0 | 110,91 | 0,3025 | 0,5749 | 66,6 | 0,3245 | 0,5596 | 107,54 | 0,3064 | 0,5933 | 96,67 | 0,3035 | 0,5974 | 187,85 | 0,2682 | 0,6509 | 92,48 | 0,2017 | 0,733 | 53,75 | 0,2165 | 0,7244 |
| 48 | 64 | 160 | 0 | 113,31 | 0,3126 | 0,5671 | 69,03 | 0,3404 | 0,5475 | 110,8 | 0,3229 | 0,5799 | 9 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 103 | 96 | 64 | 32 | 23,57 | 0,3972 | 0,3813 | 15,89 | 0,4609 | 0,4048 | 24,85 | 0,452 | 0,4105 | 22,24 | 0,4617 | 0,4125 | 39,56 | 0,489 | 0,4035 | 20,89 | 0,4394 | 0,4064 | 12,74 | 0,4841 | 0,4066 |
| 104 | 128 | 64 | 32 | 33 | 0,4587 | 0,3733 | 22,78 | 0,5115 | 0,3857 | 33,37 | 0,5065 | 0,3865 | 30,77 | 0,5189 | 0,3857 | 54,06 | 0,5607 | 0,372 | 28,66 | 0,5201 | 0,381 | 18,49 | 0,5508 | 0,3796 |
| 105 | 160 | 64 | 32 | 44,11 | 0,4974 | 0,369 | 32,81 | 0,5442 | 0,373 | 44,85 | 0,5431 | 0,37 | 41,89 | 0,5552 | 0,3694 | 76,97 | 0,603 | 0,355 | 43 | 0,5944 | 0,3604 | 27,14 | 0,5944 | 0,3621 |
| 106 | 192 | 64 | 32 | 56,63 | 0,5236 | 0,3671 | 46,18 | 0,5641 | 0,3651 | 58,91 | 0,5637 | 0,3597 | 56,43 | 0,5787 | 0,3585 | 91,26 | 0,6181 | 0,3496 | 58,95 | 0,6212 | 0,3499 | 39,09 | 0,6188 | 0,3515 |
| 107 | 224 | 64 | 32 | 67,35 | 0,5394 | 0,3666 | 62,14 | 0,5765 | 0,3603 | 75,64 | 0,5824 | 0,3524 | 75,59 | 0,595 | 0,351 | 88,38 | 0,6253 | 0,3459 | 76,49 | 0,6369 | 0,3421 | 54,2 | 0,6344 | 0,3455 |
| 108 | 256 | 64 | 32 | 76,19 | 0,5548 | 0,3674 | 80,83 | 0,5839 | 0,3568 | 91,19 | 0,5903 | 0,3479 | 99,81 | 0,6054 | 0,3499 | 99,81 | 0,6306 | 0,3429 | 96,56 | 0,6481 | 0,3375 | 72,34 | 0,6439 | 0,3416 |
| 109 | 0 | 96 | 32 | 36,12 | 0,2699 | 0,4902 | 20,5 | 0,3069 | 0,5228 | 36,24 | 0,2892 | 0,549 | 31,15 | 0,2871 | 0,5558 | 72,05 | 0,2474 | 0,5382 | 29,12 | 0,1876 | 0,643 | 16,98 | 0,2014 | 0,6448 |
| 110 | 32 | 96 | 32 | 37,04 | 0,2825 | 0,4881 | 20,98 | 0,3172 | 0,5161 | 37,19 | 0,3019 | 0,5404 | 32,05 | 0,2999 | 0,5477 | 68,15 | 0,2561 | 0,5425 | 29,54 | 0,2213 | 0,6136 | 17,38 | 0,2279 | 0,6241 |
| 111 | 64 | 96 | 32 | 39,76 | 0,3086 | 0,4771 | 23,39 | 0,3601 | 0,4913 | 40,38 | 0,3425 | 0,515 | 35,16 | 0,3462 | 0,5181 | 69,32 | 0,3096 | 0,5366 | 31,99 | 0,2881 | 0,5837 | 19,26 | 0,2982 | 0,575 |
| 112 | 96 | 96 | 32 | 45,86 | 0,3572 | 0,4565 | 27,8 | 0,4127 | 0,4612 | 46,28 | 0,3966 | 0,4806 | 40,64 | 0,4033 | 0,4815 | 73,52 | 0,3942 | 0,4938 | 37,06 | 0,3777 | 0,5204 | 23,16 | 0,3971 | 0,5098 |
| 113 | 128 | 96 | 32 | 55,48 | 0,408 | 0,4355 | 34,69 | 0,4618 | 0,4326 | 54,81 | 0,4467 | 0,4489 | 49,23 | 0,4463 | 0,4463 | 84,83 | 0,4753 | 0,4481 | 45,12 | 0,4657 | 0,464 | 28,39 | 0,4725 | 0,4606 |
| 114 | 160 | 96 | 32 | 66,69 | 0,4469 | 0,4203 | 44,78 | 0,5013 | 0,41 | 66,32 | 0,4883 | 0,4224 | 60,44 | 0,5009 | 0,4193 | 105,25 | 0,5358 | 0,41 | 57,33 | 0,5385 | 0,4195 | 37,04 | 0,5329 | 0,4211 |
| 115 | 192 | 96 | 32 | 79,32 | 0,4768 | 0,4097 | 58,11 | 0,5297 | 0,3938 | 80,38 | 0,5193 | 0,4028 | 75,01 | 0,5333 | 0,3987 | 122,29 | 0,5633 | 0,3942 | 72,87 | 0,5772 | 0,3948 | 48,83 | 0,5732 | 0,3942 |
| 116 | 224 | 96 | 32 | 90,16 | 0,4957 | 0,4039 | 74,09 | 0,5488 | 0,3827 | 97,13 | 0,5422 | 0,3878 | 94,19 | 0,5581 | 0,3828 | 115,82 | 0,5745 | 0,3883 | 90,47 | 0,6026 | 0,3756 | 64,14 | 0,5998 | 0,3769 |
| 117 | 256 | 96 | 32 | 99,78 | 0,5062 | 0,402 | 92,77 | 0,5616 | 0,3746 | 112,7 | 0,5555 | 0,3783 | 118,69 | 0,5753 | 0,3712 | 112,1 | 0,5814 | 0,3847 | 110,52 | 0,6211 | 0,365 | 81,84 | 0,6178 | 0,365 |
| 118 | 0 | 128 | 32 | 69,29 | 0,282 | 0,5297 | 39,28 | 0,3135 | 0,5427 | 67,2 | 0,2947 | 0,5712 | 59,15 | 0,2926 | 0,578 | 133,91 | 0,2538 | 0,5764 | 54,35 | 0,1905 | 0,6919 | 31,49 | 0,2029 | 0,6854 |
| 119 | 32 | 128 | 32 | 70,77 | 0,2889 | 0,5277 | 39,82 | 0,3194 | 0,5386 | 68,14 | 0,3019 | 0,5659 | 60,08 | 0,2997 | 0,5727 | 126,06 | 0,2571 | 0,5817 | 56,25 | 0,2075 | 0,6797 | 31,98 | 0,2195 | 0,6691 |
| 120 | 64 | 128 | 32 | 73,66 | 0,3039 | 0,5194 | 42,27 | 0,3446 | 0,5218 | 71,34 | 0,3263 | 0,5485 | 63,27 | 0,3274 | 0,5531 | 122,36 | 0,2871 | 0,5773 | 56,33 | 0,2461 | 0,6529 | 33,55 | 0,2622 | 0,6364 |
| 121 | 96 | 128 | 32 | 80,02 | 0,3352 | 0,502 | 46,65 | 0,3805 | 0,4982 | 77,26 | 0,3635 | 0,5222 | 68,81 | 0,3667 | 0,525 | 124,42 | 0,3408 | 0,5481 | 61,36 | 0,3155 | 0,6028 | 37,44 | 0,3376 | 0,5802 |
| 122 | 128 | 128 | 32 | 89,56 | 0,3729 | 0,4812 | 53,55 | 0,421 | 0,4717 | 85,83 | 0,4036 | 0,4966 | 77,42 | 0,4116 | 0,493 | 133,19 | 0,4076 | 0,5081 | 69,52 | 0,3935 | 0,545 | 42,73 | 0,4072 | 0,5282 |
| 123 | 160 | 128 | 32 | 101,02 | 0,4061 | 0,4636 | 63,61 | 0,4596 | 0,4465 | 97,36 | 0,4422 | 0,4663 | 88,66 | 0,4519 | 0,4645 | 149,2 | 0,4668 | 0,4696 | 81,71 | 0,4679 | 0,4875 | 51,27 | 0,473 | 0,4782 |
| 124 | 192 | 128 | 32 | 113,8 | 0,4345 | 0,4497 | 76,97 | 0,4915 | 0,4254 | 111,44 | 0,4745 | 0,4432 | 103,25 | 0,4868 | 0,4395 | 170,93 | 0,5058 | 0,4427 | 95,78 | 0,5189 | 0,4501 | 62,78 | 0,5234 | 0,4404 |
| 125 | 224 | 128 | 32 | 124,76 | 0,4538 | 0,441 | 92,95 | 0,5156 | 0,4095 | 128,21 | 0,5011 | 0,4242 | 122,52 | 0,5168 | 0,4182 | 159,93 | 0,5174 | 0,4357 | 112,77 | 0,5552 | 0,4209 | 77,3 | 0,5597 | 0,4131 |
| 126 | 256 | 128 | 32 | 135,38 | 0,4648 | 0,4372 | 111,59 | 0,5332 | 0,3973 | 143,81 | 0,5178 | 0,412 | 147,07 | 0,5399 | 0,4011 | 152,74 | 0,5263 | 0,431 | 133,65 | 0,5799 | 0,4022 | 94,83 | 0,5862 | 0,3935 |
| 127 | 0 | 160 | 32 | 107,25 | 0,289 | 0,5475 | 66,82 | 0,3167 | 0,5519 | 107,92 | 0,2973 | 0,5814 | 96,59 | 0,2953 | 0,5879 | 205,54 | 0,2569 | 0,5961 | 92,25 | 0,1918 | 0,7184 | 52,93 | 0,2041 | 0,705 |
| 128 | 32 | 160 | 32 | 109,07 | 0,2935 | 0,5463 | 67,36 | 0,3202 | 0,5494 | 108,8 | 0,3018 | 0,5779 | 97,54 | 0,2997 | 0,5844 | 198,18 | 0,2584 | 0,6002 | 91,47 | 0,2006 | 0,7091 | 54,27 | 0,2142 | 0,6946 |
| 129 | 64 | 160 | 32 | 112,11 | 0,3036 | 0,54 | 69,76 | 0,3359 | 0,5384 | 112,03 | 0,3179 | 0,566 | 100,75 | 0,3177 | 0,571 | 195,34 | 0,2771 | 0,5984 | 93,51 | 0,226 | 0,6908 | 55,19 | 0,2411 | 0,6732 |
| 130 | 96 | 160 | 32 | 118,54 | 0,3257 | 0,5261 | 74,18 | 0,3604 | 0,5213 | 117,97 | 0,3441 | 0,5465 | 106,29 | 0,3453 | 0,5503 | 192,91 | 0,3099 | 0,5818 | 97,61 | 0,2718 | 0,6568 | 58,75 | 0,2943 | 0,6308 |
| 131 | 128 | 160 | 32 | 128,31 | 0,3546 | 0,5083 | 81,1 | 0,3911 | 0,4997 | 126,56 | 0,3751 | 0,5222 | 114,92 | 0,3801 | 0,5243 | 196,95 | 0,3587 | 0,5511 | 104,64 | 0,3349 | 0,6028 | 64,44 | 0,352 | 0,5843 |
| 132 | 160 | 160 | 32 | 139,59 | 0,3821 | 0,4919 | 91,2 | 0,4245 | 0,4766 | 138,09 | 0,4078 | 0,4989 | 126,17 | 0,4147 | 0,4986 | 207,78 | 0,4136 | 0,5146 | 117,48 | 0,4017 | 0,5495 | 73,04 | 0,4143 | 0,5343 |
| 133 | 192 | 160 | 32 | 152,52 | 0,4072 | 0,4778 | 104,5 | 0,4556 | 0,4551 | 152,14 | 0,4378 | 0,4764 | 140,78 | 0,4479 | 0,4738 | 227,21 | 0,4617 | 0,4809 | 132,16 | 0,455 | 0,5069 | 83,95 | 0,4683 | 0,4916 |
| 134 | 224 | 160 | 32 | 163,61 | 0,4252 | 0,4684 | 120,49 | 0,4814 | 0,437 | 168,93 | 0,4645 | 0,4563 | 159,98 | 0,4789 | 0,4506 | 223,69 | 0,465 | 0,4802 | 148,69 | 0,4954 | 0,4751 | 97,96 | 0,5116 | 0,4571 |
| 135 | 256 | 160 | 32 | 174,44 | 0,4362 | 0,4635 | 139,07 | 0,502 | 0,4222 | 184,49 | 0,4826 | 0,4438 | 148,37 | 0,5053 | 0,4306 | 216,22 | 0,4706 | 0,4779 | 168,5 | 0,5327 | 0,4451 | 115,6 | 0,5454 | 0,4302 |
| 136 | 0 | 192 | 32 | 147,64 | 0,2948 | 0,5586 | 103,29 | 0,3182 | 0,5569 | 156,21 | 0,2985 | 0,5867 | 144,3 | 0,2966 | 0,5933 | 231,41 | 0,2549 | 0,5913 | 135,31 | 0,1913 | 0,7306 | 82,97 | 0,2048 | 0,717 |
| 137 | 32 | 192 | 32 | 149,42 | 0,2983 | 0,5577 | 103,81 | 0,3204 | 0,5551 | 157,15 | 0,3016 | 0,5843 | 145,3 | 0,2995 | 0,5909 | 231,2 | 0,2563 | 0,5984 | 135,86 | 0,1958 | 0,726 | 83,78 | 0,2105 | 0,7096 |
| 138 | 64 | 192 | 32 | 152,41 | 0,3057 | 0,5526 | 106,25 | 0,331 | 0,5476 | 160,35 | 0,3331 | 0,5754 | 148,44 | 0,3322 | 0,5813 | 242,22 | 0,2694 | 0,603 | 137,63 | 0,2119 | 0,715 | 84,87 | 0,2285 | 0,6947 |
| 139 | 96 | 192 | 32 | 158,79 | 0,3225 | 0,5412 | 110,7 | 0,3483 | 0,5351 | 166,24 | 0,3324 | 0,5607 | 154,11 | 0,3322 | 0,5658 | 253,29 | 0,2959 | 0,5942 | 141,69 | 0,2448 | 0,6889 | 88,44 | 0,2661 | 0,6634 |
| 140 | 128 | 192 | 32 | 168,49 | 0,3456 | 0,5259 | 117,62 | 0,3715 | 0,5185 | 174,82 | 0,3567 | 0,5422 | 162,66 | 0,359 | 0,5454 | 264,67 | 0,3312 | 0,5752 | 148,08 | 0,294 | 0,6469 | 93,65 | 0,3106 | 0,6268 |
| 141 | 160 | 192 | 32 | 179,82 | 0,3686 | 0,5111 | 127,7 | 0,3986 | 0,4991 | 186,39 | 0,3838 | 0,5215 | 173,82 | 0,3876 | 0,5235 | 284,09 | 0,3733 | 0,5481 | 160,05 | 0,3516 | 0,5991 | 101,9 | 0,3644 | 0,5824 |
| 142 | 192 | 192 | 32 | 192,5 | 0,3906 | 0,4977 | 141,01 | 0,4262 | 0,4793 | 200,46 | 0,4104 | 0,5011 | 188,31 | 0,4169 | 0,5011 | 305,94 | 0,4161 | 0,5189 | 175,35 | 0,4057 | 0,5538 | 112,63 | 0,4165 | 0,5395 |
| 143 | 224 | 192 | 32 | 203,69 | 0,4068 | 0,4884 | 156,93 | 0,4511 | 0,4615 | 217,18 | 0,4354 | 0,4818 | 207,41 | 0,4465 | 0,4785 | 297,51 | 0,4261 | 0,5136 | 191,7 | 0,4463 | 0,5198 | 126,33 | 0,4624 | 0,5017 |
| 144 | 256 | 192 | 32 | 214,3 | 0,4175 | 0,4785 | 175,49 | 0,4724 | 0,4457 | 232,75 | 0,4532 | 0,4673 | 231,42 | 0,4734 | 0,4574 | 289,47 | 0,4299 | 0,5121 | 209,03 | 0,4829 | 0,4889 | 143,92 | 0,5007 | 0,4703 |
| 145 | 0 | 224 | 32 | 179,14 | 0,2999 | 0,5652 | 147,08 | 0,3187 | 0,5596 | 209,74 | 0,2989 | 0,5894 | 207,82 | 0,2974 | 0,5966 | 231,64 | 0,2524 | 0,5791 | 185,72 | 0,191 | 0,7356 | 120,46 | 0,2044 | 0,7225 |
| 146 | 32 | 224 | 32 | 180,72 | 0,3027 | 0,5644 | 147,66 | 0,3204 | 0,5584 | 210,57 | 0,3012 | 0,5876 | 208,56 | 0,2996 | 0,5948 | 231,27 | 0,2549 | 0,5913 | 185,94 | 0,1936 | 0,7339 | 121,1 | 0,2088 | 0,7177 |
| 147 | 64 | 224 | 32 | 183,66 | 0,309 | 0,5599 | 150,13 | 0,328 | 0,5529 | 213,82 | 0,31 | 0,5808 | 211,76 | 0,3086 | 0,5876 | 239,85 | 0,2651 | 0,5954 | 187,93 | 0,2056 | 0,7255 | 122,46 | 0,2205 | 0,708 |
| 148 | 96 | 224 | 32 | 189,63 | 0,3231 | 0,5499 | 154,6 | 0,3407 | 0,5435 | 219,73 | 0,325 | 0,5691 | 217,19 | 0,3234 | 0,5762 | 235,55 | 0,2896 | 0,5922 | 191,92 | 0,2284 | 0,7057 | 125,62 | 0,2477 | 0,685 |
| 149 | 128 | 224 | 32 | 199,18 | 0,3429 | 0,536 | 161,6 | 0,3585 | 0,5305 | 228,29 | 0,3445 | 0,5541 | 225,82 | 0,3439 | 0,5603 | 265,53 | 0,3248 | 0,5729 | 198,89 | 0,2663 | 0,6742 | 130,5 | 0,2819 | 0,6561 |
| 150 | 160 | 224 | 32 | 210,37 | 0,3632 | 0,5223 | 171,68 | 0,3805 | 0,5146 | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 208 | 0 | 160 | 64 | 107,71 | 0,2708 | 0,4857 | 68,93 | 0,2975 | 0,5037 | 110,11 | 0,2816 | 0,5252 | 98,04 | 0,2797 | 0,533 | 219,48 | 0,239 | 0,5057 | 91,03 | 0,1859 | 0,6466 | 53,65 | 0,1977 | 0,6358 |
| 209 | 32 | 160 | 64 | 110,1 | 0,2752 | 0,486 | 69,5 | 0,3007 | 0,5015 | 111,03 | 0,2857 | 0,5228 | 99 | 0,2837 | 0,5302 | 209,15 | 0,2416 | 0,5113 | 91,66 | 0,1929 | 0,6371 | 54,34 | 0,2056 | 0,6249 |
| 210 | 64 | 160 | 64 | 113,11 | 0,2848 | 0,4826 | 71,95 | 0,3155 | 0,4937 | 114,22 | 0,3006 | 0,5144 | 102,24 | 0,3007 | 0,5203 | 210,23 | 0,2596 | 0,5147 | 93,62 | 0,215 | 0,6249 | 55,79 | 0,2313 | 0,6076 |
| 211 | 96 | 160 | 64 | 119,53 | 0,3057 | 0,4742 | 76,35 | 0,339 | 0,4818 | 120,2 | 0,3256 | 0,5006 | 107,74 | 0,3271 | 0,5055 | 215,28 | 0,2971 | 0,5081 | 98,45 | 0,2607 | 0,6091 | 59,47 | 0,2805 | 0,5765 |
| 212 | 128 | 160 | 64 | 129,32 | 0,3336 | 0,4631 | 83,3 | 0,3694 | 0,4665 | 128,84 | 0,3558 | 0,4839 | 116,42 | 0,3608 | 0,4863 | 218,61 | 0,3404 | 0,494 | 104,98 | 0,3186 | 0,5584 | 64,79 | 0,3358 | 0,5415 |
| 213 | 160 | 160 | 64 | 140,58 | 0,3608 | 0,4527 | 93,34 | 0,403 | 0,4498 | 140,4 | 0,3881 | 0,4659 | 127,56 | 0,3952 | 0,467 | 231,93 | 0,389 | 0,4709 | 117,82 | 0,386 | 0,5161 | 73,47 | 0,3968 | 0,505 |
| 214 | 192 | 160 | 64 | 153,48 | 0,3861 | 0,4437 | 106,66 | 0,4352 | 0,4337 | 154,44 | 0,4183 | 0,4491 | 142,22 | 0,4287 | 0,448 | 252,02 | 0,4371 | 0,4513 | 131,02 | 0,4412 | 0,481 | 84,63 | 0,4518 | 0,4687 |
| 215 | 224 | 160 | 64 | 164,56 | 0,4045 | 0,4377 | 122,65 | 0,4626 | 0,4199 | 171,13 | 0,4456 | 0,4337 | 161,38 | 0,4607 | 0,43 | 244,09 | 0,4432 | 0,4532 | 148,65 | 0,4849 | 0,453 | 98,23 | 0,4971 | 0,4403 |
| 216 | 255 | 160 | 64 | 175,77 | 0,4157 | 0,435 | 141,29 | 0,4848 | 0,4081 | 186,34 | 0,4641 | 0,4225 | 185,55 | 0,488 | 0,4136 | 236,04 | 0,4493 | 0,4554 | 169,06 | 0,5207 | 0,4309 | 116,52 | 0,5321 | 0,418 |
| 217 | 0 | 192 | 64 | 148,38 | 0,2803 | 0,5103 | 105,37 | 0,305 | 0,5237 | 158,47 | 0,2869 | 0,5456 | 145,92 | 0,2857 | 0,5543 | 236,2 | 0,236 | 0,4948 | 136,74 | 0,1873 | 0,6816 | 82,86 | 0,1996 | 0,6708 |
| 218 | 32 | 192 | 64 | 150,84 | 0,2836 | 0,5102 | 105,92 | 0,307 | 0,5222 | 159,4 | 0,2899 | 0,5436 | 146,75 | 0,2884 | 0,5519 | 236,18 | 0,2379 | 0,5026 | 137,26 | 0,1907 | 0,678 | 83,8 | 0,2055 | 0,6617 |
| 219 | 64 | 192 | 64 | 153,78 | 0,2908 | 0,5068 | 108,39 | 0,3172 | 0,5159 | 162,56 | 0,3007 | 0,5368 | 149,89 | 0,3005 | 0,5442 | 251,06 | 0,2533 | 0,5135 | 137,83 | 0,2074 | 0,6677 | 85,3 | 0,2222 | 0,6491 |
| 220 | 96 | 192 | 64 | 160,12 | 0,307 | 0,4989 | 112,82 | 0,334 | 0,5061 | 168,59 | 0,3195 | 0,5251 | 155,48 | 0,3198 | 0,5318 | 287,14 | 0,2847 | 0,5311 | 141,1 | 0,2401 | 0,6444 | 88,67 | 0,2582 | 0,6232 |
| 221 | 128 | 192 | 64 | 169,85 | 0,3293 | 0,4881 | 119,74 | 0,3566 | 0,4929 | 177,16 | 0,343 | 0,5104 | 164,14 | 0,3458 | 0,5152 | 298,28 | 0,3179 | 0,5209 | 148,57 | 0,2862 | 0,6106 | 93,65 | 0,3012 | 0,5529 |
| 222 | 160 | 192 | 64 | 181,22 | 0,352 | 0,4776 | 129,85 | 0,3838 | 0,4772 | 188,74 | 0,3697 | 0,4938 | 175,17 | 0,3739 | 0,4977 | 315,19 | 0,3583 | 0,5068 | 160,92 | 0,3427 | 0,5705 | 102,06 | 0,334 | 0,5291 |
| 223 | 192 | 192 | 64 | 193,87 | 0,3738 | 0,4679 | 143,16 | 0,4117 | 0,4611 | 202,8 | 0,396 | 0,4773 | 189,72 | 0,4013 | 0,479 | 332,58 | 0,3977 | 0,4855 | 176,05 | 0,394 | 0,5315 | 112,75 | 0,4056 | 0,5187 |
| 224 | 224 | 192 | 64 | 205,04 | 0,3902 | 0,4611 | 159,11 | 0,4371 | 0,4463 | 219,47 | 0,421 | 0,4616 | 208,9 | 0,4238 | 0,446 | 322,35 | 0,4097 | 0,4833 | 192,84 | 0,4373 | 0,5015 | 126,56 | 0,4522 | 0,486 |
| 225 | 255 | 192 | 64 | 215,54 | 0,4011 | 0,4574 | 177,7 | 0,4592 | 0,4329 | 234,63 | 0,4389 | 0,4497 | 232,73 | 0,4599 | 0,4418 | 310,29 | 0,4152 | 0,485 | 210,13 | 0,4744 | 0,4751 | 144 | 0,4912 | 0,4584 |
| 226 | 0 | 224 | 64 | 180,49 | 0,2871 | 0,5235 | 149,1 | 0,3092 | 0,5356 | 211,65 | 0,2899 | 0,5576 | 209,11 | 0,2894 | 0,5682 | 236,45 | 0,2349 | 0,4889 | 186,11 | 0,1884 | 0,7016 | 120,62 | 0,2014 | 0,6908 |
| 227 | 32 | 224 | 64 | 182,33 | 0,2899 | 0,5233 | 149,67 | 0,3106 | 0,5343 | 212,52 | 0,2922 | 0,5559 | 209,85 | 0,2914 | 0,5664 | 236,63 | 0,2358 | 0,4929 | 186,5 | 0,1905 | 0,6983 | 121,2 | 0,2049 | 0,6849 |
| 228 | 64 | 224 | 64 | 185,05 | 0,2959 | 0,5203 | 152,21 | 0,318 | 0,5295 | 215,7 | 0,3005 | 0,5503 | 212,98 | 0,3002 | 0,5602 | 247,31 | 0,2479 | 0,5044 | 188,34 | 0,202 | 0,6886 | 122,54 | 0,2167 | 0,6753 |
| 229 | 96 | 224 | 64 | 191,2 | 0,3095 | 0,5126 | 156,69 | 0,3304 | 0,5215 | 221,67 | 0,3152 | 0,5405 | 218,56 | 0,3146 | 0,5503 | 283,66 | 0,2783 | 0,5195 | 192 | 0,2245 | 0,6742 | 126,38 | 0,2431 | 0,6551 |
| 230 | 128 | 224 | 64 | 200,76 | 0,3288 | 0,5023 | 163,66 | 0,348 | 0,5105 | 230,29 | 0,3343 | 0,5279 | 227,11 | 0,3346 | 0,5368 | 301,02 | 0,3115 | 0,5167 | 199,67 | 0,2622 | 0,6459 | 131,07 | 0,2763 | 0,6298 |
| 231 | 160 | 224 | 64 | 211,93 | 0,3488 | 0,4919 | 173,74 | 0,3698 | 0,4969 | 241,87 | 0,3565 | 0,5132 | 238,28 | 0,3572 | 0,5214 | 317,38 | 0,3488 | 0,5035 | 210,46 | 0,308 | 0,6114 | 138,83 | 0,3198 | 0,5969 |
| 232 | 192 | 224 | 64 | 224,59 | 0,3685 | 0,4822 | 187,09 | 0,3935 | 0,482 | 255,83 | 0,3795 | 0,4979 | 252,6 | 0,3817 | 0,5046 | 339,12 | 0,3891 | 0,4884 | 226,04 | 0,3565 | 0,5735 | 149,67 | 0,3661 | 0,5619 |
| 233 | 224 | 224 | 64 | 235,37 | 0,3836 | 0,4752 | 203 | 0,4163 | 0,4676 | 272,51 | 0,402 | 0,4828 | 271,45 | 0,4081 | 0,4865 | 345,9 | 0,4013 | 0,4844 | 241,33 | 0,3997 | 0,5408 | 163,46 | 0,4106 | 0,5278 |
| 234 | 255 | 224 | 64 | 245,02 | 0,394 | 0,4708 | 221,56 | 0,4371 | 0,4541 | 287,51 | 0,4187 | 0,471 | 294,74 | 0,4336 | 0,4682 | 340,16 | 0,4039 | 0,4891 | 260,01 | 0,4359 | 0,5126 | 179,53 | 0,4506 | 0,4978 |
| 235 | 0 | 255 | 64 | 202,17 | 0,2916 | 0,5284 | 201,85 | 0,3111 | 0,5427 | 252,92 | 0,2904 | 0,5628 | 288,88 | 0,2912 | 0,577 | 236,94 | 0,2333 | 0,481 | 243,6 | 0,1892 | 0,7139 | 163,54 | 0,2016 | 0,7055 |
| 236 | 32 | 255 | 64 | 203,04 | 0,2943 | 0,5289 | 202,48 | 0,3122 | 0,5416 | 253,71 | 0,2923 | 0,5614 | 288,32 | 0,2927 | 0,5754 | 236,63 | 0,235 | 0,489 | 244,66 | 0,1905 | 0,7127 | 164,51 | 0,2042 | 0,7003 |
| 237 | 64 | 255 | 64 | 205,4 | 0,2997 | 0,526 | 205,03 | 0,3177 | 0,5379 | 256,86 | 0,2995 | 0,5565 | 291,51 | 0,2994 | 0,5705 | 245,6 | 0,2428 | 0,4901 | 246,22 | 0,1987 | 0,7049 | 165,69 | 0,2127 | 0,6933 |
| 238 | 96 | 255 | 64 | 211,3 | 0,312 | 0,5187 | 209,61 | 0,3274 | 0,5314 | 262,83 | 0,3121 | 0,5478 | 296,97 | 0,3105 | 0,5625 | 277,71 | 0,2704 | 0,5026 | 249,73 | 0,2154 | 0,6923 | 169,14 | 0,2324 | 0,6777 |
| 239 | 128 | 255 | 64 | 220,64 | 0,3297 | 0,5085 | 216,68 | 0,3412 | 0,5224 | 271,46 | 0,3288 | 0,5364 | 305,69 | 0,3262 | 0,5513 | 304,45 | 0,3039 | 0,5119 | 257,58 | 0,245 | 0,6698 | 174,06 | 0,2585 | 0,6566 |
| 240 | 160 | 255 | 64 | 231,62 | 0,3482 | 0,4984 | 226,82 | 0,3588 | 0,5108 | 282,99 | 0,3486 | 0,523 | 316,55 | 0,3441 | 0,5385 | 318,6 | 0,3401 | 0,501 | 267,35 | 0,2831 | 0,6404 | 181,26 | 0,2946 | 0,628 |
| 241 | 192 | 255 | 64 | 244 | 0,3666 | 0,4889 | 240,19 | 0,3788 | 0,4977 | 296,91 | 0,3693 | 0,5088 | 340,73 | 0,3645 | 0,5239 | 341,92 | 0,3809 | 0,4851 | 280,45 | 0,3286 | 0,6046 | 192,08 | 0,3349 | 0,5959 |
| 242 | 224 | 255 | 64 | 254,61 | 0,3808 | 0,4819 | 256,07 | 0,3987 | 0,4846 | 313,42 | 0,3902 | 0,4944 | 339,05 | 0,3872 | 0,5077 | 349,58 | 0,3995 | 0,4812 | 298,44 | 0,3647 | 0,5758 | 204,76 | 0,3757 | 0,5641 |
| 243 | 255 | 255 | 64 | 262,88 | 0,3911 | 0,4772 | 274,56 | 0,4177 | 0,4718 | 328,16 | 0,4059 | 0,483 | 371,34 | 0,4102 | 0,4904 | 345,96 | 0,4013 | 0,4845 | 317,17 | 0,3996 | 0,5476 | 221,24 | 0,4149 | 0,5329 |
| 244 | 0 | 0 | 96 | 8,06 | 0,1511 | 0,0739 | 6,21 | 0,1503 | 0,1286 | 4,15 | 0,1542 | 0,0592 | 3,62 | 0,1493 | 0,0642 | 8,67 | 0,1529 | 0,0573 | 3,47 | 0,1386 | 0,0517 | 1,88 | 0,1385 | 0,0539 |
| 245 | 32 | 0 | 96 | 8,83 | 0,1629 | 0,0812 | 6,74 | 0,1628 | 0,1344 | 4,98 | 0,1706 | 0,0685 | 4,34 | 0,1664 | 0,0731 | 11,36 | 0,187 | 0,0756 | 4,79 | 0,173 | 0,0697 | 2,48 | 0,1619 | 0,0666 |
| 246 | 64 | 0 | 96 | 11,08 | 0,1892 | 0,0974 | 9,12 | 0,2158 | 0,1596 | 8,12 | 0,2239 | 0,0986 | 7,44 | 0,2285 | 0,1067 | 19,79 | 0,2662 | 0,119 | 7,49 | 0,2269 | 0,0968 | 4,24 | 0,2246 | 0,0994 |
| 247 | 96 | 0 | 96 | 16,82 | 0,2422 | 0,1302 | 13,47 | 0,2858 | 0,1931 | 14,01 | 0,2937 | 0,1396 | 12,85 | 0,3065 | 0,1488 | 34,87 | 0,3658 | 0,1736 | 13,24 | 0,3081 | 0,1381 | 8,25 | 0,3227 | 0,1058 |
| 248 | 128 | 0 | 96 | 26,14 | 0,303 | 0,1679 | 20,32 | 0,3572 | 0,2268 | 22,58 | 0,3662 | 0,1787 | 21,34 | 0,3828 | 0,19 | 55,87 | 0,4476 | 0,2182 | 22,14 | 0,3979 | 0,1835 | 14,05 | 0,4068 | 0,1951 |
| 249 | 160 | 0 | 96 | 37,14 | 0,3535 | 0,199 | 30,36 | 0,4183 | 0,2559 | 34,1 | 0,4241 | 0,2113 | 32,47 | 0,4419 | 0,222 | 83,75 | 0,5109 | 0,2529 | 36,99 | 0,4763 | 0,2229 | 22,85 | 0,4791 | 0,2329 |
| 250 | 192 | 0 | 96 | 49,56 | 0,3943 | 0,2241 | 43,7 | 0,4649 | 0,278 | 48,09 | 0,4676 | 0,2358 | 46,99 | 0,4871 | 0,2466 | 83,48 | 0,5238 | 0,2601 | 52,31 | 0,5269 | 0,2487 | 34,88 | 0,5311 | 0,2598 |
| 251 | 224 | 0 | 96 | 60,16 | 0,421 | 0,2403 | 59,73 | 0,4974 | 0,2934 | 64,71 | 0,5001 | 0,2542 | 65,9 | 0,5219 | 0,2654 | 83,06 | 0,5338 | 0,2657 | 70,06 | 0,5587 | 0,2647 | 50,34 | 0,567 | 0,2788 |
| 252 | 255 | 0 | 96 | 68,52 | 0,436 | 0,2491 | 78,61 | 0,5196 | 0,304 | 79,7 | 0,5189 | 0,2649 | 89,47 | 0,5457 | 0,2783 | 82,6 | 0,5457 | 0,2724 | 90 | 0,5845 | 0,2772 | 68,45 | 0,592 | 0,292 |
| 253 | 0 | 32 | 96 | 11,6 | 0,159 | 0,1013 | 7,55 | 0,158 | 0,1493 | 7,01 | 0,1635 | 0,0936 | 6,08 | 0,1592 | 0,0983 | 19,63 | 0,163 | 0,112 | 7,32 | 0,1435 | 0,1066 | 3,36 | 0,1432 | 0,092 |
| 254 | 32 | 32 | 96 | 12,29 | 0,1695 | 0,1077 | 8,08 | 0,17 | 0,154 | 7,88 | 0,1787 | 0,1014 | 6,85 | 0,1751 | 0,1059 | 20,33 | 0,1886 | 0,1162 | 8,48 | 0,1715 | 0,1155 | 4,07 | 0,1656 | 0,1021 |
| 255 | 64 | 32 | 96 | 14,72 | 0,1937 | 0,1216 | 10,52 | 0,221 | 0,1764 | 11,02 | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313 | 192 | 224 | 96 | 228,8 | 0,3409 | 0,4301 | 190,78 | 0,3761 | 0,457 | 258,25 | 0,3622 | 0,4645 | 255,51 | 0,3666 | 0,4754 | 398,54 | 0,3619 | 0,4462 | 226,26 | 0,3426 | 0,5375 | 149,86 | 0,3505 | 0,5243 |
| 314 | 224 | 224 | 96 | 239,61 | 0,3555 | 0,4268 | 206,75 | 0,3991 | 0,4459 | 274,9 | 0,3846 | 0,4532 | 274,27 | 0,3926 | 0,4611 | 407,01 | 0,3789 | 0,4437 | 241,59 | 0,3846 | 0,5127 | 163,67 | 0,3945 | 0,4979 |
| 315 | 255 | 224 | 96 | 249,13 | 0,3658 | 0,4247 | 225,4 | 0,4204 | 0,4351 | 289,87 | 0,4013 | 0,4441 | 297,47 | 0,4177 | 0,4462 | 397,79 | 0,3812 | 0,4478 | 260,47 | 0,4206 | 0,4896 | 179,89 | 0,4348 | 0,4738 |
| 316 | 0 | 255 | 96 | 206,76 | 0,2696 | 0,4677 | 205,43 | 0,2993 | 0,5129 | 255,14 | 0,2786 | 0,5197 | 289,43 | 0,2817 | 0,5431 | 243,92 | 0,2161 | 0,3924 | 244,03 | 0,1851 | 0,6611 | 163,37 | 0,1966 | 0,6548 |
| 317 | 32 | 255 | 96 | 207,54 | 0,2721 | 0,459 | 206,07 | 0,3003 | 0,5119 | 255,96 | 0,2804 | 0,5185 | 289,86 | 0,2831 | 0,5414 | 243,15 | 0,2182 | 0,403 | 244,82 | 0,1858 | 0,658 | 164,77 | 0,1989 | 0,6487 |
| 318 | 64 | 255 | 96 | 209,87 | 0,2769 | 0,4573 | 208,69 | 0,3057 | 0,5087 | 259,14 | 0,2872 | 0,5147 | 293,01 | 0,2896 | 0,5372 | 254,02 | 0,2283 | 0,4141 | 247,02 | 0,1937 | 0,6535 | 165,68 | 0,207 | 0,6431 |
| 319 | 96 | 255 | 96 | 215,69 | 0,2883 | 0,4539 | 213,24 | 0,315 | 0,5036 | 265,1 | 0,2992 | 0,5082 | 298,7 | 0,3005 | 0,5306 | 290,02 | 0,2542 | 0,4331 | 249,94 | 0,2098 | 0,6445 | 169,13 | 0,2254 | 0,6302 |
| 320 | 128 | 255 | 96 | 225,15 | 0,3047 | 0,448 | 220,3 | 0,3284 | 0,4963 | 273,71 | 0,3153 | 0,4996 | 307,35 | 0,3158 | 0,5212 | 356,01 | 0,287 | 0,4474 | 256,47 | 0,2364 | 0,6281 | 173,84 | 0,2501 | 0,6133 |
| 321 | 160 | 255 | 96 | 236,11 | 0,3223 | 0,4429 | 230,49 | 0,3457 | 0,487 | 285,23 | 0,3344 | 0,4892 | 318,37 | 0,3333 | 0,5107 | 378,89 | 0,3195 | 0,4516 | 265,3 | 0,277 | 0,6024 | 181,72 | 0,2847 | 0,5898 |
| 322 | 192 | 255 | 96 | 248,5 | 0,3401 | 0,4379 | 243,83 | 0,3655 | 0,4764 | 299,17 | 0,3547 | 0,4783 | 332,51 | 0,3532 | 0,4986 | 400,38 | 0,3544 | 0,4434 | 280,15 | 0,3192 | 0,5746 | 191,69 | 0,3238 | 0,5638 |
| 323 | 224 | 255 | 96 | 259,07 | 0,354 | 0,4343 | 259,76 | 0,3854 | 0,4656 | 315,73 | 0,3753 | 0,467 | 350,85 | 0,3755 | 0,485 | 416,53 | 0,3764 | 0,4391 | 298,91 | 0,3544 | 0,5491 | 204,38 | 0,3641 | 0,5369 |
| 324 | 255 | 255 | 96 | 267,25 | 0,3639 | 0,4319 | 278,26 | 0,4045 | 0,4548 | 330,51 | 0,3909 | 0,4578 | 372,73 | 0,398 | 0,4702 | 406,89 | 0,3789 | 0,4437 | 316,96 | 0,3893 | 0,5261 | 221,32 | 0,4028 | 0,5108 |
| 325 | 0 | 128 | 14,92 | 0,1506 | 0,0745 | 11,75 | 0,1482 | 0,1262 | 7,4 | 0,1527 | 0,0566 | 6,71 | 0,1482 | 0,0615 | 15,8 | 0,1527 | 0,0561 | 6,4 | 0,1382 | 0,0511 | 3,47 | 0,1388 | 0,0528 | |
| 326 | 32 | 128 | 15,69 | 0,1568 | 0,0783 | 12,32 | 0,155 | 0,1294 | 8,28 | 0,1619 | 0,062 | 7,48 | 0,1574 | 0,0665 | 18,14 | 0,1739 | 0,067 | 7,67 | 0,1551 | 0,06 | 4,06 | 0,1511 | 0,0593 | |
| 327 | 64 | 128 | 17,93 | 0,1714 | 0,0873 | 14,72 | 0,1851 | 0,1438 | 11,37 | 0,1931 | 0,0795 | 10,53 | 0,1936 | 0,0863 | 27,85 | 0,2284 | 0,0966 | 10,36 | 0,1868 | 0,076 | 5,84 | 0,1876 | 0,079 | |
| 328 | 96 | 128 | 23,71 | 0,2036 | 0,1072 | 19,08 | 0,231 | 0,1657 | 17,3 | 0,2421 | 0,1074 | 15,93 | 0,2463 | 0,1148 | 43,25 | 0,297 | 0,1344 | 15,56 | 0,241 | 0,1034 | 9,76 | 0,2542 | 0,1138 | |
| 329 | 128 | 128 | 32,9 | 0,246 | 0,1333 | 25,94 | 0,2862 | 0,1921 | 25,85 | 0,2965 | 0,1382 | 24,41 | 0,3078 | 0,1482 | 65,42 | 0,3696 | 0,1744 | 25,18 | 0,3129 | 0,114 | 15,29 | 0,3228 | 0,1498 | |
| 330 | 160 | 128 | 43,93 | 0,2861 | 0,158 | 35,94 | 0,3428 | 0,2192 | 37,42 | 0,3496 | 0,1684 | 35,62 | 0,364 | 0,179 | 89,61 | 0,4258 | 0,2053 | 37,74 | 0,3847 | 0,1763 | 24,12 | 0,3957 | 0,1884 | |
| 331 | 192 | 128 | 56,33 | 0,3224 | 0,1802 | 49,33 | 0,3933 | 0,2433 | 51,43 | 0,395 | 0,1942 | 50,02 | 0,4133 | 0,2058 | 88,68 | 0,4375 | 0,2119 | 55 | 0,4402 | 0,2045 | 36,1 | 0,4564 | 0,2205 | |
| 332 | 224 | 128 | 66,91 | 0,348 | 0,1958 | 65,4 | 0,433 | 0,2623 | 68,04 | 0,4328 | 0,2156 | 69,04 | 0,4558 | 0,2291 | 97,86 | 0,4489 | 0,2183 | 72,39 | 0,4862 | 0,2278 | 51,36 | 0,5037 | 0,2453 | |
| 333 | 255 | 128 | 75,18 | 0,3643 | 0,2055 | 84,29 | 0,4632 | 0,2767 | 83,06 | 0,4568 | 0,2294 | 92,53 | 0,4885 | 0,2469 | 87,32 | 0,4567 | 0,2226 | 92,13 | 0,5171 | 0,2431 | 69,28 | 0,5396 | 0,2642 | |
| 334 | 0 | 32 | 128 | 18,49 | 0,1547 | 0,0892 | 13,11 | 0,1526 | 0,1373 | 10,3 | 0,1581 | 0,0759 | 9,1 | 0,1529 | 0,0799 | 28,62 | 0,1586 | 0,0909 | 9,93 | 0,1408 | 0,0786 | 4,87 | 0,1409 | 0,0731 |
| 335 | 32 | 32 | 128 | 19,2 | 0,1604 | 0,0927 | 13,7 | 0,1592 | 0,1402 | 11,13 | 0,1666 | 0,0804 | 9,85 | 0,1618 | 0,0844 | 30,11 | 0,1784 | 0,0983 | 10,94 | 0,1547 | 0,083 | 5,62 | 0,1535 | 0,0791 |
| 336 | 64 | 32 | 128 | 21,65 | 0,1743 | 0,1011 | 16,16 | 0,1889 | 0,1539 | 14,3 | 0,1967 | 0,0965 | 13,1 | 0,1973 | 0,1027 | 35,22 | 0,2194 | 0,1144 | 13,38 | 0,1867 | 0,0969 | 7,2 | 0,1877 | 0,0948 |
| 337 | 96 | 32 | 128 | 27,53 | 0,2051 | 0,1192 | 20,56 | 0,2338 | 0,1744 | 20,24 | 0,24 | 0,1218 | 18,47 | 0,2483 | 0,1287 | 47,52 | 0,2826 | 0,1417 | 18,36 | 0,2395 | 0,1207 | 11,23 | 0,2533 | 0,1276 |
| 338 | 128 | 32 | 128 | 36,76 | 0,2457 | 0,1432 | 27,4 | 0,2875 | 0,1989 | 28,8 | 0,2967 | 0,1498 | 27,02 | 0,308 | 0,1592 | 66,93 | 0,3496 | 0,1733 | 27,28 | 0,3085 | 0,1516 | 16,97 | 0,3216 | 0,1609 |
| 339 | 160 | 32 | 128 | 47,8 | 0,2844 | 0,166 | 37,5 | 0,3433 | 0,2246 | 40,37 | 0,3486 | 0,1775 | 38,18 | 0,3628 | 0,1873 | 93,76 | 0,4141 | 0,2047 | 41,06 | 0,3864 | 0,1878 | 25,99 | 0,3927 | 0,1962 |
| 340 | 192 | 32 | 128 | 60,24 | 0,3198 | 0,1867 | 50,85 | 0,3928 | 0,2473 | 54,35 | 0,3933 | 0,2013 | 52,66 | 0,4113 | 0,2122 | 92,39 | 0,4267 | 0,21 | 57,29 | 0,4381 | 0,2123 | 37,95 | 0,4533 | 0,2257 |
| 341 | 224 | 32 | 128 | 70,86 | 0,345 | 0,2015 | 66,91 | 0,4322 | 0,2654 | 70,96 | 0,4307 | 0,2213 | 71,6 | 0,4534 | 0,2337 | 90,66 | 0,4356 | 0,2136 | 75,05 | 0,4835 | 0,2328 | 53,27 | 0,5006 | 0,2493 |
| 342 | 255 | 32 | 128 | 79,23 | 0,3611 | 0,2109 | 85,74 | 0,4622 | 0,2791 | 85,98 | 0,4546 | 0,2342 | 95,09 | 0,4859 | 0,2505 | 89,29 | 0,444 | 0,2172 | 94,74 | 0,5189 | 0,2487 | 71,36 | 0,5365 | 0,2667 |
| 343 | 0 | 64 | 128 | 27,02 | 0,164 | 0,1201 | 19,74 | 0,1712 | 0,1841 | 21,84 | 0,1759 | 0,1409 | 19,44 | 0,172 | 0,1482 | 60,15 | 0,1715 | 0,1592 | 17,03 | 0,1451 | 0,1311 | 9,2 | 0,1464 | 0,1275 |
| 344 | 32 | 64 | 128 | 28,15 | 0,1694 | 0,1258 | 20,32 | 0,1768 | 0,1859 | 22,7 | 0,183 | 0,1439 | 20,26 | 0,1793 | 0,151 | 58,99 | 0,184 | 0,1611 | 18,11 | 0,1566 | 0,1328 | 9,91 | 0,1582 | 0,1298 |
| 345 | 64 | 64 | 128 | 30,61 | 0,182 | 0,1327 | 22,75 | 0,2022 | 0,1952 | 25,89 | 0,2088 | 0,1545 | 23,42 | 0,2094 | 0,1626 | 64,3 | 0,2234 | 0,1748 | 20,6 | 0,1848 | 0,1401 | 11,73 | 0,1906 | 0,1425 |
| 346 | 96 | 64 | 128 | 36,62 | 0,2103 | 0,1479 | 27,16 | 0,2419 | 0,2098 | 31,82 | 0,25 | 0,1715 | 29,03 | 0,2542 | 0,18 | 74,43 | 0,273 | 0,1902 | 25,63 | 0,2347 | 0,1592 | 15,57 | 0,2508 | 0,1657 |
| 347 | 128 | 64 | 128 | 45,91 | 0,2479 | 0,1777 | 34,14 | 0,2909 | 0,228 | 40,47 | 0,2972 | 0,191 | 37,57 | 0,3073 | 0,2006 | 90,01 | 0,333 | 0,2075 | 33,83 | 0,304 | 0,1848 | 21,36 | 0,3159 | 0,1913 |
| 348 | 160 | 64 | 128 | 57,06 | 0,2844 | 0,1847 | 44,17 | 0,3422 | 0,2471 | 51,99 | 0,3449 | 0,2106 | 48,8 | 0,3579 | 0,2202 | 113,94 | 0,394 | 0,2281 | 47,24 | 0,3743 | 0,2075 | 30,08 | 0,3848 | 0,2183 |
| 349 | 192 | 64 | 128 | 69,51 | 0,3179 | 0,2046 | 57,56 | 0,3893 | 0,2646 | 66,04 | 0,3871 | 0,228 | 63,27 | 0,4039 | 0,238 | 116,98 | 0,4167 | 0,2343 | 63,46 | 0,4352 | 0,2318 | 41,95 | 0,4453 | 0,2424 |
| 350 | 224 | 64 | 128 | 80,18 | 0,342 | 0,2172 | 73,59 | 0,4274 | 0,2788 | 82,63 | 0,4232 | 0,2429 | 82,3 | 0,4449 | 0,2539 | 112,42 | 0,4253 | 0,2355 | 81,05 | 0,4766 | 0,2474 | 57,17 | 0,4934 | 0,2613 |
| 351 | 255 | 64 | 128 | 88,96 | 0,3574 | 0,226 | 92,37 | 0,457 | 0,2896 | 97,71 | 0,4467 | 0,2526 | 106,1 | 0,4772 | 0,2666 | 107,55 | 0,4346 | 0,2364 | 101 | 0,5139 | 0,2603 | 74,97 | 0,5303 | 0,2759 |
| 352 | 0 | 96 | 128 | 47,84 | 0,1872 | 0,1855 | 31,79 | 0,1961 | 0,2474 | 43,5 | 0,1996 | 0,2275 | 38,14 | 0,1962 | 0,2349 | 109,83 | 0,186 | 0,2352 | 32,75 | 0,1522 | 0,1218 | 19,44 | 0,1574 | 0,2271 |
| 353 | 32 | 96 | 128 | 49,6 | 0,1869 | 0,1894 | 32,35 | 0,2003 | 0,2478 | 44,41 | 0,2052 | 0,2288 | 39,06 | 0,202 | 0,2359 | 102,64 | 0,1924 | 0,2295 | 33,85 | 0,1622 | 0,2183 | 20,13 | 0,1662 | 0,224 |
| 354 | 64 | 96 | 128 | 52,27 | 0,1974 | 0,1942 | 34,83 | 0,2208 | 0,2524 | 47,59 | 0,2253 | 0,2335 | 42,22 | 0,2254 | 0,2408 | 109,7 | 0,2224 | 0,2431 | 35,83 | 0,1856 | 0,2243 | 21,71 | 0,1919 | 0,2284 |
| 355 | 96 | 96 | 128 | 58,32 | 0,2209 | 0,2038 | 39,25 | 0,2534 | 0,2602 | 53,56 | 0,2584 | 0,2413 | 47,83 | 0,2614 | 0,2485 | 125,09 | 0,2721 | 0,2574 | 39,69 | 0,2301 | 0,224 | 25,74 | 0,2453 | 0,2391 |
| 356 | 128 | 96 | 128 | 67,85 | 0,2531 | 0,217 | 46,16 | 0,2948 | 0,2701 | 62,22 | 0,2978 | 0,2507 | 56,44 | 0,3062 | 0,2581 | 139,59 | 0,3198 | 0,2646 | 47,99 | 0,2922 | 0,2439 | 31,28 | 0,3039 | 0,2514 |
| 357 | 160 | 96 | 128 | 79,05 | 0,2849 | 0,2297 | 56,28 | 0,3403 | 0,2811 | 73,83 | 0,3394 | 0,2604 | 67,75 | 0,3507 | 0,2676 | 158,5 | 0,3711 | 0,272 | 61,07 | 0,3608 | 0,2563 | 39,64 | 0,3686 | 0,2649 |
| 358 | 192 | 96 | 128 | 91,65 | 0,3149 | 0,2418 | 69,63 | 0,3834 | 0,2915 | 87,81 | 0,3775 | 0,2694 | 82,33 | 0,3929 | 0,2766 | 174,25 | 0,4063 | 0,2784 | 76,98 | 0,4198 | 0,267 | 51,46 | 0,4281 | 0,2777 |
| 359 | 224 | 96 | 128 | 102,44 | 0,3369 | 0,2507 | 85,67 | 0,4196 | 0,3002 | 104,5 | 0,4115 | 0,2774 | 101,45 | 0,432 | 0,285 | 164,41 | 0,413 | 0,277 | 95,45 | 0,4624 | 0,2773 | 66,55 | 0,477 | 0,2884 |
| 360 | 255 | 96 | 128 | 112,03 | 0,3511 | 0,2579 | 104,41 | 0,4486 | 0,3069 | 119,63 | 0,4342 | 0,2825 | 125,44 | 0,4638 | 0,2917 | 156,1 | 0,4207 | 0,2768 | 114,48 | 0,5011 | 0,284 | 84,33 | 0,5156 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 418 | 96 | 32 | 160 | 35.13 | 0.189 | 0.108 | 28.66 | 0.2022 | 0.1559 | 24.45 | 0.2142 | 0.0998 | 22.44 | 0.2156 | 0.1062 | 60.1 | 0.2455 | 0.119 | 22.57 | 0.2048 | 0.0959 | 13.5 | 0.2121 | 0.1002 |
| 419 | 128 | 32 | 160 | 44.42 | 0.2199 | 0.1264 | 35.56 | 0.2418 | 0.1744 | 33.09 | 0.2546 | 0.122 | 31.03 | 0.2619 | 0.1306 | 80 | 0.3009 | 0.1449 | 30.95 | 0.2527 | 0.1183 | 19.22 | 0.264 | 0.1265 |
| 420 | 160 | 32 | 160 | 55.37 | 0.2512 | 0.1449 | 45.64 | 0.2874 | 0.1958 | 44.58 | 0.2978 | 0.1456 | 42.17 | 0.3088 | 0.1552 | 103.6 | 0.3542 | 0.1715 | 44.48 | 0.3116 | 0.1468 | 28.11 | 0.325 | 0.1573 |
| 421 | 192 | 32 | 160 | 67.86 | 0.2812 | 0.1628 | 58.98 | 0.3327 | 0.217 | 58.57 | 0.3386 | 0.168 | 56.6 | 0.3543 | 0.1791 | 100.74 | 0.3601 | 0.1729 | 60.37 | 0.3665 | 0.1731 | 40 | 0.3835 | 0.187 |
| 422 | 224 | 32 | 160 | 78.41 | 0.3035 | 0.1758 | 75.06 | 0.3726 | 0.2357 | 75.21 | 0.3756 | 0.1883 | 75.57 | 0.3975 | 0.2019 | 98.68 | 0.3649 | 0.1742 | 78.21 | 0.4107 | 0.1939 | 54.94 | 0.4351 | 0.2131 |
| 423 | 255 | 32 | 160 | 86.66 | 0.3186 | 0.1847 | 93.89 | 0.406 | 0.2513 | 90.19 | 0.4009 | 0.2022 | 99.02 | 0.434 | 0.2212 | 96.78 | 0.3714 | 0.1768 | 97.46 | 0.4525 | 0.2136 | 73.35 | 0.477 | 0.2346 |
| 424 | 0 | 64 | 160 | 34.63 | 0.1597 | 0.1097 | 27.89 | 0.1617 | 0.1611 | 26.08 | 0.1676 | 0.1116 | 23.45 | 0.1633 | 0.1179 | 73.75 | 0.1665 | 0.1342 | 21.3 | 0.1424 | 0.099 | 11.45 | 0.1438 | 0.0967 |
| 425 | 32 | 64 | 160 | 35.74 | 0.1635 | 0.1124 | 28.5 | 0.1654 | 0.1624 | 26.97 | 0.1705 | 0.1139 | 24.34 | 0.1686 | 0.1204 | 74.06 | 0.1781 | 0.1368 | 21.43 | 0.1497 | 0.0998 | 12.07 | 0.1497 | 0.0984 |
| 426 | 64 | 64 | 160 | 38.22 | 0.1727 | 0.1175 | 30.94 | 0.1822 | 0.1692 | 30.17 | 0.1906 | 0.1224 | 27.45 | 0.1894 | 0.1295 | 80.81 | 0.2058 | 0.1454 | 24.14 | 0.1662 | 0.1054 | 13.76 | 0.1699 | 0.1074 |
| 427 | 96 | 64 | 160 | 44.21 | 0.1935 | 0.1292 | 35.35 | 0.2096 | 0.1807 | 36.1 | 0.2206 | 0.1365 | 33.07 | 0.2223 | 0.1443 | 89.47 | 0.2431 | 0.1565 | 28.4 | 0.2 | 0.1195 | 17.58 | 0.2119 | 0.1258 |
| 428 | 128 | 64 | 160 | 53.56 | 0.2227 | 0.1453 | 42.27 | 0.2465 | 0.1959 | 44.73 | 0.2578 | 0.1538 | 41.61 | 0.2645 | 0.163 | 106.96 | 0.2915 | 0.1753 | 36.96 | 0.2469 | 0.1382 | 23.23 | 0.2618 | 0.1482 |
| 429 | 160 | 64 | 160 | 64.59 | 0.2524 | 0.1618 | 52.37 | 0.2893 | 0.2137 | 56.31 | 0.2981 | 0.1727 | 52.84 | 0.3083 | 0.1824 | 129.32 | 0.3427 | 0.1942 | 50.72 | 0.3096 | 0.1653 | 31.87 | 0.3212 | 0.1746 |
| 430 | 192 | 64 | 160 | 77.09 | 0.2812 | 0.1776 | 65.73 | 0.3326 | 0.2316 | 70.34 | 0.3367 | 0.1908 | 67.45 | 0.3515 | 0.2016 | 129.79 | 0.3574 | 0.1982 | 65.21 | 0.3616 | 0.1865 | 43.66 | 0.3791 | 0.2005 |
| 431 | 224 | 64 | 160 | 87.7 | 0.3026 | 0.1893 | 81.79 | 0.371 | 0.2476 | 86.93 | 0.3721 | 0.2074 | 86.32 | 0.393 | 0.2201 | 123.55 | 0.362 | 0.1966 | 83.46 | 0.4077 | 0.2057 | 58.82 | 0.4305 | 0.2236 |
| 432 | 255 | 64 | 160 | 96.4 | 0.3171 | 0.1978 | 100.58 | 0.4034 | 0.2609 | 101.98 | 0.3966 | 0.2189 | 100.93 | 0.4286 | 0.2361 | 118.86 | 0.367 | 0.1963 | 103.9 | 0.4459 | 0.2219 | 76.62 | 0.473 | 0.2427 |
| 433 | 0 | 96 | 160 | 55.38 | 0.1733 | 0.1573 | 39.96 | 0.1794 | 0.2055 | 47.74 | 0.1855 | 0.1768 | 42.17 | 0.1815 | 0.1834 | 125.6 | 0.1781 | 0.1947 | 36.12 | 0.147 | 0.1563 | 21.28 | 0.1497 | 0.163 |
| 434 | 32 | 96 | 160 | 57.12 | 0.1769 | 0.1604 | 40.53 | 0.1821 | 0.2061 | 48.71 | 0.1897 | 0.1784 | 43.11 | 0.1851 | 0.1847 | 121.91 | 0.1851 | 0.1934 | 36.59 | 0.1526 | 0.1541 | 21.98 | 0.1561 | 0.1629 |
| 435 | 64 | 96 | 160 | 59.8 | 0.185 | 0.1645 | 43.05 | 0.1968 | 0.2108 | 51.91 | 0.2048 | 0.1835 | 46.33 | 0.2035 | 0.1904 | 130.12 | 0.2091 | 0.2015 | 38.79 | 0.169 | 0.1602 | 23.67 | 0.1734 | 0.168 |
| 436 | 96 | 96 | 160 | 65.85 | 0.2032 | 0.173 | 47.46 | 0.2209 | 0.2186 | 57.87 | 0.2304 | 0.1923 | 51.9 | 0.2315 | 0.1993 | 145.19 | 0.2455 | 0.2128 | 43.11 | 0.1996 | 0.1678 | 27.53 | 0.2116 | 0.1801 |
| 437 | 128 | 96 | 160 | 75.43 | 0.2297 | 0.1851 | 54.45 | 0.2535 | 0.2294 | 66.51 | 0.2626 | 0.2033 | 60.59 | 0.2685 | 0.2112 | 156.72 | 0.2844 | 0.2204 | 50.55 | 0.2454 | 0.1835 | 32.81 | 0.2567 | 0.1944 |
| 438 | 160 | 96 | 160 | 86.51 | 0.2557 | 0.1974 | 64.52 | 0.2921 | 0.242 | 78.13 | 0.2985 | 0.2155 | 71.78 | 0.3075 | 0.2236 | 178.63 | 0.3301 | 0.2319 | 64.5 | 0.3029 | 0.2008 | 41.43 | 0.3131 | 0.2129 |
| 439 | 192 | 96 | 160 | 99.16 | 0.2818 | 0.2094 | 77.86 | 0.332 | 0.2551 | 92.13 | 0.3335 | 0.2275 | 86.4 | 0.347 | 0.2363 | 189.72 | 0.3573 | 0.2394 | 79.9 | 0.3523 | 0.2143 | 53.08 | 0.3693 | 0.2312 |
| 440 | 224 | 96 | 160 | 109.94 | 0.3016 | 0.2186 | 93.89 | 0.3681 | 0.2669 | 108.81 | 0.3664 | 0.2387 | 105.47 | 0.386 | 0.2488 | 181.01 | 0.3618 | 0.239 | 97.59 | 0.3998 | 0.2316 | 68.2 | 0.4199 | 0.2479 |
| 441 | 255 | 96 | 160 | 119.37 | 0.315 | 0.226 | 112.7 | 0.3992 | 0.277 | 123.91 | 0.3867 | 0.2468 | 129.45 | 0.4201 | 0.2599 | 171.25 | 0.3652 | 0.236 | 117.53 | 0.4378 | 0.2435 | 85.84 | 0.4626 | 0.2619 |
| 442 | 0 | 128 | 160 | 87.76 | 0.1901 | 0.2147 | 58.92 | 0.2002 | 0.2585 | 79.15 | 0.2044 | 0.2454 | 70.62 | 0.2015 | 0.2547 | 189.57 | 0.1896 | 0.2535 | 60.52 | 0.1528 | 0.2307 | 35.22 | 0.1574 | 0.2365 |
| 443 | 32 | 128 | 160 | 90.16 | 0.1934 | 0.2177 | 59.52 | 0.2026 | 0.2585 | 80.16 | 0.2076 | 0.2461 | 71.62 | 0.2048 | 0.255 | 183 | 0.193 | 0.2475 | 60.52 | 0.1563 | 0.226 | 35.78 | 0.1617 | 0.2335 |
| 444 | 64 | 128 | 160 | 93.08 | 0.2001 | 0.2206 | 62 | 0.2145 | 0.2608 | 83.32 | 0.2199 | 0.2485 | 74.82 | 0.219 | 0.2574 | 190.26 | 0.211 | 0.2535 | 62.41 | 0.1699 | 0.2299 | 37.51 | 0.1771 | 0.2361 |
| 445 | 96 | 128 | 160 | 99.4 | 0.2154 | 0.2262 | 66.45 | 0.2345 | 0.265 | 89.31 | 0.241 | 0.2526 | 80.44 | 0.2419 | 0.2614 | 208.7 | 0.2423 | 0.2644 | 66.93 | 0.197 | 0.2365 | 41.35 | 0.2105 | 0.2419 |
| 446 | 128 | 128 | 160 | 108.91 | 0.2372 | 0.2337 | 73.37 | 0.262 | 0.2709 | 97.94 | 0.268 | 0.2579 | 89.14 | 0.2729 | 0.2666 | 222.71 | 0.2801 | 0.2729 | 72.79 | 0.2375 | 0.2348 | 46.79 | 0.2519 | 0.2494 |
| 447 | 160 | 128 | 160 | 120.28 | 0.2603 | 0.2418 | 83.49 | 0.2955 | 0.2782 | 109.56 | 0.2989 | 0.264 | 100.4 | 0.3065 | 0.2723 | 240.89 | 0.3195 | 0.2771 | 85.42 | 0.2915 | 0.2515 | 55.21 | 0.3036 | 0.2589 |
| 448 | 192 | 128 | 160 | 133.04 | 0.2833 | 0.2497 | 96.88 | 0.331 | 0.2858 | 123.65 | 0.3299 | 0.2701 | 115.5 | 0.3416 | 0.2784 | 269.89 | 0.3592 | 0.2841 | 100.86 | 0.3433 | 0.2592 | 66.64 | 0.357 | 0.2688 |
| 449 | 224 | 128 | 160 | 143.94 | 0.3008 | 0.2559 | 112.87 | 0.3641 | 0.2929 | 140.33 | 0.3597 | 0.2759 | 134.23 | 0.3773 | 0.2845 | 261.72 | 0.3647 | 0.2837 | 120.26 | 0.3883 | 0.2686 | 81.31 | 0.4065 | 0.2784 |
| 450 | 255 | 128 | 160 | 154.2 | 0.3129 | 0.2618 | 131.67 | 0.3933 | 0.299 | 155.49 | 0.3813 | 0.28 | 158.32 | 0.4095 | 0.2899 | 252.59 | 0.3698 | 0.2849 | 138 | 0.4241 | 0.2715 | 98.97 | 0.4491 | 0.2867 |
| 451 | 0 | 160 | 160 | 125.31 | 0.2053 | 0.2646 | 86.52 | 0.2217 | 0.3127 | 120.15 | 0.2213 | 0.3073 | 108.3 | 0.2194 | 0.3187 | 255.57 | 0.1985 | 0.3014 | 95.36 | 0.1596 | 0.3131 | 56.88 | 0.1654 | 0.32 |
| 452 | 32 | 160 | 160 | 128.13 | 0.2081 | 0.2672 | 87.1 | 0.2234 | 0.3122 | 121.11 | 0.2214 | 0.3073 | 109.33 | 0.2221 | 0.3183 | 261.49 | 0.2013 | 0.302 | 96.2 | 0.1622 | 0.3173 | 57.49 | 0.169 | 0.315 |
| 453 | 64 | 160 | 160 | 131.12 | 0.2137 | 0.2679 | 89.64 | 0.2328 | 0.3128 | 124.32 | 0.2337 | 0.3078 | 112.51 | 0.2333 | 0.3185 | 271.65 | 0.2157 | 0.303 | 96.75 | 0.1726 | 0.3097 | 58.94 | 0.1814 | 0.3147 |
| 454 | 96 | 160 | 160 | 137.59 | 0.2266 | 0.2723 | 94.05 | 0.2487 | 0.3141 | 130.32 | 0.2508 | 0.3087 | 118.13 | 0.2517 | 0.3189 | 284.23 | 0.2392 | 0.3075 | 101.13 | 0.1958 | 0.3118 | 62.58 | 0.2097 | 0.3148 |
| 455 | 128 | 160 | 160 | 147.31 | 0.2452 | 0.2767 | 100.96 | 0.2711 | 0.3159 | 138.97 | 0.2731 | 0.31 | 126.78 | 0.2771 | 0.3196 | 301.17 | 0.2714 | 0.3151 | 109.06 | 0.2319 | 0.3144 | 67.94 | 0.2454 | 0.3153 |
| 456 | 160 | 160 | 160 | 158.53 | 0.2651 | 0.2814 | 111.06 | 0.2993 | 0.3184 | 150.58 | 0.2992 | 0.3114 | 138.07 | 0.3056 | 0.3202 | 338.85 | 0.3112 | 0.3244 | 120.47 | 0.2794 | 0.3101 | 76.32 | 0.2914 | 0.3166 |
| 457 | 192 | 160 | 160 | 171.51 | 0.2853 | 0.2882 | 124.44 | 0.3299 | 0.3211 | 164.64 | 0.3262 | 0.3128 | 152.67 | 0.3303 | 0.321 | 353.6 | 0.3462 | 0.3247 | 136.3 | 0.3256 | 0.3183 | 87.67 | 0.341 | 0.3179 |
| 458 | 224 | 160 | 160 | 182.5 | 0.3009 | 0.2902 | 140.47 | 0.3594 | 0.3236 | 181.34 | 0.3528 | 0.3142 | 171.78 | 0.3682 | 0.3218 | 375.58 | 0.3701 | 0.3271 | 154.13 | 0.3641 | 0.3185 | 102.12 | 0.3885 | 0.3194 |
| 459 | 255 | 160 | 160 | 193.02 | 0.3119 | 0.2944 | 159.2 | 0.3862 | 0.3256 | 196.5 | 0.3725 | 0.315 | 195.8 | 0.3982 | 0.3219 | 355.63 | 0.3742 | 0.3265 | 171.17 | 0.4084 | 0.3155 | 119.33 | 0.4305 | 0.3209 |
| 460 | 0 | 192 | 160 | 166.16 | 0.2186 | 0.3056 | 122.89 | 0.2404 | 0.3605 | 168.55 | 0.2349 | 0.3571 | 156.05 | 0.2345 | 0.3724 | 255.77 | 0.1985 | 0.3016 | 138.55 | 0.1647 | 0.3898 | 85.51 | 0.1728 | 0.3982 |
| 461 | 32 | 192 | 160 | 168.97 | 0.2209 | 0.3074 | 123.5 | 0.2417 | 0.3598 | 169.47 | 0.2387 | 0.3568 | 156.93 | 0.2364 | 0.3716 | 259.75 | 0.2004 | 0.3019 | 139.16 | 0.1664 | 0.3882 | 86.24 | 0.1756 | 0.3925 |
| 462 | 64 | 192 | 160 | 171.84 | 0.2256 | 0.3083 | 126.02 | 0.249 | 0.3592 | 172.69 | 0.2489 | 0.3562 | 160.23 | 0.2454 | 0.3704 | 290.34 | 0.214 | 0.3077 | 139.53 | 0.1751 | 0.3867 | 87.7 | 0.1858 | 0.3903 |
| 463 | 96 | 192 | 160 | 178.29 | 0.2366 | 0.31 | 130.48 | 0.2616 | 0.3586 | 178.69 | 0.2549 | 0.3552 | 165.83 | 0.2602 | 0.3687 | 340.44 | 0.2369 | 0.3286 | 143.96 | 0.1947 | 0.3837 | 91.04 | 0.2086 | 0.3865 |
| 464 | 128 | 192 | 160 | 188 | 0.2527 | 0.3122 | 137.43 | 0.2797 | 0.3579 | 187.33 | 0.2774 | 0.3539 | 174.48 | 0.281 | 0.3664 | 397.87 | 0.2647 | 0.3525 | 151.69 | 0.225 | 0.3788 | 96.3 | 0.2383 | 0.3825 |
| 465 | 160 | 192 | 160 | 199.3 | 0.27 | 0.3147 | 147.52 | 0.3028 | 0.357 | 198.91 | 0.2995 | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 523 | 0 | 128 | 192 | 94.89 | 0.1832 | 0.1942 | 69.49 | 0.1857 | 0.2216 | 84.28 | 0.1921 | 0.2013 | 77.03 | 0.1884 | 0.2079 | 200.5 | 0.1913 | 0.2626 | 62.55 | 0.1482 | 0.1786 | 37.58 | 0.151 | 0.1794 |
| 524 | 32 | 128 | 192 | 97.3 | 0.186 | 0.197 | 70.09 | 0.1875 | 0.2218 | 85.19 | 0.1947 | 0.202 | 76.99 | 0.1909 | 0.2086 | 193.19 | 0.1949 | 0.2511 | 62.51 | 0.1509 | 0.1752 | 38.4 | 0.1545 | 0.1781 |
| 525 | 64 | 128 | 192 | 100.19 | 0.1918 | 0.1997 | 72.58 | 0.1966 | 0.2244 | 88.39 | 0.2004 | 0.2049 | 80.25 | 0.2023 | 0.2116 | 213.19 | 0.2127 | 0.2465 | 64.25 | 0.1605 | 0.1785 | 39.86 | 0.1655 | 0.1808 |
| 526 | 96 | 128 | 192 | 106.55 | 0.205 | 0.2052 | 77.01 | 0.2121 | 0.2289 | 94.43 | 0.2217 | 0.21 | 85.82 | 0.2208 | 0.2166 | 250.95 | 0.2366 | 0.2415 | 68.08 | 0.1805 | 0.1818 | 43.49 | 0.1899 | 0.1874 |
| 527 | 128 | 128 | 192 | 116.08 | 0.2242 | 0.2207 | 83.95 | 0.2343 | 0.2354 | 103.08 | 0.2444 | 0.2166 | 94.57 | 0.2467 | 0.2237 | 253.45 | 0.2591 | 0.2364 | 76.29 | 0.2117 | 0.1889 | 48.94 | 0.222 | 0.1967 |
| 528 | 160 | 128 | 192 | 127.45 | 0.2448 | 0.2127 | 94.05 | 0.2625 | 0.2438 | 114.68 | 0.2711 | 0.2243 | 105.88 | 0.2758 | 0.2316 | 268.16 | 0.2924 | 0.24 | 87.19 | 0.2545 | 0.2008 | 57.54 | 0.265 | 0.2093 |
| 529 | 192 | 128 | 192 | 140.12 | 0.2657 | 0.2289 | 107.41 | 0.2938 | 0.2531 | 128.71 | 0.2988 | 0.2324 | 120.39 | 0.3074 | 0.2401 | 295.6 | 0.3266 | 0.2502 | 103.96 | 0.2989 | 0.2145 | 69.16 | 0.3121 | 0.223 |
| 530 | 224 | 128 | 192 | 151.05 | 0.2818 | 0.2352 | 123.42 | 0.3246 | 0.2621 | 145.3 | 0.3264 | 0.2404 | 139.55 | 0.341 | 0.2493 | 285.13 | 0.3297 | 0.2501 | 120.68 | 0.3412 | 0.2237 | 83.79 | 0.3509 | 0.2367 |
| 531 | 255 | 128 | 192 | 161.17 | 0.2932 | 0.2413 | 142.19 | 0.3532 | 0.2704 | 160.35 | 0.347 | 0.2463 | 163.7 | 0.373 | 0.2581 | 273.37 | 0.331 | 0.2481 | 141.07 | 0.3781 | 0.2342 | 101.52 | 0.4015 | 0.2493 |
| 532 | 0 | 160 | 192 | 132.47 | 0.197 | 0.2394 | 97.08 | 0.204 | 0.2679 | 125.28 | 0.2074 | 0.2571 | 113.72 | 0.2045 | 0.2655 | 255.58 | 0.1986 | 0.3017 | 97.88 | 0.1536 | 0.2478 | 58.56 | 0.1577 | 0.248 |
| 533 | 32 | 160 | 192 | 135.31 | 0.1994 | 0.2419 | 97.69 | 0.2054 | 0.2679 | 126.2 | 0.2095 | 0.2575 | 114.66 | 0.2066 | 0.2657 | 264.02 | 0.2026 | 0.3025 | 99.75 | 0.1556 | 0.2471 | 59.78 | 0.1606 | 0.245 |
| 534 | 64 | 160 | 192 | 138.35 | 0.2045 | 0.2439 | 100.15 | 0.213 | 0.2691 | 129.43 | 0.2177 | 0.2589 | 117.97 | 0.216 | 0.267 | 284.13 | 0.2157 | 0.2975 | 98.72 | 0.1632 | 0.246 | 61.08 | 0.1701 | 0.2459 |
| 535 | 96 | 160 | 192 | 144.76 | 0.2159 | 0.2475 | 104.58 | 0.226 | 0.2716 | 135.44 | 0.2323 | 0.2614 | 123.59 | 0.2316 | 0.2693 | 321.76 | 0.2364 | 0.2865 | 103.39 | 0.1811 | 0.2481 | 64.41 | 0.1914 | 0.2488 |
| 536 | 128 | 160 | 192 | 154.55 | 0.2326 | 0.2524 | 111.57 | 0.2449 | 0.2752 | 144.1 | 0.2515 | 0.2647 | 132.35 | 0.2536 | 0.2726 | 335.77 | 0.2543 | 0.2756 | 111.06 | 0.2091 | 0.2517 | 69.86 | 0.2201 | 0.2532 |
| 537 | 160 | 160 | 192 | 165.81 | 0.2506 | 0.2576 | 121.64 | 0.2692 | 0.2799 | 155.72 | 0.2747 | 0.2686 | 143.57 | 0.2787 | 0.2763 | 364.88 | 0.2874 | 0.2833 | 121.4 | 0.2478 | 0.2545 | 78.19 | 0.2589 | 0.2593 |
| 538 | 192 | 160 | 192 | 178.65 | 0.2692 | 0.2632 | 135 | 0.2968 | 0.2853 | 169.74 | 0.2991 | 0.2727 | 158.04 | 0.3065 | 0.2804 | 388.95 | 0.3189 | 0.2873 | 136.56 | 0.2892 | 0.2617 | 89.66 | 0.3029 | 0.2665 |
| 539 | 224 | 160 | 192 | 189.56 | 0.2836 | 0.2676 | 151.03 | 0.3244 | 0.2906 | 186.34 | 0.3239 | 0.2769 | 177.03 | 0.3369 | 0.2848 | 397.83 | 0.3383 | 0.2898 | 153.29 | 0.329 | 0.266 | 103.86 | 0.3474 | 0.2737 |
| 540 | 255 | 160 | 192 | 200.04 | 0.294 | 0.2722 | 169.72 | 0.3505 | 0.2955 | 201.35 | 0.3427 | 0.2799 | 201.2 | 0.3663 | 0.289 | 386.05 | 0.3406 | 0.2906 | 172.75 | 0.3645 | 0.2712 | 121.66 | 0.3886 | 0.2807 |
| 541 | 0 | 192 | 192 | 173.13 | 0.2095 | 0.2781 | 133.44 | 0.2215 | 0.3129 | 173.62 | 0.2206 | 0.3057 | 161.51 | 0.2192 | 0.3182 | 255.67 | 0.1985 | 0.3018 | 140.42 | 0.1588 | 0.3157 | 87.26 | 0.1647 | 0.3194 |
| 542 | 32 | 192 | 192 | 175.87 | 0.2116 | 0.2798 | 134.02 | 0.2227 | 0.3126 | 174.53 | 0.2225 | 0.3057 | 162.38 | 0.2209 | 0.3179 | 261.56 | 0.2013 | 0.3024 | 139.75 | 0.1597 | 0.3103 | 88.19 | 0.1668 | 0.3151 |
| 543 | 64 | 192 | 192 | 178.27 | 0.2159 | 0.2811 | 136.58 | 0.2289 | 0.3129 | 177.74 | 0.2293 | 0.3061 | 165.58 | 0.2286 | 0.3179 | 294.94 | 0.2152 | 0.3056 | 141.31 | 0.1663 | 0.3093 | 89.59 | 0.1746 | 0.3144 |
| 544 | 96 | 192 | 192 | 185.22 | 0.2258 | 0.2833 | 141.03 | 0.2397 | 0.3138 | 183.72 | 0.2415 | 0.3067 | 171.25 | 0.2416 | 0.3183 | 362.81 | 0.2355 | 0.3103 | 145.47 | 0.1806 | 0.3089 | 93.11 | 0.193 | 0.3143 |
| 545 | 128 | 192 | 192 | 194.98 | 0.2405 | 0.2863 | 147.98 | 0.2554 | 0.3151 | 192.39 | 0.2579 | 0.3077 | 179.92 | 0.2601 | 0.3187 | 447.64 | 0.2542 | 0.3133 | 152.34 | 0.2045 | 0.3101 | 98.09 | 0.2175 | 0.3146 |
| 546 | 160 | 192 | 192 | 206.32 | 0.2564 | 0.2896 | 158.08 | 0.276 | 0.3169 | 203.94 | 0.2779 | 0.3089 | 191.16 | 0.2813 | 0.3192 | 462.09 | 0.2797 | 0.3173 | 164.16 | 0.2401 | 0.3119 | 106.26 | 0.2521 | 0.3153 |
| 547 | 192 | 192 | 192 | 218.84 | 0.2729 | 0.2929 | 171.42 | 0.2998 | 0.3189 | 217.98 | 0.2993 | 0.3101 | 205.58 | 0.3057 | 0.3199 | 484.77 | 0.3115 | 0.3244 | 178.5 | 0.2788 | 0.304 | 117.15 | 0.292 | 0.3161 |
| 548 | 224 | 192 | 192 | 229.9 | 0.286 | 0.2958 | 187.42 | 0.3241 | 0.321 | 234.54 | 0.3214 | 0.3112 | 224.62 | 0.3237 | 0.3205 | 513.22 | 0.3423 | 0.3251 | 195.6 | 0.3146 | 0.3159 | 131.36 | 0.3337 | 0.3172 |
| 549 | 255 | 192 | 192 | 240.12 | 0.2955 | 0.299 | 206.13 | 0.3476 | 0.3227 | 249.53 | 0.3384 | 0.3119 | 248.34 | 0.3595 | 0.3207 | 513.4 | 0.3508 | 0.3276 | 215.17 | 0.3471 | 0.3169 | 148.6 | 0.3734 | 0.3185 |
| 550 | 0 | 224 | 192 | 205.76 | 0.2186 | 0.3036 | 177.09 | 0.2366 | 0.3517 | 226.52 | 0.2313 | 0.3449 | 224.34 | 0.2328 | 0.3665 | 255.64 | 0.1986 | 0.3019 | 189.4 | 0.1633 | 0.3735 | 123.78 | 0.1709 | 0.3864 |
| 551 | 32 | 224 | 192 | 207.78 | 0.2203 | 0.3045 | 177.77 | 0.2376 | 0.3513 | 227.41 | 0.2328 | 0.3448 | 225.08 | 0.2341 | 0.3659 | 259.62 | 0.2004 | 0.3022 | 189.71 | 0.164 | 0.373 | 124.57 | 0.1728 | 0.3811 |
| 552 | 64 | 224 | 192 | 210.57 | 0.2242 | 0.3052 | 180.28 | 0.2426 | 0.351 | 230.63 | 0.2386 | 0.3445 | 228.3 | 0.2405 | 0.3651 | 290.35 | 0.2133 | 0.3052 | 191.54 | 0.1694 | 0.3693 | 126.09 | 0.1791 | 0.3797 |
| 553 | 96 | 224 | 192 | 216.74 | 0.2331 | 0.3065 | 184.79 | 0.2516 | 0.3508 | 236.61 | 0.249 | 0.3441 | 233.87 | 0.251 | 0.3641 | 356.03 | 0.2337 | 0.3099 | 195.06 | 0.1817 | 0.3672 | 129.79 | 0.1944 | 0.3775 |
| 554 | 128 | 224 | 192 | 226.3 | 0.2464 | 0.3083 | 191.8 | 0.2647 | 0.3506 | 245.27 | 0.2632 | 0.3435 | 242.53 | 0.2663 | 0.3626 | 440.87 | 0.2522 | 0.314 | 202.2 | 0.2026 | 0.3667 | 134.45 | 0.2152 | 0.3749 |
| 555 | 160 | 224 | 192 | 237.5 | 0.261 | 0.3104 | 201.93 | 0.2821 | 0.3503 | 256.81 | 0.2805 | 0.3428 | 253.76 | 0.2843 | 0.3609 | 521.82 | 0.2721 | 0.331 | 213.67 | 0.2337 | 0.3631 | 141.62 | 0.2452 | 0.3711 |
| 556 | 192 | 224 | 192 | 250.06 | 0.2762 | 0.3126 | 215.26 | 0.3025 | 0.35 | 270.77 | 0.2994 | 0.342 | 268.07 | 0.3049 | 0.3589 | 601.91 | 0.3007 | 0.3543 | 226.34 | 0.2677 | 0.3579 | 152.55 | 0.2809 | 0.3672 |
| 557 | 224 | 224 | 192 | 260.76 | 0.2883 | 0.3144 | 231.21 | 0.3236 | 0.3496 | 287.29 | 0.3191 | 0.3412 | 286.76 | 0.3284 | 0.3566 | 626.04 | 0.3287 | 0.3555 | 243.5 | 0.3009 | 0.3513 | 166.88 | 0.3193 | 0.3632 |
| 558 | 255 | 224 | 192 | 270.02 | 0.2972 | 0.3164 | 249.9 | 0.3446 | 0.349 | 302.14 | 0.3446 | 0.3402 | 309.84 | 0.3524 | 0.3535 | 630.57 | 0.342 | 0.3552 | 261.02 | 0.3275 | 0.3452 | 183.09 | 0.3568 | 0.3594 |
| 559 | 0 | 255 | 192 | 228.15 | 0.2246 | 0.3179 | 229.56 | 0.2491 | 0.3847 | 267.42 | 0.2373 | 0.3681 | 301.24 | 0.2436 | 0.4068 | 558.58 | 0.1986 | 0.3019 | 246.61 | 0.1673 | 0.4267 | 166.39 | 0.176 | 0.4442 |
| 560 | 32 | 255 | 192 | 229.11 | 0.226 | 0.318 | 230.22 | 0.2498 | 0.3843 | 268.19 | 0.2386 | 0.3678 | 301.71 | 0.2446 | 0.4059 | 258.01 | 0.1997 | 0.3021 | 244.57 | 0.1673 | 0.4207 | 167.53 | 0.1771 | 0.4382 |
| 561 | 64 | 255 | 192 | 231.5 | 0.2295 | 0.3183 | 232.84 | 0.254 | 0.3836 | 271.44 | 0.2438 | 0.3673 | 304.9 | 0.2499 | 0.4046 | 281.24 | 0.21 | 0.3044 | 248.25 | 0.1719 | 0.4225 | 169.01 | 0.1824 | 0.4363 |
| 562 | 96 | 255 | 192 | 237.44 | 0.2379 | 0.3191 | 237.42 | 0.2615 | 0.3828 | 277.37 | 0.2532 | 0.3663 | 310.67 | 0.2588 | 0.4027 | 346.57 | 0.2311 | 0.3094 | 251.7 | 0.1825 | 0.4195 | 171.71 | 0.1949 | 0.4328 |
| 563 | 128 | 255 | 192 | 246.72 | 0.2503 | 0.3202 | 244.5 | 0.2725 | 0.3816 | 286.05 | 0.266 | 0.365 | 319.29 | 0.2714 | 0.4001 | 434.14 | 0.2508 | 0.3138 | 258.04 | 0.1993 | 0.4157 | 176.58 | 0.2127 | 0.4284 |
| 564 | 160 | 255 | 192 | 257.72 | 0.2641 | 0.3215 | 254.67 | 0.2871 | 0.38 | 297.56 | 0.2817 | 0.363 | 330.24 | 0.2864 | 0.397 | 513.48 | 0.2682 | 0.325 | 269.08 | 0.2266 | 0.4115 | 184.41 | 0.2389 | 0.424 |
| 565 | 192 | 255 | 192 | 270.05 | 0.2785 | 0.3232 | 268.05 | 0.3045 | 0.3781 | 311.56 | 0.299 | 0.3617 | 344.37 | 0.3039 | 0.3934 | 622.48 | 0.2929 | 0.3513 | 283.54 | 0.2591 | 0.4062 | 195.1 | 0.2705 | 0.4149 |
| 566 | 224 | 255 | 192 | 280.59 | 0.29 | 0.3245 | 284 | 0.3229 | 0.376 | 328.02 | 0.3173 | 0.3598 | 362.69 | 0.324 | 0.3891 | 695.46 | 0.319 | 0.3661 | 300.19 | 0.2892 | 0.3967 | 207.93 | 0.3053 | 0.4071 |
| 567 | 255 | 255 | 192 | 288.43 | 0.2983 | 0.3254 | 302.54 | 0.3414 | 0.3737 | 342.56 | 0.3316 | 0.3579 | 384.44 | 0.3451 | 0.3839 | 713.66 | 0.3355 | 0.3651 | 318.63 | 0.32 | 0.3905 | 224.67 | 0.3403 | 0.3994 |
| 568 | 0 | 224 | 34.92 | 0.15 | 0.084 | 42.52 | 0.1467 | 0.1226 | 22.12 | 0.155 | 0.0534 | 21.9 | 0.1462 | 0.0586 | 30.07 | 0.1555 | 0.059 | 20.18 | 0.1376 | 0.05 | 12.52 | 0.1373 | 0.0999 | |
| 569 | 32 | 224 | 35.88 | 0.1529 | 0.0857 | 43.12 | 0.1487 | 0.1236 | 22.98 | 0.1545 | 0.0551 | 22.68 | 0.149 | 0.0601 | 34.83 | 0.1724 | 0.0664 | 21.34 | 0.142 | 0.0524 | 13. | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 628 | 192 | 192 | 224 | 224,04 | 0,2666 | 0,2841 | 183,61 | 0,2751 | 0,287 | 223,7 | 0,2796 | 0,2755 | 211,66 | 0,2825 | 0,2819 | 521,98 | 0,2913 | 0,2895 | 179,42 | 0,2541 | 0,2651 | 118,38 | 0,2641 | 0,2676 |
| 629 | 224 | 192 | 224 | 235,02 | 0,2792 | 0,2872 | 199,51 | 0,2974 | 0,2909 | 240,22 | 0,3 | 0,2786 | 230,55 | 0,3075 | 0,2851 | 549,68 | 0,3181 | 0,2923 | 196,4 | 0,2853 | 0,2678 | 132,8 | 0,3016 | 0,2731 |
| 630 | 255 | 192 | 224 | 248,19 | 0,288 | 0,2893 | 218,08 | 0,3196 | 0,2947 | 255,21 | 0,3161 | 0,281 | 250,5 | 0,3331 | 0,2883 | 549,52 | 0,3238 | 0,2939 | 214,59 | 0,3183 | 0,2736 | 149,67 | 0,3389 | 0,2784 |
| 631 | 0 | 224 | 224 | 213,59 | 0,2142 | 0,2921 | 189,22 | 0,2211 | 0,3123 | 232,2 | 0,2199 | 0,3032 | 230,3 | 0,2194 | 0,3198 | 255,58 | 0,1985 | 0,3016 | 190,8 | 0,1588 | 0,3158 | 125,35 | 0,1646 | 0,32 |
| 632 | 32 | 224 | 224 | 215,71 | 0,2159 | 0,2931 | 189,86 | 0,222 | 0,3122 | 233,04 | 0,2213 | 0,3033 | 231,05 | 0,2206 | 0,3195 | 261,5 | 0,2012 | 0,3022 | 191,02 | 0,1593 | 0,3122 | 126,21 | 0,1658 | 0,3157 |
| 633 | 64 | 224 | 224 | 218,46 | 0,2194 | 0,2939 | 192,41 | 0,2264 | 0,3125 | 236,29 | 0,2264 | 0,3036 | 234,25 | 0,2262 | 0,3195 | 294,88 | 0,2151 | 0,3053 | 192,5 | 0,1633 | 0,3129 | 127,65 | 0,1708 | 0,3151 |
| 634 | 96 | 224 | 224 | 224,55 | 0,2278 | 0,2953 | 196,89 | 0,2342 | 0,3131 | 242,25 | 0,2357 | 0,3042 | 239,83 | 0,2356 | 0,3197 | 362,72 | 0,2354 | 0,31 | 196,33 | 0,1736 | 0,3123 | 130,65 | 0,1832 | 0,3147 |
| 635 | 128 | 224 | 224 | 234,09 | 0,2404 | 0,2974 | 203,91 | 0,2458 | 0,3141 | 250,9 | 0,2484 | 0,305 | 248,45 | 0,2493 | 0,3199 | 452,61 | 0,2542 | 0,3142 | 203,56 | 0,1913 | 0,3106 | 135,37 | 0,2005 | 0,3147 |
| 636 | 160 | 224 | 224 | 245,32 | 0,2544 | 0,2998 | 213,96 | 0,2614 | 0,3155 | 262,45 | 0,2642 | 0,306 | 259,63 | 0,2656 | 0,3202 | 584,95 | 0,2713 | 0,3178 | 213,64 | 0,2155 | 0,3104 | 142,83 | 0,2262 | 0,3149 |
| 637 | 192 | 224 | 224 | 258,26 | 0,2693 | 0,3023 | 227,24 | 0,28 | 0,3171 | 276,46 | 0,2816 | 0,307 | 273,84 | 0,2846 | 0,3205 | 640,76 | 0,2838 | 0,319 | 227,64 | 0,2489 | 0,3105 | 153,76 | 0,2575 | 0,3156 |
| 638 | 224 | 224 | 224 | 269,1 | 0,2812 | 0,3045 | 243,13 | 0,2997 | 0,3187 | 292,9 | 0,3 | 0,3082 | 292,2 | 0,3065 | 0,3209 | 669,57 | 0,3108 | 0,3235 | 244,53 | 0,2784 | 0,3096 | 167,48 | 0,2921 | 0,3162 |
| 639 | 255 | 224 | 224 | 278,74 | 0,29 | 0,3067 | 261,65 | 0,3197 | 0,3203 | 307,74 | 0,3147 | 0,3089 | 315,34 | 0,3295 | 0,3209 | 704,49 | 0,3343 | 0,3264 | 265,29 | 0,3103 | 0,3187 | 183,78 | 0,3273 | 0,317 |
| 640 | 0 | 255 | 224 | 236,88 | 0,2205 | 0,3076 | 241,43 | 0,2337 | 0,3457 | 272,97 | 0,2261 | 0,3269 | 307,32 | 0,2311 | 0,3621 | 255,55 | 0,1985 | 0,3015 | 247,05 | 0,1627 | 0,3681 | 167,22 | 0,1695 | 0,377 |
| 641 | 32 | 255 | 224 | 237,78 | 0,2218 | 0,3077 | 242,11 | 0,2344 | 0,3455 | 273,75 | 0,2273 | 0,3268 | 307,8 | 0,2321 | 0,3615 | 259,61 | 0,2004 | 0,3019 | 247,8 | 0,1626 | 0,3608 | 168,58 | 0,1704 | 0,3716 |
| 642 | 64 | 255 | 224 | 240,15 | 0,225 | 0,308 | 244,74 | 0,2383 | 0,3454 | 276,96 | 0,2319 | 0,3268 | 316,73 | 0,2369 | 0,361 | 290,37 | 0,2132 | 0,3049 | 249,32 | 0,1661 | 0,3593 | 169,47 | 0,1746 | 0,3706 |
| 643 | 96 | 255 | 224 | 245,97 | 0,2329 | 0,3089 | 249,28 | 0,2449 | 0,3453 | 282,97 | 0,2405 | 0,3268 | 316,73 | 0,2449 | 0,3602 | 356,17 | 0,2336 | 0,3096 | 252,75 | 0,174 | 0,3597 | 172,73 | 0,1853 | 0,369 |
| 644 | 128 | 255 | 224 | 255,32 | 0,2448 | 0,3103 | 256,35 | 0,2549 | 0,3453 | 291,64 | 0,2521 | 0,3269 | 325,4 | 0,2565 | 0,3592 | 442,92 | 0,2525 | 0,3138 | 259,39 | 0,1905 | 0,3594 | 177,35 | 0,2002 | 0,3672 |
| 645 | 160 | 255 | 224 | 266,35 | 0,258 | 0,312 | 266,48 | 0,2682 | 0,3453 | 303,16 | 0,2665 | 0,327 | 336,37 | 0,2703 | 0,358 | 551,55 | 0,2681 | 0,3171 | 269,43 | 0,2139 | 0,3585 | 184,85 | 0,2229 | 0,3646 |
| 646 | 192 | 255 | 224 | 278,95 | 0,272 | 0,3138 | 279,75 | 0,2843 | 0,3453 | 317,16 | 0,2826 | 0,327 | 350,5 | 0,2865 | 0,3565 | 678,76 | 0,2803 | 0,3194 | 283,78 | 0,2405 | 0,3529 | 194,94 | 0,2509 | 0,362 |
| 647 | 224 | 255 | 224 | 289,65 | 0,2833 | 0,3154 | 295,64 | 0,3016 | 0,3453 | 333,56 | 0,2997 | 0,327 | 368,73 | 0,3055 | 0,3548 | 789,91 | 0,3006 | 0,3424 | 300,4 | 0,2701 | 0,3517 | 208,02 | 0,2826 | 0,359 |
| 648 | 255 | 255 | 224 | 297,9 | 0,2917 | 0,3166 | 314,11 | 0,3194 | 0,3451 | 348,05 | 0,3133 | 0,3268 | 390,49 | 0,3258 | 0,3524 | 826,26 | 0,3252 | 0,3475 | 318,34 | 0,2979 | 0,3492 | 224,17 | 0,3154 | 0,354 |
| 649 | 0 | 0 | 255 | 38,72 | 0,1501 | 0,0885 | 55,68 | 0,1463 | 0,1204 | 26,8 | 0,1513 | 0,0521 | 29,66 | 0,1462 | 0,0584 | 31,78 | 0,1573 | 0,0616 | 25,82 | 0,1376 | 0,05 | 17,17 | 0,1374 | 0,0499 |
| 650 | 32 | 0 | 255 | 39,75 | 0,1531 | 0,0903 | 56,22 | 0,1477 | 0,1211 | 27,62 | 0,1539 | 0,0534 | 30,37 | 0,1482 | 0,0595 | 37,53 | 0,1764 | 0,0703 | 26,84 | 0,1406 | 0,0516 | 17,57 | 0,1395 | 0,0511 |
| 651 | 64 | 0 | 255 | 42,23 | 0,1601 | 0,0944 | 58,59 | 0,1544 | 0,1243 | 30,85 | 0,1628 | 0,0586 | 33,5 | 0,1572 | 0,0644 | 49,39 | 0,2094 | 0,0866 | 29,03 | 0,147 | 0,0548 | 19,52 | 0,1464 | 0,0545 |
| 652 | 96 | 0 | 255 | 48,32 | 0,1765 | 0,104 | 62,92 | 0,1661 | 0,13 | 36,74 | 0,1784 | 0,0675 | 38,92 | 0,1721 | 0,0725 | 68,98 | 0,2528 | 0,1095 | 33,74 | 0,1617 | 0,0624 | 22,56 | 0,1615 | 0,0628 |
| 653 | 128 | 0 | 255 | 57,77 | 0,1997 | 0,1175 | 69,75 | 0,1834 | 0,1385 | 45,39 | 0,1993 | 0,0795 | 47,55 | 0,1937 | 0,0844 | 95,28 | 0,2989 | 0,1343 | 42,06 | 0,1849 | 0,0741 | 27,7 | 0,1827 | 0,0741 |
| 654 | 160 | 0 | 255 | 68,88 | 0,2241 | 0,1317 | 79,74 | 0,2065 | 0,1497 | 56,95 | 0,2244 | 0,094 | 58,66 | 0,219 | 0,0983 | 104,59 | 0,3131 | 0,1417 | 54,16 | 0,2159 | 0,0899 | 35,86 | 0,2131 | 0,0903 |
| 655 | 192 | 0 | 255 | 81,44 | 0,2485 | 0,146 | 93,03 | 0,2335 | 0,1629 | 70,94 | 0,2512 | 0,1094 | 72,95 | 0,2475 | 0,1139 | 104,4 | 0,3131 | 0,1416 | 69,21 | 0,2495 | 0,1069 | 47,17 | 0,2495 | 0,1096 |
| 656 | 224 | 0 | 255 | 91,93 | 0,267 | 0,1567 | 109,02 | 0,2616 | 0,1766 | 87,42 | 0,2786 | 0,1252 | 91,66 | 0,2795 | 0,1314 | 104,41 | 0,3131 | 0,1416 | 86,63 | 0,2834 | 0,1242 | 61,78 | 0,289 | 0,1304 |
| 657 | 255 | 0 | 255 | 99,74 | 0,2798 | 0,164 | 127,79 | 0,2895 | 0,1902 | 102,05 | 0,2997 | 0,1374 | 114,7 | 0,3121 | 0,1493 | 104,41 | 0,3131 | 0,1416 | 105,48 | 0,3142 | 0,1398 | 79,2 | 0,3282 | 0,1513 |
| 658 | 0 | 32 | 255 | 42,29 | 0,1521 | 0,0953 | 57,21 | 0,1473 | 0,1229 | 29,74 | 0,153 | 0,0572 | 32,12 | 0,1474 | 0,0627 | 54,51 | 0,1633 | 0,0989 | 28,58 | 0,1381 | 0,0549 | 18,09 | 0,1377 | 0,053 |
| 659 | 32 | 32 | 255 | 43,02 | 0,1546 | 0,0965 | 57,7 | 0,1487 | 0,1234 | 30,55 | 0,1553 | 0,0585 | 32,84 | 0,1494 | 0,0638 | 60,67 | 0,1812 | 0,1016 | 29,32 | 0,1406 | 0,0559 | 18,85 | 0,1399 | 0,0543 |
| 660 | 64 | 32 | 255 | 45,47 | 0,1613 | 0,1004 | 60,12 | 0,1554 | 0,1267 | 33,74 | 0,1616 | 0,0635 | 36,01 | 0,1584 | 0,0687 | 67,29 | 0,2077 | 0,1088 | 31,57 | 0,1473 | 0,059 | 20,33 | 0,1466 | 0,0578 |
| 661 | 96 | 32 | 255 | 51,51 | 0,1773 | 0,1096 | 64,5 | 0,1671 | 0,1324 | 39,74 | 0,1796 | 0,0723 | 41,6 | 0,1734 | 0,0768 | 88,59 | 0,2457 | 0,124 | 35,48 | 0,161 | 0,0656 | 23,98 | 0,1622 | 0,066 |
| 662 | 128 | 32 | 255 | 61,05 | 0,2003 | 0,1228 | 71,36 | 0,1844 | 0,1407 | 48,35 | 0,2002 | 0,084 | 50,17 | 0,1948 | 0,0884 | 106,36 | 0,2901 | 0,1439 | 44,25 | 0,1838 | 0,0769 | 29,29 | 0,1836 | 0,0772 |
| 663 | 160 | 32 | 255 | 72,19 | 0,2245 | 0,1366 | 81,37 | 0,2073 | 0,1518 | 59,96 | 0,2252 | 0,0981 | 61,34 | 0,2199 | 0,102 | 119,48 | 0,3131 | 0,1533 | 56,78 | 0,2153 | 0,0925 | 37,68 | 0,2142 | 0,0932 |
| 664 | 192 | 32 | 255 | 84,84 | 0,2488 | 0,1505 | 94,67 | 0,2342 | 0,1648 | 73,91 | 0,2517 | 0,1132 | 75,61 | 0,2482 | 0,1172 | 116,65 | 0,313 | 0,1512 | 72,25 | 0,2497 | 0,1093 | 49,13 | 0,2505 | 0,1123 |
| 665 | 224 | 32 | 255 | 95,35 | 0,2671 | 0,1609 | 110,65 | 0,262 | 0,1783 | 90,37 | 0,2788 | 0,1285 | 94,29 | 0,2798 | 0,1343 | 113,28 | 0,313 | 0,1486 | 87,99 | 0,2812 | 0,1249 | 63,8 | 0,2896 | 0,1328 |
| 666 | 255 | 32 | 255 | 103,29 | 0,2799 | 0,1682 | 129,31 | 0,2896 | 0,1916 | 105,04 | 0,2997 | 0,1404 | 117,29 | 0,312 | 0,1518 | 110,97 | 0,313 | 0,1468 | 108 | 0,3152 | 0,1419 | 81,67 | 0,3285 | 0,1532 |
| 667 | 0 | 64 | 255 | 50,75 | 0,1569 | 0,1007 | 64,06 | 0,1517 | 0,134 | 41,46 | 0,1584 | 0,0769 | 42,8 | 0,1524 | 0,0808 | 92,25 | 0,1721 | 0,1524 | 34,18 | 0,139 | 0,0653 | 21,75 | 0,1389 | 0,063 |
| 668 | 32 | 64 | 255 | 51,6 | 0,1591 | 0,112 | 64,64 | 0,1531 | 0,1347 | 42,33 | 0,1606 | 0,0782 | 43,68 | 0,1545 | 0,082 | 97,82 | 0,1869 | 0,15 | 35,22 | 0,1412 | 0,0668 | 22,37 | 0,1409 | 0,0638 |
| 669 | 64 | 64 | 255 | 53,98 | 0,1654 | 0,1154 | 67,03 | 0,1596 | 0,1377 | 45,55 | 0,1669 | 0,0826 | 46,89 | 0,1631 | 0,0865 | 127,32 | 0,2164 | 0,162 | 37,23 | 0,1469 | 0,0687 | 23,9 | 0,1473 | 0,0672 |
| 670 | 96 | 64 | 255 | 60,14 | 0,1808 | 0,124 | 71,42 | 0,171 | 0,143 | 51,53 | 0,1838 | 0,0905 | 52,46 | 0,1775 | 0,0938 | 131,34 | 0,243 | 0,1641 | 41,46 | 0,1608 | 0,0751 | 27,49 | 0,1627 | 0,0749 |
| 671 | 128 | 64 | 255 | 69,23 | 0,203 | 0,1363 | 78,31 | 0,1877 | 0,1508 | 60,19 | 0,2037 | 0,1011 | 61,11 | 0,1982 | 0,1043 | 146,84 | 0,2795 | 0,1729 | 49,04 | 0,1826 | 0,0849 | 32,65 | 0,1835 | 0,0854 |
| 672 | 160 | 64 | 255 | 81,01 | 0,2264 | 0,149 | 88,41 | 0,2101 | 0,1612 | 71,79 | 0,2276 | 0,1138 | 72,29 | 0,2223 | 0,1167 | 166,39 | 0,3133 | 0,1828 | 61,55 | 0,2145 | 0,1 | 40,99 | 0,2138 | 0,1007 |
| 673 | 192 | 64 | 255 | 93,57 | 0,2498 | 0,1617 | 101,65 | 0,2361 | 0,1732 | 85,75 | 0,2532 | 0,1274 | 86,62 | 0,2496 | 0,1306 | 160,53 | 0,3133 | 0,1795 | 76,65 | 0,2481 | 0,1158 | 52,31 | 0,2497 | 0,1187 |
| 674 | 224 | 64 | 255 | 104,2 | 0,2677 | 0,1714 | 117,61 | 0,2633 | 0,1858 | 102,23 | 0,2794 | 0,1414 | 105,37 | 0,2803 | 0,1463 | 153,68 | 0,3132 | 0,1757 | 94,54 | 0,2816 | 0,1322 | 67,01 | 0,2887 | 0,1384 |
| 675 | 255 | 64 | 255 | 112,43 | 0,2801 | 0,1785 | 136,22 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | R | G | B | Samsung Galaxy S2 | | | Samsung Galaxy S4 | | | Apple iPhone 3GS | | | Apple iPhone 4 | | | Sony Xperia X10 | | | Ampe A78 | | |
|----|-----|-----|---|-------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|----------------|--------|---------|-----------------|--------|--------|----------|--------|--------|
| | | | | Y | x | y | Y | x | y | Y | x | y | Y | x | y | Y | x | y | Y | x | y |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,04 | 0,2781 | 0,2633 | 0,44 | 0,2661 | 0,247 | 0,23 | 0,2603 | 0,2309 | 0,21 | 0,2438 | 0,2086 |
| 2 | 32 | 0 | 0 | 0,3 | 0,5731 | 0,3733 | 0,54 | 0,6633 | 0,3318 | 2,52 | 0,3301 | 0,274 | 1,17 | 0,4639 | 0,3054 | 0,35 | 0,3605 | 0,2646 | 0,44 | 0,3933 | 0,26 |
| 3 | 64 | 0 | 0 | 1,68 | 0,6564 | 0,332 | 3,14 | 0,668 | 0,3313 | 4,78 | 0,4457 | 0,2987 | 4,22 | 0,5761 | 0,3339 | 1,79 | 0,569 | 0,3098 | 1,2 | 0,5316 | 0,3104 |
| 4 | 128 | 0 | 0 | 5,61 | 0,6683 | 0,3267 | 8,11 | 0,6683 | 0,3315 | 9,25 | 0,5171 | 0,3162 | 10,04 | 0,604 | 0,3416 | 5,21 | 0,608 | 0,3191 | 2,67 | 0,5771 | 0,3243 |
| 5 | 256 | 0 | 0 | 10,3 | 0,6716 | 0,3255 | 15,38 | 0,6681 | 0,3316 | 16,16 | 0,5529 | 0,3261 | 19,48 | 0,6139 | 0,344 | 9,88 | 0,6189 | 0,3222 | 4,94 | 0,6007 | 0,333 |
| 6 | 160 | 0 | 0 | 18,41 | 0,6729 | 0,3247 | 26,14 | 0,6678 | 0,3318 | 25,13 | 0,5712 | 0,3315 | 32,98 | 0,6181 | 0,3451 | 15,47 | 0,6255 | 0,3236 | 8,04 | 0,6111 | 0,3363 |
| 7 | 192 | 0 | 0 | 30,92 | 0,6741 | 0,3246 | 40,15 | 0,6678 | 0,332 | 36,7 | 0,5829 | 0,3351 | 50,68 | 0,6201 | 0,3457 | 22,86 | 0,6305 | 0,3257 | 12,69 | 0,618 | 0,3384 |
| 8 | 224 | 0 | 0 | 49,2 | 0,6745 | 0,3244 | 58,35 | 0,6676 | 0,3321 | 52,41 | 0,592 | 0,3386 | 72,85 | 0,621 | 0,346 | 31,22 | 0,6351 | 0,3272 | 18,48 | 0,6235 | 0,3403 |
| 9 | 255 | 0 | 0 | 68,67 | 0,6748 | 0,3243 | 79,73 | 0,6674 | 0,3322 | 79,72 | 0,6208 | 0,3433 | 97,71 | 0,621 | 0,346 | 40,29 | 0,641 | 0,3297 | 28,27 | 0,6298 | 0,3423 |
| 10 | 0 | 32 | 0 | 0,96 | 0,231 | 0,6923 | 1,62 | 0,2571 | 0,7002 | 4,12 | 0,2908 | 0,3523 | 2,27 | 0,2892 | 0,4551 | 0,84 | 0,2708 | 0,417 | 1,25 | 0,2778 | 0,467 |
| 11 | 32 | 32 | 0 | 1,45 | 0,3352 | 0,6095 | 2,11 | 0,4278 | 0,5439 | 4,55 | 0,3264 | 0,3466 | 3,12 | 0,3869 | 0,4283 | 0,95 | 0,3444 | 0,3874 | 1,46 | 0,3475 | 0,4432 |
| 12 | 64 | 32 | 0 | 2,54 | 0,5741 | 0,404 | 4,6 | 0,5905 | 0,4029 | 6,8 | 0,4225 | 0,3409 | 6,23 | 0,5168 | 0,3841 | 2,66 | 0,5399 | 0,3438 | 2,24 | 0,4579 | 0,3979 |
| 13 | 96 | 32 | 0 | 6,61 | 0,6307 | 0,3593 | 9,45 | 0,6345 | 0,3619 | 11,28 | 0,496 | 0,3393 | 12,18 | 0,5708 | 0,3653 | 6,25 | 0,5932 | 0,3315 | 3,73 | 0,5298 | 0,3738 |
| 14 | 128 | 32 | 0 | 11,34 | 0,6506 | 0,3433 | 16,59 | 0,6498 | 0,3478 | 18,38 | 0,538 | 0,3395 | 21,72 | 0,5951 | 0,3576 | 10,97 | 0,6106 | 0,3291 | 5,97 | 0,5686 | 0,3607 |
| 15 | 160 | 32 | 0 | 19,22 | 0,6628 | 0,3336 | 27,15 | 0,6574 | 0,3413 | 27,25 | 0,5603 | 0,3397 | 35,34 | 0,6062 | 0,3534 | 16,59 | 0,6198 | 0,3286 | 9,09 | 0,5893 | 0,354 |
| 16 | 192 | 32 | 0 | 31,53 | 0,6672 | 0,3303 | 40,99 | 0,661 | 0,3379 | 39,05 | 0,5753 | 0,3411 | 53,22 | 0,6118 | 0,3513 | 23,86 | 0,6262 | 0,3286 | 13,75 | 0,604 | 0,3502 |
| 17 | 224 | 32 | 0 | 49,1 | 0,6715 | 0,3269 | 59,01 | 0,6631 | 0,336 | 54,61 | 0,5863 | 0,3425 | 75,45 | 0,6151 | 0,3501 | 31,97 | 0,6325 | 0,3297 | 19,58 | 0,613 | 0,3486 |
| 18 | 255 | 32 | 0 | 67,94 | 0,6725 | 0,3263 | 80,14 | 0,6644 | 0,3349 | 81,48 | 0,599 | 0,3456 | 100,53 | 0,6161 | 0,3492 | 40,84 | 0,6388 | 0,3313 | 29,3 | 0,6231 | 0,3479 |
| 19 | 0 | 64 | 0 | 6,3 | 0,2103 | 0,7296 | 9,54 | 0,2504 | 0,7051 | 12,57 | 0,3024 | 0,4572 | 10,51 | 0,2929 | 0,5334 | 6,77 | 0,2838 | 0,5406 | 4,79 | 0,2922 | 0,5608 |
| 20 | 32 | 64 | 0 | 6,75 | 0,2398 | 0,7014 | 9,82 | 0,2948 | 0,666 | 12,9 | 0,3187 | 0,4488 | 11,65 | 0,3238 | 0,5173 | 6,16 | 0,2976 | 0,5295 | 5,05 | 0,3158 | 0,544 |
| 21 | 64 | 64 | 0 | 7,92 | 0,3779 | 0,5819 | 12,21 | 0,4233 | 0,552 | 15,06 | 0,3764 | 0,4242 | 14,98 | 0,4077 | 0,4694 | 7,77 | 0,4071 | 0,4608 | 5,84 | 0,3764 | 0,5045 |
| 22 | 96 | 64 | 0 | 11,65 | 0,5149 | 0,462 | 16,93 | 0,5215 | 0,463 | 19,42 | 0,4408 | 0,3988 | 21,09 | 0,4826 | 0,4279 | 11,29 | 0,4981 | 0,4048 | 7,28 | 0,4441 | 0,4609 |
| 23 | 128 | 64 | 0 | 15,87 | 0,5764 | 0,4084 | 23,92 | 0,5768 | 0,4137 | 26,46 | 0,491 | 0,3803 | 30,74 | 0,5329 | 0,3993 | 15,93 | 0,5458 | 0,3766 | 9,55 | 0,4979 | 0,425 |
| 24 | 160 | 64 | 0 | 23,15 | 0,6141 | 0,3763 | 34,32 | 0,61 | 0,3837 | 35,25 | 0,5236 | 0,3689 | 44,56 | 0,563 | 0,3819 | 21,43 | 0,5734 | 0,3619 | 12,66 | 0,5354 | 0,4012 |
| 25 | 192 | 64 | 0 | 34,7 | 0,6393 | 0,3549 | 47,88 | 0,6292 | 0,3666 | 47,22 | 0,5468 | 0,3623 | 62,61 | 0,581 | 0,3716 | 28,47 | 0,5929 | 0,352 | 17,35 | 0,5639 | 0,3836 |
| 26 | 224 | 64 | 0 | 51,01 | 0,6525 | 0,3436 | 65,6 | 0,6412 | 0,3558 | 62,7 | 0,5646 | 0,358 | 85,11 | 0,5919 | 0,3651 | 36,29 | 0,6076 | 0,3467 | 23,17 | 0,5828 | 0,3727 |
| 27 | 255 | 64 | 0 | 66,88 | 0,661 | 0,3363 | 86,46 | 0,6485 | 0,3492 | 88,78 | 0,5837 | 0,3557 | 110,56 | 0,5977 | 0,3613 | 44,38 | 0,6219 | 0,343 | 32,89 | 0,6015 | 0,3648 |
| 28 | 0 | 96 | 0 | 18,52 | 0,2067 | 0,7341 | 24,08 | 0,2457 | 0,7102 | 29 | 0,3069 | 0,5015 | 26,36 | 0,2929 | 0,5485 | 19,18 | 0,2834 | 0,5606 | 11,34 | 0,2982 | 0,584 |
| 29 | 32 | 96 | 0 | 18,41 | 0,2181 | 0,7234 | 24,12 | 0,2646 | 0,694 | 28,93 | 0,3149 | 0,4957 | 27,99 | 0,3063 | 0,5406 | 18,08 | 0,2896 | 0,5546 | 11,61 | 0,3084 | 0,5759 |
| 30 | 64 | 96 | 0 | 19,98 | 0,2795 | 0,6687 | 26,39 | 0,3368 | 0,6289 | 30,73 | 0,3477 | 0,4763 | 31,56 | 0,3528 | 0,5125 | 19,57 | 0,3408 | 0,5197 | 12,42 | 0,3406 | 0,5513 |
| 31 | 96 | 96 | 0 | 23,9 | 0,3871 | 0,5756 | 30,96 | 0,4227 | 0,5517 | 34,99 | 0,3943 | 0,4503 | 37,81 | 0,4112 | 0,4769 | 23,05 | 0,4097 | 0,4732 | 13,88 | 0,3862 | 0,5181 |
| 32 | 128 | 96 | 0 | 27,1 | 0,4668 | 0,5055 | 37,75 | 0,4915 | 0,4901 | 41,71 | 0,4408 | 0,4256 | 47,62 | 0,4656 | 0,4439 | 27,63 | 0,4624 | 0,4381 | 16,13 | 0,4335 | 0,4827 |
| 33 | 160 | 96 | 0 | 33,57 | 0,5264 | 0,4536 | 47,89 | 0,5441 | 0,4428 | 50,43 | 0,4772 | 0,4068 | 61,62 | 0,5074 | 0,4183 | 32,98 | 0,501 | 0,4135 | 19,23 | 0,475 | 0,4529 |
| 34 | 192 | 96 | 0 | 42,32 | 0,5774 | 0,4092 | 61,15 | 0,5798 | 0,4109 | 62,19 | 0,5069 | 0,3926 | 79,83 | 0,5368 | 0,4003 | 39,8 | 0,5328 | 0,3943 | 23,92 | 0,5127 | 0,4262 |
| 35 | 224 | 96 | 0 | 54,64 | 0,6087 | 0,3819 | 78,55 | 0,6045 | 0,3888 | 77,62 | 0,5314 | 0,3819 | 102,44 | 0,557 | 0,3878 | 47,2 | 0,5578 | 0,3811 | 29,71 | 0,541 | 0,4074 |
| 36 | 255 | 96 | 0 | 68,61 | 0,6278 | 0,3653 | 98,96 | 0,6208 | 0,3741 | 102,86 | 0,5583 | 0,373 | 128,47 | 0,5691 | 0,3799 | 54,53 | 0,5809 | 0,3704 | 39,47 | 0,5691 | 0,3907 |
| 37 | 0 | 128 | 0 | 35,21 | 0,2047 | 0,7361 | 45,14 | 0,2435 | 0,7126 | 53,79 | 0,3091 | 0,5211 | 52,26 | 0,2927 | 0,5532 | 37,23 | 0,2861 | 0,5645 | 21,25 | 0,3004 | 0,5938 |
| 38 | 32 | 128 | 0 | 33,99 | 0,2099 | 0,7313 | 44,93 | 0,2536 | 0,7034 | 53,49 | 0,3138 | 0,5175 | 54,23 | 0,2999 | 0,549 | 35,67 | 0,2887 | 0,5622 | 21,55 | 0,3063 | 0,5883 |
| 39 | 64 | 128 | 0 | 34,7 | 0,246 | 0,6986 | 47 | 0,2968 | 0,6646 | 54,73 | 0,3334 | 0,5044 | 57,93 | 0,3267 | 0,5324 | 37,15 | 0,3183 | 0,5415 | 22,37 | 0,3255 | 0,5737 |
| 40 | 96 | 128 | 0 | 36,91 | 0,3263 | 0,6286 | 51,39 | 0,3602 | 0,6079 | 58,6 | 0,3652 | 0,4842 | 64,33 | 0,367 | 0,5073 | 40,57 | 0,3636 | 0,5099 | 23,83 | 0,3547 | 0,5507 |
| 41 | 128 | 128 | 0 | 39,77 | 0,3909 | 0,5724 | 57,92 | 0,4227 | 0,5517 | 65,4 | 0,4062 | 0,4617 | 74,28 | 0,4128 | 0,4788 | 45 | 0,4064 | 0,4804 | 26,15 | 0,391 | 0,5228 |
| 42 | 160 | 128 | 0 | 42,96 | 0,4573 | 0,5144 | 67,79 | 0,4806 | 0,4999 | 73,7 | 0,436 | 0,4416 | 88,32 | 0,4551 | 0,4524 | 50,31 | 0,4428 | 0,4561 | 29,21 | 0,4272 | 0,4949 |
| 43 | 192 | 128 | 0 | 50,53 | 0,5161 | 0,463 | 80,69 | 0,5257 | 0,4594 | 85,25 | 0,4666 | 0,4242 | 106,58 | 0,4897 | 0,4308 | 57 | 0,4767 | 0,4347 | 33,86 | 0,465 | 0,4666 |
| 44 | 224 | 128 | 0 | 61,55 | 0,5598 | 0,4248 | 97,58 | 0,5607 | 0,428 | 100,29 | 0,4948 | 0,4093 | 129,35 | 0,5165 | 0,414 | 64,22 | 0,5055 | 0,4174 | 39,68 | 0,4971 | 0,4437 |
| 45 | 255 | 128 | 0 | 73 | 0,5909 | 0,3976 | 117,53 | 0,5855 | 0,4057 | 124,38 | 0,5276 | 0,3945 | 155,54 | 0,5347 | 0,4022 | 70,96 | 0,5326 | 0,4029 | 49,42 | 0,5318 | 0,4208 |
| 46 | 0 | 160 | 0 | 55,26 | 0,2036 | 0,7374 | 75,94 | 0,2418 | 0,7141 | 87,75 | 0,3108 | 0,5318 | 89,31 | 0,2927 | 0,555 | 56,06 | 0,2875 | 0,5674 | 34,47 | 0,3031 | 0,5972 |
| 47 | 32 | 160 | 0 | 54,74 | 0,2068 | 0,7345 | 75,43 | 0,2478 | 0,7085 | 86,74 | 0,3137 | 0,5293 | 91,6 | 0,297 | 0,5524 | 54,07 | 0,2893 | 0,5658 | 34,77 | 0,3063 | 0,5947 |
| 48 | 64 | 160 | 0 | 52,53 | 0,2287 | 0,7149 | 77,31 | 0,2748 | 0,6844 | 87,4 | 0,3265 | 0,5204 | 95,41 | 0,3138 | 0,542 | 55,95 | 0,3095 | 0,5516 | 35,62 | 0,3186 | 0,5852 |
| 49 | 96 | 160 | 0 | 53,4 | 0,2851 | 0,6653 | 81,46 | 0,319 | 0,6449 | 91,21 | 0,3485 | 0,5054 | 101,88 | 0,3414 | 0,5247 | 59,37 | 0,3429 | 0,528 | 37,1 | 0,3385 | 0,5688 |
| 50 | 128 | 160 | 0 | 54,56 | 0,3341 | 0,6225 | 87,71 | 0,3692 | 0,5998 | 97,51 | 0,3766 | 0,4871 | 111,87 | 0,3767 | 0,5026 | 63,91 | 0,377 | 0,5039 | 39,37 | 0,3649 | 0,5475 |
| 51 | 160 | 160 | 0 | 56,52 | 0,3934 | 0,5707 | 97,18 | 0,4228 | 0,5517 | 106,09 | 0,4046 | 0,4692 | 126 | 0,4136 | 0,4793 | 69,11 | 0,4084 | 0,4826 | 42,52 | 0,3945 | 0,5249 |
| 52 | 192 | 160 | 0 | 62,72 | 0,453 | 0,5185 | 109,62 | 0,4704 | 0,509 | 117,75 | 0,4329 | 0,452 | 144,44 | 0,4476 | 0,458 | 75,76 | 0,4397 | 0,4619 | 47,12 | 0,4282 | 0,4987 |
| 53 | 224 | 160 | 0 | 71,13 | 0,5103 | 0,4682 | 126 | 0,5114 | 0,4722 | 132,53 | 0,4607 | 0,4358 | 167,19 | 0,4768 | 0,4395 | 82,84 | 0,4678 | 0,4447 | 52,95 | 0,4594 | 0,4754 |
| 54 | 255 | 160 | 0 | 83,48 | 0,5467 | 0,4365 | 145,24 | 0,5432 | 0,4437 | 155,73 | 0,495 | 0,4179 | 193,56 | 0,4986 | 0,4254 | 89,43 | 0,4948 | 0,4293 | 62,73 | 0,4961 | 0,4497 |
| 55 | 0 | 192 | 0 | 82,02 | 0,203 | 0,7383 | 115,89 | 0,2405 | 0,7151 | 135,43 | 0,313 | 0,5395 | 139,06 | 0,2926 | 0,556</ | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 103 | 96 | 64 | 32 | 11,21 | 0,5027 | 0,4303 | 16,96 | 0,492 | 0,4292 | 20,32 | 0,4216 | 0,3776 | 22,06 | 0,4531 | 0,3978 | 12,69 | 0,4649 | 0,3927 | 7,43 | 0,3867 | 0,3821 |
| 104 | 128 | 64 | 32 | 16,29 | 0,5597 | 0,3994 | 23,97 | 0,5551 | 0,3944 | 27,45 | 0,4745 | 0,3662 | 31,91 | 0,51 | 0,3812 | 17,28 | 0,5181 | 0,3707 | 9,69 | 0,4463 | 0,3711 |
| 105 | 160 | 64 | 32 | 23,57 | 0,6032 | 0,3723 | 34,32 | 0,595 | 0,3721 | 36,45 | 0,5099 | 0,3592 | 45,8 | 0,5459 | 0,3704 | 22,65 | 0,5508 | 0,3581 | 12,78 | 0,4929 | 0,3636 |
| 106 | 192 | 64 | 32 | 34,74 | 0,6337 | 0,3514 | 47,93 | 0,6186 | 0,3591 | 48,38 | 0,5357 | 0,355 | 63,85 | 0,5681 | 0,3637 | 29,6 | 0,5746 | 0,3498 | 17,42 | 0,5311 | 0,358 |
| 107 | 224 | 64 | 32 | 49,71 | 0,6486 | 0,3423 | 65,67 | 0,6336 | 0,3508 | 63,89 | 0,556 | 0,3527 | 86,33 | 0,582 | 0,3594 | 37,18 | 0,5924 | 0,3444 | 23,2 | 0,5575 | 0,3544 |
| 108 | 256 | 64 | 32 | 64,78 | 0,6577 | 0,3353 | 86,53 | 0,643 | 0,3457 | 90,05 | 0,5773 | 0,3521 | 111,57 | 0,5896 | 0,3567 | 45,17 | 0,6082 | 0,3404 | 32,92 | 0,5831 | 0,3522 |
| 109 | 0 | 96 | 32 | 18,41 | 0,2038 | 0,7009 | 23,58 | 0,2366 | 0,6531 | 30,14 | 0,2993 | 0,4781 | 27,52 | 0,2797 | 0,5092 | 21,38 | 0,2788 | 0,5389 | 11,47 | 0,2727 | 0,4976 |
| 110 | 32 | 96 | 32 | 18,73 | 0,2159 | 0,6856 | 23,98 | 0,2546 | 0,6391 | 30,16 | 0,3069 | 0,473 | 29,12 | 0,2927 | 0,5035 | 20,17 | 0,2828 | 0,531 | 11,72 | 0,2823 | 0,4935 |
| 111 | 64 | 96 | 32 | 20,3 | 0,273 | 0,6429 | 26,28 | 0,3235 | 0,5878 | 31,83 | 0,3386 | 0,4566 | 32,81 | 0,3383 | 0,4822 | 21,73 | 0,3302 | 0,5013 | 12,5 | 0,312 | 0,4801 |
| 112 | 96 | 96 | 32 | 23,68 | 0,3846 | 0,5534 | 30,9 | 0,4089 | 0,5243 | 36,37 | 0,384 | 0,4353 | 39,19 | 0,3964 | 0,4546 | 25,18 | 0,3939 | 0,4629 | 13,99 | 0,3562 | 0,4603 |
| 113 | 128 | 96 | 32 | 27,28 | 0,4562 | 0,4987 | 37,67 | 0,4789 | 0,4722 | 43,13 | 0,4304 | 0,4146 | 49,17 | 0,4517 | 0,4283 | 29,73 | 0,4454 | 0,4326 | 16,2 | 0,4041 | 0,4395 |
| 114 | 160 | 96 | 32 | 33,09 | 0,523 | 0,4466 | 47,77 | 0,5341 | 0,4313 | 52,16 | 0,4675 | 0,399 | 63,22 | 0,4955 | 0,4078 | 34,98 | 0,4843 | 0,4108 | 19,3 | 0,448 | 0,4198 |
| 115 | 192 | 96 | 32 | 41,75 | 0,5717 | 0,4058 | 61,06 | 0,5719 | 0,4032 | 63,96 | 0,4982 | 0,3868 | 81,46 | 0,5265 | 0,393 | 41,69 | 0,5173 | 0,3932 | 23,95 | 0,4892 | 0,4026 |
| 116 | 224 | 96 | 32 | 52,52 | 0,6063 | 0,3802 | 78,43 | 0,5986 | 0,3835 | 79,4 | 0,5241 | 0,3777 | 104,07 | 0,5484 | 0,3825 | 48,98 | 0,5433 | 0,3805 | 29,73 | 0,5214 | 0,3899 |
| 117 | 256 | 96 | 32 | 66,23 | 0,6257 | 0,3643 | 98,89 | 0,6162 | 0,3703 | 104,68 | 0,5522 | 0,3701 | 129,85 | 0,5618 | 0,3755 | 56,18 | 0,5673 | 0,3694 | 39,46 | 0,5539 | 0,3783 |
| 118 | 0 | 128 | 32 | 33,18 | 0,2033 | 0,7167 | 44,22 | 0,2385 | 0,6809 | 56,16 | 0,3047 | 0,5072 | 53,89 | 0,2856 | 0,5318 | 39,62 | 0,2831 | 0,5524 | 21,32 | 0,2858 | 0,5414 |
| 119 | 32 | 128 | 32 | 34,01 | 0,2094 | 0,7155 | 44,57 | 0,2483 | 0,6728 | 55,66 | 0,3093 | 0,5038 | 55,79 | 0,2927 | 0,5278 | 38,07 | 0,2854 | 0,5486 | 21,61 | 0,2911 | 0,5382 |
| 120 | 64 | 128 | 32 | 34,2 | 0,2448 | 0,6804 | 46,74 | 0,2906 | 0,6385 | 56,96 | 0,3284 | 0,4918 | 59,62 | 0,3194 | 0,5132 | 39,64 | 0,3133 | 0,5299 | 22,43 | 0,3094 | 0,5274 |
| 121 | 96 | 128 | 32 | 36,92 | 0,3248 | 0,6176 | 51,13 | 0,3532 | 0,5875 | 60,7 | 0,3595 | 0,4737 | 66,14 | 0,3595 | 0,4914 | 43,05 | 0,3563 | 0,5019 | 23,87 | 0,3376 | 0,5109 |
| 122 | 128 | 128 | 32 | 39,27 | 0,3839 | 0,5656 | 57,66 | 0,4157 | 0,5368 | 67,4 | 0,386 | 0,4534 | 76,2 | 0,405 | 0,4666 | 47,59 | 0,3972 | 0,4748 | 26,14 | 0,3734 | 0,4899 |
| 123 | 160 | 128 | 32 | 42,45 | 0,4529 | 0,5116 | 67,51 | 0,4742 | 0,4893 | 76,36 | 0,4295 | 0,4353 | 90,34 | 0,4473 | 0,4433 | 52,78 | 0,4326 | 0,453 | 29,19 | 0,4101 | 0,4668 |
| 124 | 192 | 128 | 32 | 49,44 | 0,509 | 0,4633 | 80,44 | 0,5203 | 0,4519 | 88,1 | 0,4602 | 0,4196 | 108,63 | 0,4823 | 0,4242 | 59,28 | 0,466 | 0,433 | 33,84 | 0,4492 | 0,4463 |
| 125 | 224 | 128 | 32 | 59,94 | 0,5597 | 0,4212 | 97,35 | 0,5563 | 0,4227 | 102,78 | 0,489 | 0,4059 | 131,4 | 0,5096 | 0,409 | 66,51 | 0,4946 | 0,4163 | 39,64 | 0,4829 | 0,4278 |
| 126 | 256 | 128 | 32 | 71,87 | 0,5906 | 0,3955 | 117,29 | 0,582 | 0,4018 | 126,83 | 0,5223 | 0,3922 | 157,32 | 0,5283 | 0,3982 | 73,03 | 0,5217 | 0,4022 | 49,4 | 0,5196 | 0,4089 |
| 127 | 0 | 160 | 32 | 54,12 | 0,203 | 0,7261 | 74,44 | 0,2389 | 0,6955 | 90,68 | 0,3081 | 0,5233 | 91,31 | 0,2883 | 0,5419 | 58,28 | 0,2853 | 0,5595 | 34,51 | 0,2931 | 0,5639 |
| 128 | 32 | 160 | 32 | 53,85 | 0,2065 | 0,7252 | 74,73 | 0,2448 | 0,6903 | 89,98 | 0,3111 | 0,5208 | 93,52 | 0,2926 | 0,5393 | 56,79 | 0,2873 | 0,5562 | 34,8 | 0,2963 | 0,5615 |
| 129 | 64 | 160 | 32 | 51,61 | 0,2259 | 0,7073 | 76,74 | 0,2715 | 0,6676 | 90,6 | 0,3236 | 0,5119 | 97,47 | 0,3096 | 0,5294 | 58,25 | 0,3068 | 0,5428 | 35,61 | 0,3082 | 0,5535 |
| 130 | 96 | 160 | 32 | 52,43 | 0,2851 | 0,6585 | 80,92 | 0,3153 | 0,6305 | 94,23 | 0,3452 | 0,4981 | 104,11 | 0,3372 | 0,5134 | 61,75 | 0,339 | 0,5206 | 37,08 | 0,3277 | 0,5405 |
| 131 | 128 | 160 | 32 | 52,75 | 0,3364 | 0,6141 | 87,18 | 0,3654 | 0,5882 | 100,53 | 0,3729 | 0,481 | 114,18 | 0,3721 | 0,4931 | 66,29 | 0,3718 | 0,4985 | 39,33 | 0,3539 | 0,5231 |
| 132 | 160 | 160 | 32 | 56,19 | 0,3921 | 0,5662 | 96,7 | 0,4192 | 0,5427 | 108,95 | 0,4007 | 0,4643 | 128,44 | 0,4087 | 0,4718 | 71,36 | 0,4022 | 0,4791 | 42,45 | 0,383 | 0,5038 |
| 133 | 192 | 160 | 32 | 61,27 | 0,4536 | 0,5141 | 109,16 | 0,4671 | 0,5021 | 120,7 | 0,4286 | 0,448 | 146,89 | 0,4424 | 0,4521 | 77,98 | 0,4328 | 0,4594 | 47,05 | 0,4173 | 0,4816 |
| 134 | 224 | 160 | 32 | 70,46 | 0,5075 | 0,4677 | 125,51 | 0,5085 | 0,4671 | 135,42 | 0,4564 | 0,4328 | 169,71 | 0,4716 | 0,4351 | 84,99 | 0,4603 | 0,4429 | 52,88 | 0,4491 | 0,4613 |
| 135 | 256 | 160 | 32 | 81,33 | 0,548 | 0,4334 | 144,85 | 0,5407 | 0,4398 | 158,46 | 0,491 | 0,4159 | 195,76 | 0,4935 | 0,4217 | 91,49 | 0,4869 | 0,428 | 62,63 | 0,4869 | 0,4391 |
| 136 | 0 | 192 | 32 | 80,11 | 0,2027 | 0,7326 | 113,6 | 0,2388 | 0,703 | 139,07 | 0,3113 | 0,5339 | 141,2 | 0,2897 | 0,5471 | 83,45 | 0,2883 | 0,5648 | 53,56 | 0,2988 | 0,5779 |
| 137 | 32 | 192 | 32 | 77,09 | 0,2045 | 0,7311 | 113,78 | 0,2427 | 0,6995 | 137,81 | 0,3132 | 0,5323 | 143,46 | 0,2925 | 0,5453 | 82,17 | 0,2899 | 0,5625 | 53,87 | 0,3011 | 0,5762 |
| 138 | 64 | 192 | 32 | 70,49 | 0,2183 | 0,7189 | 115,63 | 0,2605 | 0,6842 | 138,5 | 0,3217 | 0,526 | 147,51 | 0,3041 | 0,5384 | 83,83 | 0,3043 | 0,5521 | 54,68 | 0,3088 | 0,5707 |
| 139 | 96 | 192 | 32 | 69,76 | 0,2567 | 0,6855 | 119,54 | 0,2916 | 0,6572 | 141,51 | 0,3368 | 0,5155 | 153,99 | 0,3236 | 0,5266 | 87,37 | 0,328 | 0,5354 | 56,12 | 0,322 | 0,5611 |
| 140 | 128 | 192 | 32 | 71,33 | 0,2982 | 0,6498 | 125,54 | 0,3304 | 0,6237 | 148,2 | 0,3573 | 0,5018 | 164,21 | 0,35 | 0,5107 | 91,85 | 0,3534 | 0,5179 | 58,42 | 0,341 | 0,5473 |
| 141 | 160 | 192 | 32 | 74,06 | 0,3427 | 0,6113 | 134,58 | 0,376 | 0,5843 | 156,22 | 0,3791 | 0,4878 | 178,54 | 0,3801 | 0,4927 | 97,14 | 0,3784 | 0,5007 | 61,54 | 0,3633 | 0,5313 |
| 142 | 192 | 192 | 32 | 79,35 | 0,3976 | 0,5645 | 146,53 | 0,4209 | 0,5457 | 167,81 | 0,4026 | 0,473 | 196,9 | 0,4102 | 0,4747 | 103,65 | 0,4046 | 0,4882 | 66,25 | 0,3911 | 0,5116 |
| 143 | 224 | 192 | 32 | 86,12 | 0,4547 | 0,5151 | 162,27 | 0,4633 | 0,5089 | 182,16 | 0,4274 | 0,4582 | 219,67 | 0,4383 | 0,4577 | 110,77 | 0,4294 | 0,468 | 71,97 | 0,4191 | 0,4926 |
| 144 | 256 | 192 | 32 | 95,87 | 0,4996 | 0,4764 | 180,92 | 0,4988 | 0,4784 | 204,18 | 0,4601 | 0,4403 | 245,62 | 0,4612 | 0,4435 | 117,41 | 0,4535 | 0,4537 | 81,72 | 0,455 | 0,4692 |
| 145 | 0 | 224 | 32 | 109,43 | 0,2023 | 0,7358 | 165,27 | 0,238 | 0,7095 | 201,15 | 0,3151 | 0,5425 | 203,23 | 0,2904 | 0,5499 | 111,54 | 0,2923 | 0,5699 | 75,93 | 0,3038 | 0,5861 |
| 146 | 32 | 224 | 32 | 104,37 | 0,2036 | 0,7347 | 165,26 | 0,2405 | 0,7073 | 199,99 | 0,3165 | 0,5412 | 205,39 | 0,2923 | 0,5485 | 110,74 | 0,2933 | 0,5683 | 76,26 | 0,3054 | 0,5848 |
| 147 | 64 | 224 | 32 | 101,23 | 0,2111 | 0,7277 | 166,99 | 0,2529 | 0,6964 | 200,29 | 0,3223 | 0,5366 | 209,32 | 0,3006 | 0,5434 | 112,8 | 0,3049 | 0,5594 | 77,05 | 0,3108 | 0,5808 |
| 148 | 96 | 224 | 32 | 98,1 | 0,2357 | 0,706 | 170,57 | 0,2752 | 0,6768 | 203,47 | 0,3332 | 0,5287 | 215,9 | 0,315 | 0,5346 | 116,64 | 0,3236 | 0,5456 | 78,54 | 0,3206 | 0,5732 |
| 149 | 128 | 224 | 32 | 99,78 | 0,2649 | 0,6861 | 176,26 | 0,3047 | 0,6509 | 210,15 | 0,3483 | 0,518 | 225,99 | 0,3353 | 0,5222 | 121,19 | 0,3436 | 0,5315 | 80,75 | 0,3346 | 0,5628 |
| 150 | 160 | 224 | 32 | 99,84 | 0,3042 | 0,6466 | 184,78 | 0,3418 | 0,6182 | 218,96 | 0,3652 | 0,5064 | 240,23 | 0,3597 | 0,5074 | 126,55 | 0,364 | 0,5172 | 83,85 | 0,3519 | 0,5497 |
| 151 | 192 | 224 | 32 | 103,27 | 0,35 | 0,6072 | 196,18 | 0,3813 | 0,5836 | 230,12 | 0,3841 | 0,4937 | 258,53 | 0,3855 | 0,4917 | 133,17 | 0,3861 | 0,5022 | 88,49 | 0,3745 | 0,5329 |
| 152 | 224 | 224 | 32 | 110,38 | 0,3997 | 0,5636 | 211,14 | 0,4214 | 0,5483 | 245,02 | 0,405 | 0,4803 | 281,34 | 0,4111 | 0,476 | 140,41 | 0,4076 | 0,4882 | 94,32 | 0,3983 | 0,5157 |
| 153 | 256 | 224 | 32 | 117,32 | 0,449 | 0,521 | 229 | 0,4573 | 0,5168 | 266,95 | 0,4334 | 0,4636 | 306,95 | 0,4333 | 0,462 | 147,62 | 0,4286 | 0,4751 | 104,05 | 0,4307 | 0,4933 |
| 154 | 0 | 256 | 32 | 138,19 | 0,2013 | 0,7393 | 226,64 | 0,2376 | 0,7126 | 271,33 | 0,3212 | 0,5517 | 273,58 | 0,29 | 0,5509 | 147,53 | 0,3019 | 0,5776 | 107,81 | 0,3116 | 0,593 |
| 155 | 32 | 256 | 32 | 134,02 | 0,202 | 0,7383 | 226,51 | 0,2394 | 0,711 | 271,65 | 0,3223 | 0,5508 | 275,25 | 0,2915 | 0,5498 | 149,74 | 0,3034 | 0,5766 | 108,02 | 0,3127 | 0,5921 |
| 156 | 64 | 256 | 32 | 130,13 | 0,2082 | 0,7332 | 228,02 | 0,2482 | 0,7032 | 274,24 | 0,3268 | 0,5472 | 279,03 | 0,2978 | 0,5458 | 150,38 | 0,3136 | 0,5681 | 108,83 | 0,3166 | 0,5888 |
| 157 | 96 | 256 | 32 | 128,46 | 0,224 | 0,71 | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 208 | 0 | 160 | 64 | 54,96 | 0,1967 | 0,6551 | 74,37 | 0,2279 | 0,6226 | 95,06 | 0,2948 | 0,4837 | 94,42 | 0,2713 | 0,4894 | 59,52 | 0,2692 | 0,5015 | 35,06 | 0,2672 | 0,4751 |
| 209 | 32 | 160 | 64 | 52,26 | 0,2003 | 0,6552 | 74,64 | 0,233 | 0,6188 | 93,92 | 0,2975 | 0,4812 | 96,75 | 0,2752 | 0,4875 | 58,03 | 0,2699 | 0,4954 | 35,32 | 0,2702 | 0,4736 |
| 210 | 64 | 160 | 64 | 51,14 | 0,2195 | 0,6419 | 76,72 | 0,2577 | 0,6023 | 94,29 | 0,3092 | 0,4744 | 100,71 | 0,2912 | 0,481 | 59,61 | 0,2878 | 0,4853 | 36,16 | 0,2806 | 0,4695 |
| 211 | 96 | 160 | 64 | 50,4 | 0,2738 | 0,6042 | 80,96 | 0,2988 | 0,5751 | 98,01 | 0,3298 | 0,4641 | 107,42 | 0,3174 | 0,4702 | 63,2 | 0,3177 | 0,4696 | 37,58 | 0,2985 | 0,4631 |
| 212 | 128 | 160 | 64 | 52,93 | 0,3211 | 0,5728 | 87,23 | 0,347 | 0,5434 | 104,69 | 0,3565 | 0,4512 | 117,6 | 0,3511 | 0,4565 | 67,47 | 0,3485 | 0,4549 | 39,87 | 0,323 | 0,4537 |
| 213 | 160 | 160 | 64 | 54,83 | 0,3792 | 0,5312 | 96,69 | 0,4007 | 0,5084 | 112,87 | 0,3838 | 0,4389 | 131,95 | 0,3874 | 0,4418 | 72,8 | 0,3785 | 0,4405 | 42,94 | 0,3512 | 0,4438 |
| 214 | 192 | 160 | 64 | 60,42 | 0,4391 | 0,4922 | 109,11 | 0,449 | 0,4763 | 125,11 | 0,4115 | 0,4267 | 150,27 | 0,4216 | 0,428 | 79,39 | 0,4088 | 0,4266 | 47,52 | 0,3852 | 0,4312 |
| 215 | 224 | 160 | 64 | 70,27 | 0,4895 | 0,4568 | 125,43 | 0,4922 | 0,4478 | 139,81 | 0,4397 | 0,4153 | 173,18 | 0,452 | 0,4156 | 86,39 | 0,4363 | 0,4143 | 53,35 | 0,4181 | 0,4199 |
| 216 | 255 | 160 | 64 | 80,88 | 0,5352 | 0,4232 | 144,82 | 0,5264 | 0,4253 | 162,44 | 0,4753 | 0,4025 | 199,15 | 0,4753 | 0,4056 | 93,02 | 0,4622 | 0,4019 | 63,11 | 0,4586 | 0,4066 |
| 217 | 0 | 192 | 64 | 76,85 | 0,1988 | 0,6885 | 113,48 | 0,2314 | 0,6535 | 143,55 | 0,3021 | 0,5065 | 144,46 | 0,2779 | 0,5105 | 84,65 | 0,2766 | 0,5232 | 54,04 | 0,28 | 0,5138 |
| 218 | 32 | 192 | 64 | 74,64 | 0,2007 | 0,6878 | 113,69 | 0,2349 | 0,6505 | 142,31 | 0,3039 | 0,5047 | 146,8 | 0,2804 | 0,5088 | 83,44 | 0,2774 | 0,5188 | 54,35 | 0,2821 | 0,5126 |
| 219 | 64 | 192 | 64 | 72,02 | 0,2136 | 0,677 | 115,61 | 0,2516 | 0,6382 | 142,77 | 0,312 | 0,4991 | 150,82 | 0,2915 | 0,5032 | 85,18 | 0,291 | 0,5101 | 55,16 | 0,2893 | 0,5087 |
| 220 | 96 | 192 | 64 | 69,4 | 0,2465 | 0,6504 | 119,68 | 0,2813 | 0,6163 | 145,77 | 0,3266 | 0,4906 | 157,58 | 0,3103 | 0,4942 | 88,63 | 0,3132 | 0,4974 | 56,64 | 0,302 | 0,5028 |
| 221 | 128 | 192 | 64 | 71,25 | 0,2889 | 0,6215 | 125,63 | 0,3188 | 0,5888 | 152,41 | 0,3465 | 0,4793 | 167,8 | 0,336 | 0,4821 | 93,24 | 0,3377 | 0,4834 | 58,86 | 0,3196 | 0,4937 |
| 222 | 160 | 192 | 64 | 72,56 | 0,3365 | 0,5851 | 134,66 | 0,3636 | 0,556 | 160,59 | 0,3679 | 0,4678 | 182,15 | 0,3655 | 0,4668 | 98,48 | 0,3619 | 0,4702 | 61,9 | 0,3411 | 0,4834 |
| 223 | 192 | 192 | 64 | 78,44 | 0,3875 | 0,5441 | 146,58 | 0,4084 | 0,5231 | 172,32 | 0,391 | 0,4556 | 200,47 | 0,3953 | 0,4539 | 105,07 | 0,3877 | 0,4564 | 66,6 | 0,3686 | 0,4698 |
| 224 | 224 | 192 | 64 | 85,26 | 0,4473 | 0,4997 | 162,35 | 0,4513 | 0,4916 | 186,76 | 0,4158 | 0,4434 | 223,26 | 0,4237 | 0,4403 | 112,23 | 0,4122 | 0,4436 | 72,32 | 0,3966 | 0,4567 |
| 225 | 255 | 192 | 64 | 95,71 | 0,4914 | 0,4661 | 181,04 | 0,4877 | 0,4648 | 209,16 | 0,4481 | 0,4287 | 249,28 | 0,447 | 0,4286 | 119,05 | 0,4356 | 0,4309 | 82,14 | 0,4335 | 0,4402 |
| 226 | 0 | 224 | 64 | 106,81 | 0,1999 | 0,707 | 164,9 | 0,2328 | 0,675 | 205,11 | 0,3086 | 0,5228 | 206,57 | 0,2817 | 0,523 | 112,91 | 0,2838 | 0,5383 | 76,35 | 0,2892 | 0,538 |
| 227 | 32 | 224 | 64 | 102,98 | 0,2011 | 0,7059 | 164,93 | 0,2352 | 0,6729 | 204,44 | 0,3098 | 0,5213 | 208,67 | 0,2835 | 0,5214 | 112,11 | 0,2843 | 0,5356 | 76,65 | 0,2907 | 0,537 |
| 228 | 64 | 224 | 64 | 99,96 | 0,2091 | 0,6994 | 166,73 | 0,247 | 0,6635 | 204,58 | 0,3156 | 0,5171 | 212,68 | 0,2915 | 0,517 | 114,19 | 0,2953 | 0,5279 | 77,47 | 0,2959 | 0,5335 |
| 229 | 96 | 224 | 64 | 98,18 | 0,2327 | 0,6822 | 170,55 | 0,2686 | 0,6465 | 208,13 | 0,3262 | 0,51 | 219,43 | 0,3056 | 0,5097 | 117,78 | 0,3127 | 0,517 | 78,92 | 0,3052 | 0,5285 |
| 230 | 128 | 224 | 64 | 97,02 | 0,2627 | 0,6565 | 176,16 | 0,2973 | 0,6239 | 214,62 | 0,3411 | 0,5008 | 229,5 | 0,3253 | 0,4995 | 122,59 | 0,3326 | 0,5045 | 81,17 | 0,3187 | 0,5205 |
| 231 | 160 | 224 | 64 | 99,44 | 0,2987 | 0,6287 | 184,69 | 0,3337 | 0,5952 | 223,32 | 0,3577 | 0,4907 | 243,96 | 0,3492 | 0,4871 | 127,78 | 0,3521 | 0,4929 | 84,2 | 0,3355 | 0,5109 |
| 232 | 192 | 224 | 64 | 102,89 | 0,3431 | 0,5921 | 196,07 | 0,3727 | 0,5645 | 234,9 | 0,3763 | 0,4796 | 262,1 | 0,3746 | 0,4739 | 134,57 | 0,374 | 0,4798 | 88,87 | 0,3577 | 0,4983 |
| 233 | 224 | 224 | 64 | 107,75 | 0,3954 | 0,5504 | 211,03 | 0,4129 | 0,533 | 249,12 | 0,3971 | 0,4681 | 284,75 | 0,4001 | 0,4606 | 147,38 | 0,395 | 0,4679 | 94,68 | 0,3814 | 0,4851 |
| 234 | 255 | 224 | 64 | 116,06 | 0,4453 | 0,5098 | 228,88 | 0,4491 | 0,5044 | 271,23 | 0,4252 | 0,4534 | 310,44 | 0,4223 | 0,4486 | 149,13 | 0,4154 | 0,4558 | 104,42 | 0,4141 | 0,4677 |
| 235 | 0 | 255 | 64 | 135,24 | 0,1997 | 0,7192 | 226,08 | 0,2339 | 0,6877 | 273,52 | 0,3161 | 0,5367 | 276,55 | 0,2831 | 0,5298 | 148,37 | 0,296 | 0,5577 | 108,33 | 0,3005 | 0,5574 |
| 236 | 32 | 255 | 64 | 132,32 | 0,2006 | 0,7192 | 226,04 | 0,2355 | 0,6861 | 274,02 | 0,3172 | 0,5359 | 278,46 | 0,2845 | 0,5284 | 148,67 | 0,2972 | 0,5551 | 108,6 | 0,3016 | 0,5564 |
| 237 | 64 | 255 | 64 | 129,65 | 0,2062 | 0,7149 | 227,57 | 0,2441 | 0,6791 | 276,57 | 0,3218 | 0,5326 | 282,22 | 0,2908 | 0,5249 | 151,33 | 0,3071 | 0,5478 | 109,36 | 0,3052 | 0,5538 |
| 238 | 96 | 255 | 64 | 127,15 | 0,2223 | 0,7013 | 231,12 | 0,2601 | 0,6659 | 281,61 | 0,3299 | 0,5268 | 288,96 | 0,3017 | 0,5188 | 155,61 | 0,3216 | 0,5373 | 110,81 | 0,312 | 0,5494 |
| 239 | 128 | 255 | 64 | 126,89 | 0,2459 | 0,6787 | 236,36 | 0,2823 | 0,6478 | 289,43 | 0,3414 | 0,519 | 299,06 | 0,3174 | 0,5103 | 160,42 | 0,3368 | 0,5268 | 113,03 | 0,3218 | 0,5429 |
| 240 | 160 | 255 | 64 | 127,51 | 0,2736 | 0,6586 | 244,4 | 0,3117 | 0,6238 | 299,15 | 0,3545 | 0,5103 | 313,42 | 0,3371 | 0,4995 | 165,94 | 0,3525 | 0,516 | 116,1 | 0,3344 | 0,5345 |
| 241 | 192 | 255 | 64 | 129,94 | 0,3106 | 0,6265 | 255,25 | 0,3448 | 0,5967 | 311,44 | 0,3693 | 0,5007 | 331,67 | 0,3587 | 0,4877 | 172,75 | 0,3699 | 0,5044 | 120,69 | 0,3516 | 0,5234 |
| 242 | 224 | 255 | 64 | 135,31 | 0,3558 | 0,5897 | 269,54 | 0,3808 | 0,5672 | 327,12 | 0,3862 | 0,4901 | 354,17 | 0,3812 | 0,4754 | 180,2 | 0,3869 | 0,4935 | 126,51 | 0,3708 | 0,5112 |
| 243 | 255 | 255 | 64 | 144,04 | 0,4011 | 0,553 | 286,48 | 0,4151 | 0,5392 | 351,32 | 0,4091 | 0,477 | 379,78 | 0,4017 | 0,4638 | 188,21 | 0,4035 | 0,4828 | 136,28 | 0,3985 | 0,4945 |
| 244 | 0 | 0 | 96 | 1,73 | 0,1428 | 0,0483 | 2,11 | 0,1399 | 0,0493 | 6,41 | 0,1713 | 0,0966 | 7,63 | 0,1506 | 0,1123 | 2,99 | 0,1459 | 0,0532 | 2,38 | 0,148 | 0,0594 |
| 245 | 32 | 0 | 96 | 1,98 | 0,155 | 0,0556 | 2,62 | 0,1585 | 0,0591 | 6,96 | 0,1821 | 0,1023 | 8,45 | 0,1647 | 0,1191 | 3,17 | 0,1493 | 0,0549 | 2,55 | 0,1541 | 0,0626 |
| 246 | 64 | 0 | 96 | 3,38 | 0,2075 | 0,0834 | 5,14 | 0,2336 | 0,0993 | 9,39 | 0,2827 | 0,1247 | 11,75 | 0,2178 | 0,1454 | 4,79 | 0,1865 | 0,076 | 3,38 | 0,1799 | 0,0783 |
| 247 | 96 | 0 | 96 | 7,29 | 0,3162 | 0,1394 | 10,05 | 0,3306 | 0,1512 | 14,15 | 0,4225 | 0,1582 | 17,83 | 0,2898 | 0,1809 | 8,27 | 0,2503 | 0,1116 | 4,79 | 0,2184 | 0,1012 |
| 248 | 128 | 0 | 96 | 11,94 | 0,395 | 0,18 | 17,2 | 0,4142 | 0,1959 | 21,29 | 0,3447 | 0,1935 | 27,58 | 0,3634 | 0,2175 | 12,92 | 0,3115 | 0,1458 | 7,02 | 0,2678 | 0,1302 |
| 249 | 160 | 0 | 96 | 19,38 | 0,4725 | 0,2199 | 27,83 | 0,4833 | 0,233 | 30,47 | 0,3957 | 0,2223 | 41,29 | 0,4248 | 0,2479 | 18,43 | 0,363 | 0,1744 | 10,05 | 0,3186 | 0,1601 |
| 250 | 192 | 0 | 96 | 32,04 | 0,539 | 0,2542 | 41,68 | 0,5324 | 0,2595 | 42,43 | 0,4391 | 0,2469 | 59,16 | 0,471 | 0,2708 | 25,88 | 0,4105 | 0,201 | 14,66 | 0,3736 | 0,1923 |
| 251 | 224 | 0 | 96 | 48,62 | 0,5808 | 0,2756 | 59,75 | 0,568 | 0,2788 | 58,34 | 0,4758 | 0,2679 | 81,36 | 0,5048 | 0,2877 | 34,26 | 0,4476 | 0,2217 | 20,36 | 0,4203 | 0,2194 |
| 252 | 255 | 0 | 96 | 69,45 | 0,6075 | 0,2893 | 80,95 | 0,5922 | 0,2919 | 85,5 | 0,5156 | 0,2906 | 106,23 | 0,527 | 0,2989 | 43,19 | 0,4759 | 0,2368 | 30,16 | 0,4716 | 0,2489 |
| 253 | 0 | 32 | 96 | 2,5 | 0,1451 | 0,0692 | 3,55 | 0,1458 | 0,0806 | 8,85 | 0,1813 | 0,1262 | 9,68 | 0,1569 | 0,1327 | 3,68 | 0,1497 | 0,0687 | 3,41 | 0,1539 | 0,0814 |
| 254 | 32 | 32 | 96 | 2,94 | 0,1563 | 0,0776 | 4,05 | 0,1632 | 0,0887 | 9,32 | 0,191 | 0,1299 | 10,67 | 0,1709 | 0,1397 | 3,81 | 0,1538 | 0,0693 | 3,62 | 0,1602 | 0,085 |
| 255 | 64 | 32 | 96 | 4,24 | 0,2075 | 0,1011 | 6,52 | 0,2348 | 0,1229 | 11,71 | 0,2296 | 0,1486 | 14,04 | 0,2205 | 0,1625 | 5,63 | 0,1977 | 0,0922 | 4,38 | 0,1835 | 0,0978 |
| 256 | 96 | 32 | 96 | 8,13 | 0,3126 | 0,1541 | 11,28 | 0,3281 | 0,1677 | 16,51 | 0,2864 | 0,177 | 20,29 | 0,2893 | 0,194 | 9,32 | 0,2647 | 0,128 | 5,84 | 0,2217 | 0,1188 |
| 257 | 128 | 32 | 96 | 12,72 | 0,3928 | 0,1905 | 18,36 | 0,411 | 0,2076 | 23,76 | 0,3463 | 0,2072 | 30,14 | 0,3598 | 0,2263 | 14,16 | 0,3258 | 0,1609 | 8,05 | 0,2689 | 0,1447 |
| 258 | 160 | 32 | 96 | 20,29 | 0,4691 | 0,2277 | 28,8 | 0,48 | 0,2408 | 33,01 | 0,3959 | 0,2328 | 44 | 0,4199 | 0,2539 | 19,64 | 0,3751 | 0,187 | 11,09 | 0,3184 | 0,1718 |
| 259 | 192 | 32 | 96 | 32,11 | 0,5296 | 0,2557 | 42,47 | 0,5297 | 0,2649 | 44,99 | 0,4384 | 0,2547 | 61,97 | 0,4659 | 0,2749 | 26,78 | 0,4196 | 0,2107 | 15,66 | 0,3717 | 0,2011 |
| 260 | 224 | 32 | 96 | 48,94 | 0,5769 | 0,2777 | 60,36 | 0,5659 | 0,2825 | 60,75 | 0,475 | 0,2738 | 84,23 | 0,5 | 0,2905 | 34,93 | 0,4551 | 0,2293 | 21,44 | 0,4182 | 0,2265 |
| 261 | 255 | 32 | 96 | 67,1 | 0,6078 | 0,2922 | 81,35 | 0,5906 | 0,2946 | 87,45 | 0,5141 | 0,2941 | 109,24 | 0,5224 | 0,3011 | 43,74 | 0,4823 | 0,2432 | 31,27 | 0,4693 | 0,254 |
| 262 | 0 | 64 | 96 | 7,78 | 0,1556 | 0,1768 | 10,91 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | |

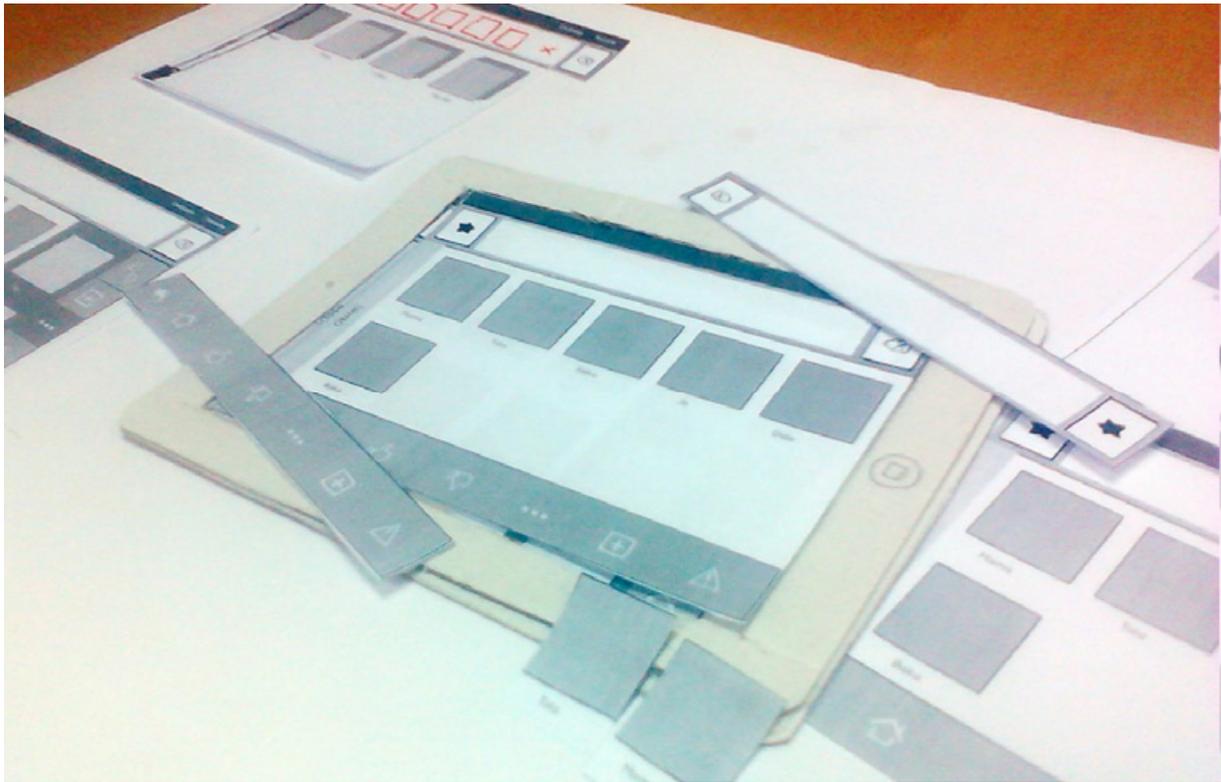
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 313 | 192 | 224 | 96 | 100.76 | 0.3311 | 0.5539 | 195.76 | 0.3587 | 0.533 | 238.47 | 0.363 | 0.456 | 267.44 | 0.3579 | 0.4468 | 136.84 | 0.3501 | 0.4352 | 89.78 | 0.3335 | 0.4481 |
| 314 | 224 | 224 | 96 | 108.04 | 0.38 | 0.5194 | 210.78 | 0.3986 | 0.5071 | 253.64 | 0.3835 | 0.4467 | 290.07 | 0.3831 | 0.437 | 144.12 | 0.3705 | 0.4271 | 95.6 | 0.3566 | 0.44 |
| 315 | 255 | 224 | 96 | 115.91 | 0.4296 | 0.4888 | 228.51 | 0.4352 | 0.4833 | 275.59 | 0.4117 | 0.4351 | 315.86 | 0.4055 | 0.4278 | 151.47 | 0.3902 | 0.4183 | 105.43 | 0.3894 | 0.4293 |
| 316 | 0 | 255 | 96 | 133.62 | 0.1963 | 0.6705 | 225.46 | 0.2279 | 0.6465 | 276.62 | 0.3072 | 0.5111 | 281.73 | 0.2727 | 0.4974 | 150.23 | 0.2817 | 0.5083 | 109.48 | 0.2843 | 0.5049 |
| 317 | 32 | 255 | 96 | 131.03 | 0.1968 | 0.6668 | 225.38 | 0.2294 | 0.6451 | 277.09 | 0.3083 | 0.5104 | 283.56 | 0.274 | 0.496 | 150.57 | 0.2826 | 0.5055 | 109.75 | 0.2853 | 0.5042 |
| 318 | 64 | 255 | 96 | 128.55 | 0.2024 | 0.6654 | 226.93 | 0.2375 | 0.6392 | 279.7 | 0.3126 | 0.5074 | 287.53 | 0.2798 | 0.493 | 153.26 | 0.2918 | 0.5 | 110.5 | 0.2886 | 0.5024 |
| 319 | 96 | 255 | 96 | 126.06 | 0.2173 | 0.6544 | 230.47 | 0.2528 | 0.6283 | 284.77 | 0.3206 | 0.5026 | 294.19 | 0.2904 | 0.4883 | 157.32 | 0.3052 | 0.4927 | 111.93 | 0.2949 | 0.4993 |
| 320 | 128 | 255 | 96 | 125.61 | 0.2402 | 0.6387 | 235.93 | 0.2741 | 0.6131 | 292.72 | 0.3319 | 0.4959 | 304.37 | 0.3055 | 0.4817 | 162.33 | 0.3201 | 0.4847 | 114.15 | 0.3043 | 0.4948 |
| 321 | 160 | 255 | 96 | 126.15 | 0.2654 | 0.6216 | 243.95 | 0.3025 | 0.5929 | 302.62 | 0.3447 | 0.4886 | 318.62 | 0.3245 | 0.4733 | 167.89 | 0.3352 | 0.4768 | 117.19 | 0.3164 | 0.4892 |
| 322 | 192 | 255 | 96 | 128.7 | 0.3023 | 0.5974 | 254.67 | 0.3349 | 0.5697 | 314.9 | 0.3595 | 0.4808 | 336.84 | 0.3456 | 0.4641 | 174.62 | 0.352 | 0.4683 | 121.78 | 0.3329 | 0.4815 |
| 323 | 224 | 255 | 96 | 132.87 | 0.3426 | 0.5651 | 268.85 | 0.3705 | 0.5444 | 330.65 | 0.3762 | 0.4718 | 359.47 | 0.3678 | 0.4543 | 182.09 | 0.3687 | 0.4598 | 127.53 | 0.3516 | 0.473 |
| 324 | 255 | 255 | 96 | 142.42 | 0.3911 | 0.533 | 285.8 | 0.4048 | 0.5201 | 354.76 | 0.399 | 0.4609 | 385.05 | 0.3882 | 0.4449 | 190.17 | 0.3848 | 0.4514 | 137.4 | 0.3791 | 0.461 |
| 325 | 0 | 0 | 128 | 3.22 | 0.1422 | 0.0462 | 3.94 | 0.14 | 0.0488 | 10.75 | 0.1644 | 0.0891 | 14.46 | 0.1487 | 0.1097 | 5.63 | 0.1462 | 0.053 | 4.22 | 0.1465 | 0.0582 |
| 326 | 32 | 0 | 128 | 3.42 | 0.1484 | 0.05 | 4.44 | 0.1497 | 0.054 | 11.26 | 0.1703 | 0.0921 | 15.42 | 0.1565 | 0.1137 | 5.73 | 0.1472 | 0.0533 | 4.44 | 0.1504 | 0.0605 |
| 327 | 64 | 0 | 128 | 4.73 | 0.1776 | 0.0655 | 6.92 | 0.1932 | 0.0773 | 13.59 | 0.1948 | 0.1057 | 18.72 | 0.1867 | 0.1286 | 7.34 | 0.1681 | 0.065 | 5.23 | 0.1646 | 0.0691 |
| 328 | 96 | 0 | 128 | 8.42 | 0.2487 | 0.1026 | 11.73 | 0.2599 | 0.113 | 18.48 | 0.2849 | 0.1286 | 24.92 | 0.2338 | 0.1521 | 10.82 | 0.2076 | 0.0872 | 6.66 | 0.1888 | 0.0832 |
| 329 | 128 | 0 | 128 | 13.07 | 0.3135 | 0.1363 | 18.79 | 0.3304 | 0.1508 | 25.71 | 0.3289 | 0.1561 | 34.67 | 0.2906 | 0.1805 | 15.48 | 0.2513 | 0.1117 | 8.84 | 0.2209 | 0.1022 |
| 330 | 160 | 0 | 128 | 20.61 | 0.3832 | 0.1725 | 29.34 | 0.4 | 0.1883 | 35 | 0.3281 | 0.182 | 48.47 | 0.3472 | 0.2086 | 21.07 | 0.2932 | 0.135 | 11.82 | 0.2583 | 0.1242 |
| 331 | 192 | 0 | 128 | 33.01 | 0.4567 | 0.2107 | 43.08 | 0.4577 | 0.2194 | 66.88 | 0.3716 | 0.2071 | 66.33 | 0.3967 | 0.2334 | 28.51 | 0.3362 | 0.1591 | 16.48 | 0.3043 | 0.1515 |
| 332 | 224 | 0 | 128 | 49.49 | 0.5155 | 0.2412 | 61.02 | 0.5047 | 0.2448 | 62.7 | 0.4128 | 0.2308 | 88.52 | 0.4377 | 0.254 | 36.72 | 0.373 | 0.1795 | 22.18 | 0.3481 | 0.177 |
| 333 | 255 | 0 | 128 | 69.49 | 0.5574 | 0.263 | 82.1 | 0.5395 | 0.2635 | 89.94 | 0.4605 | 0.2582 | 113.39 | 0.4678 | 0.2691 | 45.85 | 0.4041 | 0.1966 | 32.02 | 0.402 | 0.2081 |
| 334 | 0 | 32 | 128 | 3.94 | 0.1435 | 0.057 | 5.31 | 0.1432 | 0.0653 | 13.09 | 0.1703 | 0.1063 | 16.61 | 0.1523 | 0.1209 | 6.16 | 0.1468 | 0.0604 | 5.25 | 0.1498 | 0.0706 |
| 335 | 32 | 32 | 128 | 4.3 | 0.1488 | 0.0616 | 5.78 | 0.1524 | 0.0697 | 13.58 | 0.1761 | 0.1088 | 17.68 | 0.1601 | 0.125 | 6.51 | 0.1514 | 0.0624 | 5.46 | 0.1535 | 0.0726 |
| 336 | 64 | 32 | 128 | 5.64 | 0.1791 | 0.0776 | 8.17 | 0.1942 | 0.0907 | 15.9 | 0.2 | 0.1209 | 21.09 | 0.1894 | 0.1391 | 8.26 | 0.1749 | 0.075 | 6.27 | 0.1675 | 0.0808 |
| 337 | 96 | 32 | 128 | 9.22 | 0.2446 | 0.1107 | 12.9 | 0.2596 | 0.124 | 20.59 | 0.2391 | 0.1416 | 27.44 | 0.2352 | 0.1612 | 11.73 | 0.2157 | 0.0967 | 7.68 | 0.1907 | 0.0939 |
| 338 | 128 | 32 | 128 | 14.11 | 0.3091 | 0.1426 | 19.89 | 0.3292 | 0.1594 | 27.98 | 0.2863 | 0.1671 | 37.3 | 0.2905 | 0.1876 | 16.77 | 0.2615 | 0.1222 | 9.93 | 0.2228 | 0.1122 |
| 339 | 160 | 32 | 128 | 21.15 | 0.3797 | 0.1776 | 30.27 | 0.3984 | 0.1946 | 37.26 | 0.3308 | 0.1913 | 51.24 | 0.3456 | 0.214 | 22.24 | 0.3021 | 0.1442 | 12.88 | 0.2594 | 0.1327 |
| 340 | 192 | 32 | 128 | 33.02 | 0.4529 | 0.2133 | 43.83 | 0.4561 | 0.2239 | 49.29 | 0.3734 | 0.2146 | 69.17 | 0.3943 | 0.2373 | 29.31 | 0.3433 | 0.1663 | 17.46 | 0.304 | 0.1581 |
| 341 | 224 | 32 | 128 | 49.1 | 0.516 | 0.2454 | 61.59 | 0.5033 | 0.2481 | 65.16 | 0.4136 | 0.2365 | 91.45 | 0.4348 | 0.2568 | 37.41 | 0.3795 | 0.1859 | 23.22 | 0.3474 | 0.1826 |
| 342 | 255 | 32 | 128 | 66.4 | 0.5546 | 0.264 | 82.48 | 0.5384 | 0.266 | 91.85 | 0.4609 | 0.2622 | 116.47 | 0.4647 | 0.2714 | 46.28 | 0.4096 | 0.2018 | 33.01 | 0.4008 | 0.2122 |
| 343 | 0 | 64 | 128 | 9.28 | 0.1499 | 0.0624 | 12.49 | 0.155 | 0.1373 | 22.63 | 0.1889 | 0.1627 | 25.45 | 0.1666 | 0.165 | 13.61 | 0.1629 | 0.1194 | 8.74 | 0.1606 | 0.1089 |
| 344 | 32 | 64 | 128 | 9.02 | 0.1546 | 0.1204 | 12.94 | 0.163 | 0.1399 | 23.07 | 0.1938 | 0.1636 | 26.79 | 0.1735 | 0.1687 | 13.14 | 0.1646 | 0.1143 | 8.95 | 0.164 | 0.1106 |
| 345 | 64 | 64 | 128 | 10.3 | 0.1793 | 0.1292 | 15.27 | 0.1999 | 0.1534 | 25.4 | 0.2144 | 0.1708 | 30.39 | 0.1994 | 0.1794 | 14.65 | 0.1852 | 0.1219 | 9.76 | 0.1767 | 0.1117 |
| 346 | 96 | 64 | 128 | 13.72 | 0.2445 | 0.1536 | 19.9 | 0.2585 | 0.1755 | 30 | 0.249 | 0.1847 | 36.86 | 0.2403 | 0.1957 | 18.49 | 0.2251 | 0.1394 | 11.19 | 0.1978 | 0.1273 |
| 347 | 128 | 64 | 128 | 18.37 | 0.3026 | 0.1783 | 26.74 | 0.3232 | 0.1998 | 37.25 | 0.2915 | 0.2026 | 46.84 | 0.2906 | 0.2158 | 23 | 0.2647 | 0.1564 | 13.4 | 0.2273 | 0.1423 |
| 348 | 160 | 64 | 128 | 24.53 | 0.3722 | 0.2037 | 36.94 | 0.3896 | 0.2249 | 46.66 | 0.3324 | 0.2203 | 60.93 | 0.3418 | 0.2362 | 28.42 | 0.3031 | 0.1731 | 16.44 | 0.2618 | 0.1596 |
| 349 | 192 | 64 | 128 | 35.16 | 0.4444 | 0.2333 | 50.33 | 0.4465 | 0.2465 | 58.56 | 0.3725 | 0.2377 | 79.05 | 0.3882 | 0.2547 | 35.49 | 0.3422 | 0.1904 | 21.02 | 0.304 | 0.1805 |
| 350 | 224 | 64 | 128 | 47.41 | 0.499 | 0.2546 | 67.85 | 0.4944 | 0.2648 | 74.08 | 0.4111 | 0.2548 | 101.49 | 0.4276 | 0.2704 | 43.33 | 0.377 | 0.2052 | 26.72 | 0.3452 | 0.2009 |
| 351 | 255 | 64 | 128 | 61.92 | 0.5432 | 0.2715 | 88.46 | 0.5305 | 0.2786 | 99.92 | 0.4564 | 0.2747 | 126.8 | 0.4571 | 0.2824 | 51.23 | 0.4066 | 0.216 | 36.54 | 0.3972 | 0.2264 |
| 352 | 0 | 96 | 128 | 20.29 | 0.1591 | 0.2288 | 26.04 | 0.1703 | 0.2382 | 40.67 | 0.2129 | 0.2375 | 42.13 | 0.1869 | 0.2283 | 27.36 | 0.1854 | 0.1989 | 15.14 | 0.1769 | 0.1667 |
| 353 | 32 | 96 | 128 | 20.81 | 0.1628 | 0.2303 | 26.45 | 0.1768 | 0.2387 | 40.7 | 0.2166 | 0.2365 | 43.95 | 0.1928 | 0.2311 | 26.26 | 0.1858 | 0.1914 | 15.42 | 0.1804 | 0.168 |
| 354 | 64 | 96 | 128 | 21.31 | 0.1837 | 0.2291 | 28.72 | 0.2068 | 0.2439 | 42.4 | 0.226 | 0.2383 | 47.75 | 0.2139 | 0.2375 | 27.78 | 0.2032 | 0.1945 | 16.19 | 0.1908 | 0.172 |
| 355 | 96 | 96 | 128 | 24.51 | 0.2357 | 0.2431 | 33.22 | 0.2563 | 0.2529 | 47.12 | 0.2607 | 0.2444 | 54.39 | 0.2476 | 0.2469 | 31.31 | 0.2351 | 0.2027 | 17.6 | 0.2091 | 0.1793 |
| 356 | 128 | 96 | 128 | 28.29 | 0.2905 | 0.2551 | 39.91 | 0.3133 | 0.2634 | 53.98 | 0.2964 | 0.2532 | 64.47 | 0.2907 | 0.2586 | 35.73 | 0.2687 | 0.2119 | 19.83 | 0.235 | 0.1891 |
| 357 | 160 | 96 | 128 | 32.85 | 0.3506 | 0.2662 | 49.91 | 0.3748 | 0.2748 | 63.12 | 0.3322 | 0.2627 | 78.78 | 0.3363 | 0.271 | 41.12 | 0.3025 | 0.2212 | 22.84 | 0.2655 | 0.2011 |
| 358 | 192 | 96 | 128 | 40.28 | 0.417 | 0.2758 | 63 | 0.43 | 0.2851 | 74.98 | 0.3682 | 0.2727 | 97.05 | 0.379 | 0.2826 | 48.02 | 0.3378 | 0.2311 | 27.42 | 0.3038 | 0.2159 |
| 359 | 224 | 96 | 128 | 51.31 | 0.4817 | 0.2886 | 80.16 | 0.4782 | 0.2942 | 90.24 | 0.4041 | 0.2828 | 119.56 | 0.4167 | 0.2928 | 55.43 | 0.3696 | 0.2394 | 33.17 | 0.3422 | 0.2308 |
| 360 | 255 | 96 | 128 | 63.78 | 0.5226 | 0.2953 | 100.38 | 0.5157 | 0.3014 | 115.4 | 0.4468 | 0.2948 | 145.32 | 0.4456 | 0.301 | 62.72 | 0.3983 | 0.2444 | 43.01 | 0.3912 | 0.2498 |
| 361 | 0 | 128 | 128 | 35.31 | 0.1674 | 0.3239 | 45.91 | 0.185 | 0.3366 | 67.84 | 0.2358 | 0.3086 | 68.92 | 0.2085 | 0.2957 | 45.64 | 0.2049 | 0.2709 | 24.89 | 0.1961 | 0.2324 |
| 362 | 32 | 128 | 128 | 34.66 | 0.1708 | 0.3256 | 46.27 | 0.1899 | 0.3357 | 67.44 | 0.2382 | 0.3067 | 71.04 | 0.2129 | 0.297 | 44.4 | 0.2054 | 0.264 | 25.17 | 0.1987 | 0.233 |
| 363 | 64 | 128 | 128 | 34.98 | 0.1858 | 0.3257 | 48.46 | 0.2134 | 0.3351 | 68.96 | 0.2502 | 0.305 | 74.99 | 0.229 | 0.2993 | 45.75 | 0.2188 | 0.2629 | 25.93 | 0.2073 | 0.2353 |
| 364 | 96 | 128 | 128 | 36.53 | 0.233 | 0.3292 | 52.81 | 0.2535 | 0.3344 | 72.66 | 0.2719 | 0.3054 | 81.76 | 0.2558 | 0.3027 | 49.43 | 0.2453 | 0.2664 | 27.36 | 0.2226 | 0.239 |
| 365 | 128 | 128 | 128 | 37.7 | 0.2762 | 0.3269 | 59.32 | 0.302 | 0.3337 | 79.37 | 0.3006 | 0.3072 | 92 | 0.291 | 0.3072 | 53.61 | 0.2725 | 0.2936 | 29.57 | 0.2441 | 0.2445 |
| 366 | 160 | 128 | 128 | 41.71 | 0.3324 | 0.3292 | 69.06 | 0.3571 | 0.3329 | 88.32 | 0.3305 | 0.3097 | 106.34 | 0.3298 | 0.3162 | 58.93 | 0.3013 | 0.2727 | 32.63 | 0.2704 | 0.2512 |
| 367 | 192 | 128 | 128 | 48.23 | 0.392 | 0.3263 | 81.8 | 0.4094 | 0.3323 | 99.8 | 0.3619 | 0.3128 | 124.73 | 0 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| 418 | 96 | 32 | 160 | 11,21 | 0,206 | 0,0854 | 15,25 | 0,2173 | 0,0969 | 26,74 | 0,2119 | 0,1224 | 37,53 | 0,2047 | 0,1424 | 14,62 | 0,194 | 0,0833 | 10,08 | 0,1752 | 0,082 |
| 419 | 128 | 32 | 160 | 15,66 | 0,252 | 0,1096 | 22,1 | 0,2703 | 0,1245 | 34,21 | 0,2475 | 0,1421 | 47,47 | 0,2455 | 0,1623 | 19,44 | 0,2278 | 0,1019 | 12,26 | 0,1976 | 0,0948 |
| 420 | 160 | 32 | 160 | 22,45 | 0,3117 | 0,1389 | 32,34 | 0,3303 | 0,1557 | 43,21 | 0,2842 | 0,1622 | 61,33 | 0,2906 | 0,1844 | 25,02 | 0,2611 | 0,1202 | 15,33 | 0,2253 | 0,1107 |
| 421 | 192 | 32 | 160 | 33,93 | 0,3785 | 0,1733 | 45,79 | 0,3868 | 0,1852 | 55,41 | 0,3221 | 0,1834 | 79,36 | 0,3349 | 0,2061 | 32,32 | 0,2971 | 0,14 | 19,87 | 0,2606 | 0,131 |
| 422 | 224 | 32 | 160 | 50,09 | 0,4456 | 0,2066 | 63,36 | 0,4382 | 0,2121 | 71,22 | 0,361 | 0,2051 | 101,66 | 0,3754 | 0,226 | 40,6 | 0,3304 | 0,1582 | 25,62 | 0,2975 | 0,1522 |
| 423 | 255 | 32 | 160 | 65,54 | 0,4943 | 0,2319 | 84,05 | 0,4798 | 0,2339 | 97,89 | 0,4095 | 0,232 | 126,63 | 0,4082 | 0,2422 | 49,36 | 0,3594 | 0,1736 | 35,4 | 0,347 | 0,18 |
| 424 | 0 | 64 | 160 | 10,99 | 0,1463 | 0,0883 | 14,75 | 0,149 | 0,1023 | 28,74 | 0,178 | 0,1364 | 35,42 | 0,1594 | 0,1435 | 16,73 | 0,1579 | 0,0991 | 11,12 | 0,155 | 0,0917 |
| 425 | 32 | 64 | 160 | 10,92 | 0,1492 | 0,0887 | 15,2 | 0,1541 | 0,1042 | 29,03 | 0,1812 | 0,1371 | 36,83 | 0,164 | 0,1463 | 16,12 | 0,1584 | 0,0953 | 11,38 | 0,1577 | 0,0931 |
| 426 | 64 | 64 | 160 | 11,94 | 0,1639 | 0,096 | 17,46 | 0,1779 | 0,1144 | 31,42 | 0,1958 | 0,1429 | 40,51 | 0,1813 | 0,1542 | 17,93 | 0,1743 | 0,1022 | 12,19 | 0,1663 | 0,0978 |
| 427 | 96 | 64 | 160 | 15,48 | 0,2075 | 0,116 | 21,99 | 0,219 | 0,1324 | 35,94 | 0,221 | 0,1542 | 47,1 | 0,2101 | 0,167 | 21,33 | 0,2012 | 0,1144 | 13,56 | 0,1807 | 0,1053 |
| 428 | 128 | 64 | 160 | 19,51 | 0,2482 | 0,1341 | 28,74 | 0,2691 | 0,1544 | 43,32 | 0,2543 | 0,1699 | 57,16 | 0,2482 | 0,1837 | 26,12 | 0,233 | 0,1295 | 15,79 | 0,2021 | 0,1167 |
| 429 | 160 | 64 | 160 | 26,2 | 0,3067 | 0,1593 | 38,81 | 0,3266 | 0,1798 | 52,67 | 0,2887 | 0,1864 | 71,15 | 0,2907 | 0,2024 | 31,55 | 0,2643 | 0,1441 | 18,8 | 0,2281 | 0,1304 |
| 430 | 192 | 64 | 160 | 35,48 | 0,3745 | 0,19 | 52,06 | 0,3818 | 0,2042 | 64,66 | 0,3246 | 0,2037 | 89,31 | 0,333 | 0,221 | 38,37 | 0,2978 | 0,1597 | 23,34 | 0,2619 | 0,1483 |
| 431 | 224 | 64 | 160 | 46,89 | 0,4348 | 0,2153 | 69,42 | 0,4327 | 0,2267 | 80,26 | 0,3616 | 0,2217 | 111,77 | 0,372 | 0,2381 | 46,22 | 0,3297 | 0,1744 | 29,11 | 0,2976 | 0,1671 |
| 432 | 255 | 64 | 160 | 61,61 | 0,4861 | 0,2385 | 89,87 | 0,4745 | 0,2452 | 106,08 | 0,4077 | 0,2438 | 137,07 | 0,4039 | 0,2525 | 54,27 | 0,3583 | 0,1861 | 38,93 | 0,3456 | 0,1921 |
| 433 | 0 | 96 | 160 | 22,16 | 0,1527 | 0,1611 | 27,98 | 0,16 | 0,1728 | 46,82 | 0,1967 | 0,1937 | 52,27 | 0,1738 | 0,1884 | 30,39 | 0,1741 | 0,1585 | 17,53 | 0,167 | 0,1329 |
| 434 | 32 | 96 | 160 | 22,68 | 0,1556 | 0,168 | 28,34 | 0,1642 | 0,1734 | 46,9 | 0,1993 | 0,1931 | 54,15 | 0,178 | 0,191 | 29,33 | 0,1744 | 0,1532 | 17,8 | 0,1692 | 0,1339 |
| 435 | 64 | 96 | 160 | 22,81 | 0,1694 | 0,1663 | 30,56 | 0,185 | 0,1796 | 48,75 | 0,2114 | 0,1956 | 58,02 | 0,1931 | 0,1968 | 31 | 0,1877 | 0,1569 | 18,52 | 0,1765 | 0,1371 |
| 436 | 96 | 96 | 160 | 25,56 | 0,2048 | 0,1768 | 34,95 | 0,2213 | 0,1907 | 53,17 | 0,2331 | 0,2022 | 64,71 | 0,2183 | 0,2059 | 34,48 | 0,212 | 0,165 | 19,95 | 0,19 | 0,1432 |
| 437 | 128 | 96 | 160 | 28,51 | 0,2459 | 0,1894 | 41,57 | 0,2667 | 0,2047 | 60,18 | 0,2622 | 0,2121 | 74,95 | 0,2523 | 0,218 | 38,89 | 0,2389 | 0,1742 | 22,16 | 0,2093 | 0,152 |
| 438 | 160 | 96 | 160 | 33,26 | 0,2974 | 0,2075 | 51,41 | 0,3202 | 0,2212 | 68,83 | 0,293 | 0,223 | 89,17 | 0,2909 | 0,2317 | 44,27 | 0,2672 | 0,1842 | 25,18 | 0,2331 | 0,1627 |
| 439 | 192 | 96 | 160 | 40,97 | 0,3619 | 0,2261 | 64,42 | 0,3728 | 0,2375 | 80,68 | 0,3258 | 0,2349 | 107,48 | 0,3299 | 0,2455 | 51,16 | 0,298 | 0,1951 | 29,74 | 0,2645 | 0,1771 |
| 440 | 224 | 96 | 160 | 51,2 | 0,4245 | 0,2459 | 81,46 | 0,4226 | 0,2531 | 96,09 | 0,3602 | 0,2477 | 130,06 | 0,3667 | 0,2586 | 58,61 | 0,3274 | 0,2048 | 35,5 | 0,2979 | 0,1921 |
| 441 | 255 | 96 | 160 | 63,02 | 0,471 | 0,2601 | 101,5 | 0,4644 | 0,2661 | 121,42 | 0,4036 | 0,2635 | 155,76 | 0,3972 | 0,2699 | 65,89 | 0,3544 | 0,2117 | 45,38 | 0,3434 | 0,2127 |
| 442 | 0 | 128 | 160 | 36,08 | 0,1596 | 0,2395 | 47,4 | 0,1718 | 0,252 | 73,82 | 0,217 | 0,2556 | 79,16 | 0,1913 | 0,2426 | 48,95 | 0,1908 | 0,2191 | 27,21 | 0,1817 | 0,1838 |
| 443 | 32 | 128 | 160 | 35,32 | 0,1615 | 0,236 | 47,72 | 0,1754 | 0,2519 | 73,32 | 0,2189 | 0,2542 | 81,32 | 0,1947 | 0,2443 | 47,42 | 0,1901 | 0,2135 | 27,47 | 0,1837 | 0,1844 |
| 444 | 64 | 128 | 160 | 35,63 | 0,1716 | 0,2395 | 49,84 | 0,1927 | 0,2543 | 75 | 0,2284 | 0,2541 | 85,42 | 0,2072 | 0,2478 | 48,99 | 0,2016 | 0,2149 | 28,28 | 0,1902 | 0,1868 |
| 445 | 96 | 128 | 160 | 35,86 | 0,207 | 0,2442 | 54,12 | 0,2238 | 0,259 | 79,11 | 0,2462 | 0,2565 | 92,21 | 0,2284 | 0,2531 | 52,41 | 0,2219 | 0,219 | 29,67 | 0,2018 | 0,1909 |
| 446 | 128 | 128 | 160 | 38,39 | 0,2401 | 0,2542 | 60,53 | 0,2635 | 0,2651 | 85,69 | 0,2705 | 0,261 | 102,54 | 0,2573 | 0,2602 | 57,07 | 0,246 | 0,2243 | 31,89 | 0,2187 | 0,197 |
| 447 | 160 | 128 | 160 | 42,32 | 0,2884 | 0,2656 | 70,16 | 0,3119 | 0,2726 | 94,89 | 0,2969 | 0,2665 | 116,79 | 0,291 | 0,2685 | 62,37 | 0,2706 | 0,2298 | 34,9 | 0,2397 | 0,2043 |
| 448 | 192 | 128 | 160 | 47,83 | 0,3417 | 0,2713 | 82,84 | 0,3619 | 0,2713 | 106,8 | 0,3256 | 0,273 | 135,24 | 0,3259 | 0,2769 | 68,92 | 0,2975 | 0,2357 | 39,51 | 0,2682 | 0,2144 |
| 449 | 224 | 128 | 160 | 57,98 | 0,4004 | 0,2803 | 99,48 | 0,4091 | 0,2879 | 121,53 | 0,3564 | 0,2801 | 157,88 | 0,3599 | 0,2852 | 76,16 | 0,324 | 0,2412 | 45,24 | 0,2983 | 0,2252 |
| 450 | 255 | 128 | 160 | 69,24 | 0,4555 | 0,2908 | 119,09 | 0,4506 | 0,2945 | 145,66 | 0,3962 | 0,289 | 183,72 | 0,3887 | 0,2926 | 82,93 | 0,349 | 0,244 | 55,14 | 0,3407 | 0,2402 |
| 451 | 0 | 160 | 160 | 53,14 | 0,1662 | 0,3167 | 76,22 | 0,184 | 0,3358 | 110,94 | 0,2355 | 0,3118 | 117,11 | 0,2087 | 0,2966 | 67,7 | 0,2037 | 0,2655 | 40,22 | 0,1975 | 0,237 |
| 452 | 32 | 160 | 160 | 51,21 | 0,1681 | 0,3209 | 76,51 | 0,1869 | 0,335 | 109,82 | 0,2369 | 0,3102 | 119,58 | 0,2113 | 0,2974 | 66,36 | 0,204 | 0,2608 | 40,45 | 0,199 | 0,2373 |
| 453 | 64 | 160 | 160 | 49,85 | 0,1771 | 0,3213 | 78,53 | 0,2007 | 0,3345 | 110,79 | 0,2445 | 0,3086 | 123,72 | 0,2213 | 0,2988 | 67,89 | 0,2136 | 0,261 | 41,25 | 0,2044 | 0,2387 |
| 454 | 96 | 160 | 160 | 50,17 | 0,2039 | 0,322 | 82,61 | 0,2262 | 0,334 | 114,73 | 0,2587 | 0,3082 | 130,71 | 0,2385 | 0,3011 | 71,55 | 0,2319 | 0,2627 | 42,69 | 0,2145 | 0,2411 |
| 455 | 128 | 160 | 160 | 51,93 | 0,2359 | 0,3253 | 88,8 | 0,2597 | 0,3335 | 121,03 | 0,2786 | 0,3089 | 141,07 | 0,2625 | 0,304 | 75,97 | 0,2521 | 0,265 | 44,89 | 0,229 | 0,2446 |
| 456 | 160 | 160 | 160 | 54,55 | 0,2762 | 0,3235 | 98,08 | 0,3019 | 0,3328 | 129,5 | 0,3006 | 0,3103 | 155,4 | 0,2912 | 0,3077 | 81,18 | 0,2734 | 0,2676 | 47,97 | 0,2474 | 0,2492 |
| 457 | 192 | 160 | 160 | 59,57 | 0,328 | 0,3262 | 110,42 | 0,3465 | 0,3324 | 141,21 | 0,3251 | 0,3122 | 173,88 | 0,3217 | 0,3115 | 87,75 | 0,2976 | 0,2704 | 52,51 | 0,272 | 0,2551 |
| 458 | 224 | 160 | 160 | 67,54 | 0,3815 | 0,3238 | 126,57 | 0,3919 | 0,3318 | 155,78 | 0,3522 | 0,3146 | 196,73 | 0,3523 | 0,3153 | 95,01 | 0,3215 | 0,273 | 58,23 | 0,299 | 0,2619 |
| 459 | 255 | 160 | 160 | 79,74 | 0,4314 | 0,324 | 145,63 | 0,4323 | 0,3314 | 178,86 | 0,3881 | 0,3176 | 222,74 | 0,379 | 0,3188 | 101,63 | 0,3443 | 0,2733 | 68,14 | 0,3377 | 0,2714 |
| 460 | 0 | 192 | 160 | 73,61 | 0,1735 | 0,4028 | 114,13 | 0,1947 | 0,4101 | 160,24 | 0,2526 | 0,3622 | 167,34 | 0,2241 | 0,3445 | 92,78 | 0,2173 | 0,3122 | 59 | 0,2149 | 0,2941 |
| 461 | 32 | 192 | 160 | 70 | 0,1746 | 0,3991 | 114,33 | 0,1968 | 0,4091 | 158,97 | 0,2536 | 0,3606 | 169,83 | 0,226 | 0,3445 | 94,68 | 0,2177 | 0,3087 | 59,29 | 0,2162 | 0,2941 |
| 462 | 64 | 192 | 160 | 66,86 | 0,181 | 0,3933 | 116,2 | 0,2077 | 0,4069 | 159,35 | 0,2595 | 0,3586 | 174,08 | 0,2339 | 0,3445 | 93,36 | 0,2262 | 0,308 | 60,1 | 0,2207 | 0,2946 |
| 463 | 96 | 192 | 160 | 68,31 | 0,2029 | 0,3973 | 120,13 | 0,2282 | 0,4033 | 162,44 | 0,2707 | 0,3568 | 181,04 | 0,2477 | 0,3446 | 97,06 | 0,2416 | 0,3078 | 61,47 | 0,2287 | 0,2955 |
| 464 | 128 | 192 | 160 | 69,85 | 0,2305 | 0,3981 | 126,01 | 0,256 | 0,3985 | 169,32 | 0,2865 | 0,3549 | 191,47 | 0,2674 | 0,3448 | 101,45 | 0,2586 | 0,3079 | 63,69 | 0,2406 | 0,2969 |
| 465 | 160 | 192 | 160 | 72,55 | 0,265 | 0,3917 | 135,07 | 0,292 | 0,3923 | 177,84 | 0,3044 | 0,3534 | 205,86 | 0,2914 | 0,345 | 106,94 | 0,2775 | 0,3081 | 66,7 | 0,2559 | 0,2986 |
| 466 | 192 | 192 | 160 | 76,5 | 0,3053 | 0,381 | 146,83 | 0,3316 | 0,3856 | 189,22 | 0,3249 | 0,3521 | 224,29 | 0,3176 | 0,3452 | 113,61 | 0,2985 | 0,3085 | 71,38 | 0,2771 | 0,3012 |
| 467 | 224 | 192 | 160 | 83,16 | 0,36 | 0,3738 | 162,44 | 0,3734 | 0,3786 | 203,35 | 0,3481 | 0,3511 | 247 | 0,3446 | 0,3453 | 120,78 | 0,3194 | 0,3039 | 77,1 | 0,3005 | 0,3041 |
| 468 | 255 | 192 | 160 | 94,07 | 0,407 | 0,3686 | 180,82 | 0,4122 | 0,3721 | 225,72 | 0,3796 | 0,3495 | 272,88 | 0,3689 | 0,3455 | 127,71 | 0,3398 | 0,307 | 87 | 0,3347 | 0,3083 |
| 469 | 0 | 224 | 160 | 100,87 | 0,1796 | 0,4747 | 164,2 | 0,2034 | 0,4752 | 221,07 | 0,2675 | 0,4038 | 229,47 | 0,2365 | 0,3833 | 120,79 | 0,2302 | 0,3518 | 81,24 | 0,2304 | 0,3424 |
| 470 | 32 | 224 | 160 | 98,56 | 0,1809 | 0,4791 | 164,25 | 0,2049 | 0,4741 | 220,47 | 0,2684 | 0,4024 | 231,8 | 0,2379 | 0,3828 | 120,22 | 0,2309 | 0,3493 | 81,51 | 0,2313 | 0,3423 |
| 471 | 64 | 224 | 160 | 96,48 | 0,1855 | 0,4755 | 165,99 | 0,2134 | 0,4712 | 221,23 | 0,273 | 0,4004 | 236,03 | 0,2442 | 0,382 | 122,12 | 0,2384 | 0,3482 | 82,32 | 0,235 | 0,3422 |
| 472 | 96 | 224 | 160 | 94,59 | 0,2017 | 0,4727 | 169,64 | 0,229 | | | | | | | | | | | | | |

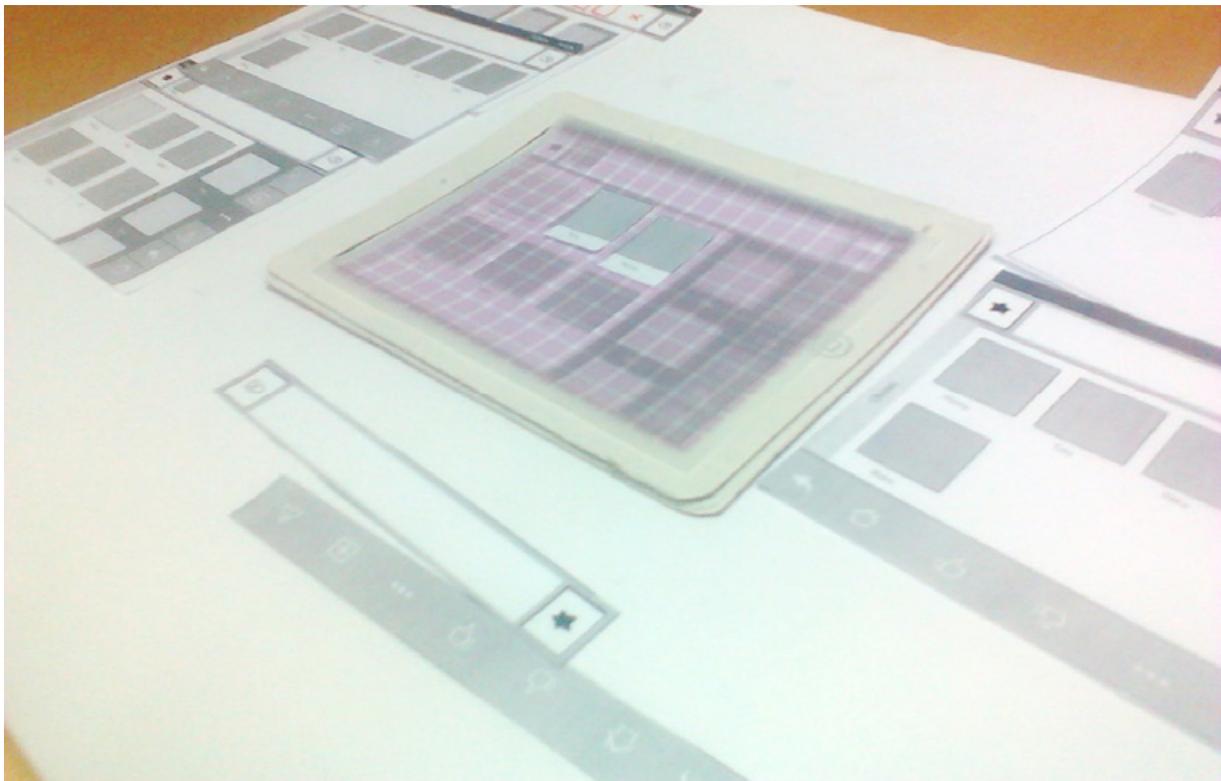
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| 523 | 0 | 128 | 192 | 37,45 | 0,1531 | 0,1699 | 49,46 | 0,1628 | 0,1941 | 83,47 | 0,2019 | 0,2139 | 92,7 | 0,1803 | 0,207 | 54,29 | 0,1783 | 0,1745 | 30,46 | 0,1717 | 0,1504 |
| 524 | 32 | 128 | 192 | 36,94 | 0,1552 | 0,177 | 49,76 | 0,1653 | 0,1942 | 82,45 | 0,2033 | 0,2127 | 95,75 | 0,186 | 0,2096 | 52,76 | 0,1778 | 0,1704 | 30,67 | 0,173 | 0,1509 |
| 525 | 64 | 128 | 192 | 36,54 | 0,1621 | 0,1804 | 51,8 | 0,1781 | 0,1974 | 84,05 | 0,2108 | 0,2132 | 101,33 | 0,1993 | 0,2142 | 54,35 | 0,1865 | 0,1723 | 31,5 | 0,178 | 0,153 |
| 526 | 96 | 128 | 192 | 37,25 | 0,1874 | 0,1862 | 55,99 | 0,2018 | 0,2036 | 88,32 | 0,2249 | 0,2165 | 108,75 | 0,217 | 0,2199 | 57,82 | 0,2022 | 0,1769 | 32,91 | 0,1867 | 0,1568 |
| 527 | 128 | 128 | 192 | 39,27 | 0,2125 | 0,1945 | 62,28 | 0,2336 | 0,2119 | 95,09 | 0,2447 | 0,222 | 121,09 | 0,2436 | 0,2285 | 62,29 | 0,2206 | 0,1825 | 35,13 | 0,1999 | 0,1623 |
| 528 | 160 | 128 | 192 | 41,77 | 0,2514 | 0,2061 | 71,75 | 0,2743 | 0,2227 | 104,15 | 0,2669 | 0,2286 | 137,94 | 0,2747 | 0,2384 | 67,61 | 0,2404 | 0,1887 | 38,15 | 0,2166 | 0,1693 |
| 529 | 192 | 128 | 192 | 48,98 | 0,2988 | 0,2217 | 84,21 | 0,3183 | 0,2344 | 115,51 | 0,292 | 0,2364 | 157,04 | 0,3041 | 0,2478 | 74,27 | 0,2631 | 0,1957 | 42,64 | 0,2393 | 0,1789 |
| 530 | 224 | 128 | 192 | 57,45 | 0,3516 | 0,2332 | 100,72 | 0,3639 | 0,2466 | 130,99 | 0,3198 | 0,2453 | 182,07 | 0,3354 | 0,2579 | 81,62 | 0,286 | 0,2025 | 48,3 | 0,2649 | 0,1896 |
| 531 | 255 | 128 | 192 | 69,56 | 0,4024 | 0,2498 | 120,2 | 0,4055 | 0,2578 | 154,86 | 0,3572 | 0,2566 | 165,95 | 0,2933 | 0,2589 | 88,33 | 0,308 | 0,207 | 58,33 | 0,3028 | 0,2055 |
| 532 | 0 | 160 | 192 | 53,05 | 0,1591 | 0,2384 | 77,71 | 0,1733 | 0,2656 | 120,22 | 0,2188 | 0,2643 | 131,16 | 0,1954 | 0,2534 | 73,25 | 0,1894 | 0,2132 | 43,3 | 0,1842 | 0,1936 |
| 533 | 32 | 160 | 192 | 52,44 | 0,1609 | 0,2462 | 77,96 | 0,1754 | 0,2653 | 119,08 | 0,2199 | 0,2629 | 134,55 | 0,2007 | 0,2551 | 71,54 | 0,1887 | 0,2095 | 43,59 | 0,1855 | 0,194 |
| 534 | 64 | 160 | 192 | 50,28 | 0,1672 | 0,2446 | 79,91 | 0,1862 | 0,2664 | 120,26 | 0,226 | 0,2622 | 140,1 | 0,2118 | 0,2578 | 73,21 | 0,1968 | 0,2106 | 44,41 | 0,1899 | 0,1955 |
| 535 | 96 | 160 | 192 | 50,34 | 0,1865 | 0,2501 | 83,9 | 0,2065 | 0,2688 | 124,16 | 0,2378 | 0,2632 | 148,8 | 0,2291 | 0,2618 | 76,76 | 0,2109 | 0,2136 | 45,85 | 0,1978 | 0,1981 |
| 536 | 128 | 160 | 192 | 51,59 | 0,2126 | 0,2522 | 89,99 | 0,2341 | 0,2722 | 130 | 0,2545 | 0,2656 | 160,87 | 0,2513 | 0,2667 | 81,22 | 0,2273 | 0,2174 | 47,98 | 0,2091 | 0,2019 |
| 537 | 160 | 160 | 192 | 54,08 | 0,2422 | 0,2578 | 99,14 | 0,2704 | 0,2767 | 138,99 | 0,2736 | 0,269 | 177,56 | 0,2779 | 0,2726 | 86,46 | 0,2451 | 0,2215 | 51,08 | 0,2243 | 0,2071 |
| 538 | 192 | 160 | 192 | 60,27 | 0,2894 | 0,2677 | 111,32 | 0,3105 | 0,2818 | 150,66 | 0,2955 | 0,2731 | 197,99 | 0,3057 | 0,2788 | 93,08 | 0,2657 | 0,2262 | 55,6 | 0,2448 | 0,2139 |
| 539 | 224 | 160 | 192 | 68,03 | 0,3393 | 0,2745 | 127,3 | 0,3532 | 0,2872 | 165,53 | 0,3202 | 0,278 | 222,35 | 0,3328 | 0,285 | 100,34 | 0,2867 | 0,2307 | 61,28 | 0,2681 | 0,2217 |
| 540 | 255 | 160 | 192 | 78,58 | 0,3885 | 0,2802 | 146,26 | 0,3931 | 0,2924 | 188,14 | 0,354 | 0,2844 | 207,95 | 0,2878 | 0,2921 | 106,98 | 0,3071 | 0,2333 | 71,31 | 0,3031 | 0,2335 |
| 541 | 0 | 192 | 192 | 71,42 | 0,1658 | 0,3145 | 114,83 | 0,1835 | 0,3358 | 169,46 | 0,2355 | 0,3135 | 181,39 | 0,2096 | 0,2981 | 98,01 | 0,201 | 0,2546 | 62,15 | 0,1997 | 0,2436 |
| 542 | 32 | 192 | 192 | 68,46 | 0,1665 | 0,3126 | 114,99 | 0,1851 | 0,3351 | 168,21 | 0,2364 | 0,3122 | 184,82 | 0,214 | 0,2989 | 96,91 | 0,2014 | 0,252 | 62,32 | 0,2002 | 0,2438 |
| 543 | 64 | 192 | 192 | 67,48 | 0,1721 | 0,3159 | 116,83 | 0,194 | 0,3347 | 168,69 | 0,2413 | 0,3108 | 190,52 | 0,2234 | 0,3001 | 98,78 | 0,2086 | 0,2525 | 63,19 | 0,2043 | 0,2446 |
| 544 | 96 | 192 | 192 | 68,31 | 0,1881 | 0,3173 | 120,65 | 0,2109 | 0,3342 | 172,04 | 0,2509 | 0,3103 | 199,2 | 0,2379 | 0,3019 | 102,26 | 0,2208 | 0,254 | 64,64 | 0,211 | 0,2462 |
| 545 | 128 | 192 | 192 | 69,64 | 0,2104 | 0,3179 | 126,44 | 0,2345 | 0,3338 | 178,94 | 0,2648 | 0,3105 | 211,6 | 0,2572 | 0,3042 | 106,91 | 0,2356 | 0,2561 | 66,84 | 0,2209 | 0,2485 |
| 546 | 160 | 192 | 192 | 72,04 | 0,2396 | 0,322 | 135,29 | 0,266 | 0,3333 | 186,83 | 0,2808 | 0,3114 | 227,91 | 0,2798 | 0,3069 | 112,19 | 0,2512 | 0,2583 | 69,88 | 0,2338 | 0,2515 |
| 547 | 192 | 192 | 192 | 76,71 | 0,2774 | 0,3203 | 146,95 | 0,3019 | 0,3327 | 197,96 | 0,2995 | 0,3125 | 248,49 | 0,3044 | 0,3099 | 118,85 | 0,2694 | 0,2609 | 74,5 | 0,252 | 0,2557 |
| 548 | 224 | 192 | 192 | 83,6 | 0,3251 | 0,3206 | 162,42 | 0,3412 | 0,3322 | 212,29 | 0,321 | 0,3141 | 272,58 | 0,3287 | 0,3129 | 126,14 | 0,288 | 0,2634 | 80,15 | 0,2725 | 0,2605 |
| 549 | 255 | 192 | 192 | 92,66 | 0,3725 | 0,3213 | 180,73 | 0,3789 | 0,3316 | 234,59 | 0,3509 | 0,3161 | 263,76 | 0,2877 | 0,3245 | 132,86 | 0,3064 | 0,2645 | 90,01 | 0,3035 | 0,2677 |
| 550 | 0 | 224 | 192 | 101,27 | 0,1726 | 0,3962 | 164,09 | 0,1926 | 0,4029 | 229,98 | 0,2511 | 0,3571 | 243,17 | 0,2222 | 0,3375 | 125,86 | 0,213 | 0,292 | 84,36 | 0,2142 | 0,2893 |
| 551 | 32 | 224 | 192 | 96,63 | 0,1732 | 0,3945 | 164,12 | 0,1939 | 0,402 | 229,61 | 0,2519 | 0,3559 | 246,55 | 0,2257 | 0,3376 | 125,12 | 0,2133 | 0,2903 | 84,66 | 0,2151 | 0,2893 |
| 552 | 64 | 224 | 192 | 94,54 | 0,1776 | 0,3906 | 165,79 | 0,201 | 0,4006 | 229,91 | 0,2559 | 0,3547 | 252,3 | 0,2335 | 0,3378 | 127,18 | 0,2198 | 0,2903 | 85,44 | 0,2181 | 0,2897 |
| 553 | 96 | 224 | 192 | 93,55 | 0,1898 | 0,3894 | 169,36 | 0,2148 | 0,3983 | 233,63 | 0,2637 | 0,3535 | 260,85 | 0,2456 | 0,3381 | 131,09 | 0,2312 | 0,2909 | 86,92 | 0,2239 | 0,2904 |
| 554 | 128 | 224 | 192 | 95,17 | 0,2096 | 0,3903 | 174,88 | 0,2345 | 0,3951 | 240,61 | 0,2752 | 0,3522 | 273,18 | 0,2619 | 0,3384 | 135,74 | 0,2439 | 0,2916 | 89,01 | 0,2321 | 0,2914 |
| 555 | 160 | 224 | 192 | 97,18 | 0,2314 | 0,3896 | 183,29 | 0,2614 | 0,3908 | 249,54 | 0,2884 | 0,3513 | 289,45 | 0,2813 | 0,3389 | 141,02 | 0,2575 | 0,2925 | 92,18 | 0,2435 | 0,2929 |
| 556 | 192 | 224 | 192 | 98,33 | 0,2665 | 0,3833 | 194,46 | 0,2928 | 0,3859 | 260,33 | 0,3041 | 0,3507 | 309,98 | 0,3028 | 0,3394 | 147,94 | 0,2739 | 0,2936 | 96,69 | 0,259 | 0,2949 |
| 557 | 224 | 224 | 192 | 104,47 | 0,3054 | 0,3753 | 209,31 | 0,3282 | 0,3804 | 275,63 | 0,3223 | 0,3499 | 333,96 | 0,3244 | 0,3399 | 159,35 | 0,2904 | 0,2946 | 102,53 | 0,2772 | 0,2973 |
| 558 | 255 | 224 | 192 | 112,72 | 0,3523 | 0,3693 | 226,84 | 0,3631 | 0,375 | 297,12 | 0,3478 | 0,3489 | 329,77 | 0,2878 | 0,3533 | 162,63 | 0,3068 | 0,2948 | 112,33 | 0,3047 | 0,3011 |
| 559 | 0 | 255 | 192 | 129,4 | 0,1777 | 0,456 | 223,17 | 0,2004 | 0,4591 | 294,68 | 0,2654 | 0,3928 | 313,68 | 0,232 | 0,3691 | 166,26 | 0,2287 | 0,3331 | 116,66 | 0,232 | 0,3384 |
| 560 | 32 | 255 | 192 | 126,91 | 0,1784 | 0,4583 | 223,18 | 0,2014 | 0,4581 | 295,17 | 0,2664 | 0,3927 | 316,64 | 0,2349 | 0,3687 | 160,58 | 0,2296 | 0,3323 | 116,88 | 0,2325 | 0,3382 |
| 561 | 64 | 255 | 192 | 124,44 | 0,1816 | 0,4558 | 224,73 | 0,2071 | 0,4564 | 297,87 | 0,27 | 0,3918 | 322,17 | 0,2415 | 0,3682 | 163,45 | 0,2366 | 0,3318 | 117,66 | 0,2351 | 0,3381 |
| 562 | 96 | 255 | 192 | 122,94 | 0,1911 | 0,4541 | 228,05 | 0,2183 | 0,4531 | 303,05 | 0,2768 | 0,3908 | 330,67 | 0,2517 | 0,3676 | 167,67 | 0,2466 | 0,3315 | 119,12 | 0,2397 | 0,3381 |
| 563 | 128 | 255 | 192 | 122,89 | 0,2075 | 0,4484 | 233,29 | 0,2346 | 0,4485 | 311,13 | 0,2865 | 0,389 | 343,06 | 0,2656 | 0,3667 | 172,67 | 0,258 | 0,3312 | 121,4 | 0,2468 | 0,3382 |
| 564 | 160 | 255 | 192 | 123,45 | 0,2269 | 0,4446 | 241,23 | 0,2573 | 0,4421 | 320,97 | 0,2978 | 0,3873 | 359,28 | 0,2823 | 0,3658 | 178,16 | 0,2697 | 0,3309 | 124,41 | 0,256 | 0,3383 |
| 565 | 192 | 255 | 192 | 125,61 | 0,2553 | 0,4407 | 251,86 | 0,2844 | 0,4346 | 333,18 | 0,3111 | 0,3859 | 379,63 | 0,3011 | 0,3646 | 184,99 | 0,2834 | 0,3306 | 129 | 0,269 | 0,3384 |
| 566 | 224 | 255 | 192 | 131,57 | 0,2916 | 0,4291 | 266,05 | 0,3159 | 0,4259 | 348,96 | 0,3265 | 0,3838 | 403,65 | 0,3204 | 0,3634 | 192,49 | 0,2975 | 0,3304 | 134,66 | 0,2841 | 0,3387 |
| 567 | 255 | 255 | 192 | 138,41 | 0,3321 | 0,4192 | 282,69 | 0,3478 | 0,4171 | 373,12 | 0,348 | 0,3815 | 234,3 | 0,2752 | 0,2865 | 200,51 | 0,3116 | 0,3299 | 144,47 | 0,3078 | 0,3392 |
| 568 | 0 | 224 | 224 | 124,24 | 0,1411 | 0,4031 | 13,92 | 0,1396 | 0,4075 | 37,7 | 0,1579 | 0,4075 | 52,67 | 0,1485 | 0,4074 | 17,76 | 0,1441 | 0,4054 | 13,62 | 0,1449 | 0,4067 |
| 569 | 32 | 224 | 224 | 124,44 | 0,1422 | 0,4039 | 14,36 | 0,1419 | 0,4087 | 38,12 | 0,1596 | 0,4084 | 54,93 | 0,1543 | 0,4104 | 19,93 | 0,1448 | 0,4058 | 13,9 | 0,1464 | 0,40616 |
| 570 | 64 | 224 | 224 | 133,38 | 0,1486 | 0,4073 | 16,57 | 0,1537 | 0,4055 | 40,46 | 0,1671 | 0,40924 | 59,88 | 0,1672 | 0,4169 | 19,57 | 0,1519 | 0,40578 | 14,65 | 0,1509 | 0,40642 |
| 571 | 96 | 224 | 224 | 16,44 | 0,1658 | 0,0565 | 20,98 | 0,1757 | 0,0669 | 45,34 | 0,1808 | 0,1002 | 68,06 | 0,1872 | 0,1269 | 23,06 | 0,1666 | 0,066 | 16,01 | 0,1592 | 0,069 |
| 572 | 128 | 224 | 224 | 20,72 | 0,1884 | 0,0683 | 27,6 | 0,2055 | 0,0829 | 52,58 | 0,2 | 0,1111 | 79,97 | 0,2133 | 0,14 | 27,76 | 0,1851 | 0,0763 | 18,2 | 0,1717 | 0,0763 |
| 573 | 160 | 224 | 224 | 27,5 | 0,2206 | 0,0853 | 37,53 | 0,2443 | 0,1038 | 61,72 | 0,2219 | 0,1235 | 95,81 | 0,2435 | 0,1553 | 33,49 | 0,2057 | 0,0877 | 21,25 | 0,1881 | 0,0859 |
| 574 | 192 | 224 | 224 | 38,65 | 0,2673 | 0,1097 | 50,62 | 0,287 | 0,1268 | 73,73 | 0,2474 | 0,138 | 115,79 | 0,2757 | 0,1715 | 40,64 | 0,2292 | 0,1007 | 25,76 | 0,2103 | 0,0988 |
| 575 | 224 | 224 | 224 | 53,8 | 0,3229 | 0,139 | 67,84 | 0,3322 | 0,1512 | 89,9 | 0,2766 | 0,1546 | 139,18 | 0,3069 | 0,1872 | 49,08 | 0,2537 | 0,1143 | 31,52 | 0,2357 | 0,1136 |
| 576 | 255 | 224 | 224 | 71,1 | 0,368 | 0,1627 | 88,2 | 0,3741 | 0,1739 | 116,8 | 0,3179 | 0,178 | 102,95 | 0,254 | 0,1 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 628 | 192 | 192 | 224 | 75.68 | 0.2467 | 0.2612 | 146.97 | 0.2739 | 0.2826 | 211.37 | 0.2743 | 0.2741 | 264.48 | 0.2807 | 0.2792 | 124.76 | 0.2486 | 0.228 | 78.02 | 0.2341 | 0.2247 |
| 629 | 224 | 192 | 224 | 83.76 | 0.2904 | 0.2706 | 162.22 | 0.3098 | 0.2865 | 226.3 | 0.2935 | 0.2775 | 288.42 | 0.3031 | 0.2838 | 131.94 | 0.2651 | 0.2315 | 83.8 | 0.2525 | 0.2301 |
| 630 | 255 | 192 | 224 | 92.14 | 0.3334 | 0.2761 | 180.32 | 0.3454 | 0.2904 | 248.22 | 0.3206 | 0.2818 | 279.54 | 0.2666 | 0.2919 | 138.68 | 0.2818 | 0.234 | 93.75 | 0.2807 | 0.2386 |
| 631 | 0 | 224 | 224 | 98.15 | 0.1654 | 0.3129 | 164.26 | 0.1829 | 0.3367 | 243.06 | 0.3246 | 0.3112 | 259.05 | 0.2098 | 0.2991 | 131.46 | 0.2007 | 0.2508 | 88.15 | 0.2028 | 0.253 |
| 632 | 32 | 224 | 224 | 97.18 | 0.1663 | 0.3183 | 164.3 | 0.1839 | 0.3361 | 242.5 | 0.2352 | 0.3104 | 262.34 | 0.2129 | 0.2997 | 130.78 | 0.2012 | 0.2496 | 88.3 | 0.2033 | 0.253 |
| 633 | 64 | 224 | 224 | 93.72 | 0.1695 | 0.318 | 165.91 | 0.1898 | 0.3357 | 242.95 | 0.2387 | 0.3096 | 268.03 | 0.2198 | 0.3005 | 132.84 | 0.2068 | 0.2503 | 89.17 | 0.2061 | 0.2536 |
| 634 | 96 | 224 | 224 | 94.01 | 0.1792 | 0.318 | 169.35 | 0.2013 | 0.3353 | 246.65 | 0.2455 | 0.3093 | 276.81 | 0.2305 | 0.3018 | 136.66 | 0.2163 | 0.2517 | 90.58 | 0.211 | 0.2546 |
| 635 | 128 | 224 | 224 | 94.36 | 0.1946 | 0.318 | 174.8 | 0.218 | 0.3349 | 253.9 | 0.2556 | 0.3095 | 289.14 | 0.2449 | 0.3035 | 141.33 | 0.2274 | 0.2534 | 92.86 | 0.2185 | 0.2562 |
| 636 | 160 | 224 | 224 | 95.37 | 0.2137 | 0.3182 | 183 | 0.2414 | 0.3343 | 262.53 | 0.2673 | 0.3101 | 305.54 | 0.2623 | 0.3056 | 146.73 | 0.2395 | 0.2554 | 95.94 | 0.2283 | 0.2583 |
| 637 | 192 | 224 | 224 | 97.21 | 0.2432 | 0.3185 | 193.99 | 0.2694 | 0.3337 | 273.74 | 0.2813 | 0.3111 | 325.73 | 0.2819 | 0.3079 | 153.43 | 0.2538 | 0.2577 | 100.44 | 0.2421 | 0.2612 |
| 638 | 224 | 224 | 224 | 103.89 | 0.2791 | 0.3193 | 208.63 | 0.3018 | 0.3331 | 288.01 | 0.2979 | 0.3124 | 349.7 | 0.302 | 0.3102 | 160.8 | 0.2687 | 0.26 | 106.27 | 0.2585 | 0.2647 |
| 639 | 255 | 224 | 224 | 113.63 | 0.3203 | 0.3231 | 226.02 | 0.3348 | 0.3324 | 309.8 | 0.3216 | 0.3139 | 345.32 | 0.2691 | 0.3205 | 168.06 | 0.2838 | 0.2618 | 116.03 | 0.2836 | 0.2701 |
| 640 | 0 | 255 | 224 | 129.41 | 0.1713 | 0.3828 | 222.52 | 0.1909 | 0.3941 | 306.9 | 0.2488 | 0.347 | 329.21 | 0.2198 | 0.3312 | 165.63 | 0.2146 | 0.287 | 120.38 | 0.2196 | 0.2999 |
| 641 | 32 | 255 | 224 | 125.47 | 0.1716 | 0.3822 | 222.45 | 0.1917 | 0.3934 | 307.43 | 0.2496 | 0.3469 | 332.31 | 0.2225 | 0.3312 | 165.86 | 0.2153 | 0.2868 | 120.6 | 0.2201 | 0.2998 |
| 642 | 64 | 255 | 224 | 122.72 | 0.1743 | 0.3819 | 223.9 | 0.1965 | 0.3925 | 310.18 | 0.2529 | 0.3465 | 337.87 | 0.2284 | 0.3314 | 168.65 | 0.2214 | 0.2873 | 121.5 | 0.2225 | 0.3 |
| 643 | 96 | 255 | 224 | 121.45 | 0.1825 | 0.3817 | 227.14 | 0.2061 | 0.3909 | 315.12 | 0.259 | 0.3465 | 346.6 | 0.2376 | 0.3318 | 172.84 | 0.2302 | 0.288 | 122.85 | 0.2265 | 0.3005 |
| 644 | 128 | 255 | 224 | 121.21 | 0.1955 | 0.3781 | 232.2 | 0.2203 | 0.3889 | 323.11 | 0.2678 | 0.3463 | 358.79 | 0.2501 | 0.3323 | 177.8 | 0.2402 | 0.2888 | 125.04 | 0.2327 | 0.3011 |
| 645 | 160 | 255 | 224 | 121.87 | 0.2121 | 0.3776 | 240.04 | 0.2404 | 0.386 | 333.06 | 0.278 | 0.3461 | 375.18 | 0.2654 | 0.3328 | 183.27 | 0.2507 | 0.2898 | 128.08 | 0.2409 | 0.3019 |
| 646 | 192 | 255 | 224 | 125.37 | 0.236 | 0.3752 | 250.47 | 0.265 | 0.3825 | 345.39 | 0.2902 | 0.3462 | 395.42 | 0.2827 | 0.3335 | 190.1 | 0.2631 | 0.291 | 132.61 | 0.2527 | 0.3032 |
| 647 | 224 | 255 | 224 | 127.73 | 0.2672 | 0.3694 | 264.39 | 0.294 | 0.3785 | 361.01 | 0.3046 | 0.3463 | 419.24 | 0.3007 | 0.3342 | 197.58 | 0.276 | 0.2922 | 138.4 | 0.2668 | 0.3047 |
| 648 | 255 | 255 | 224 | 137.22 | 0.3049 | 0.3697 | 281 | 0.3241 | 0.3743 | 385.29 | 0.3249 | 0.3465 | 250.11 | 0.2553 | 0.2581 | 205.64 | 0.2892 | 0.2934 | 148.17 | 0.2886 | 0.3072 |
| 649 | 0 | 255 | 16.31 | 0.1411 | 0.043 | 18.82 | 0.1396 | 0.0474 | 61.69 | 0.1529 | 0.0986 | 68.9 | 0.1482 | 0.106 | 22 | 0.1436 | 0.0588 | 18.05 | 0.1443 | 0.0649 | |
| 650 | 32 | 0 | 255 | 16.41 | 0.1417 | 0.0434 | 19.19 | 0.1412 | 0.0482 | 62.27 | 0.1592 | 0.0992 | 71.25 | 0.1528 | 0.1083 | 22.22 | 0.1444 | 0.0593 | 18.26 | 0.1453 | 0.0654 |
| 651 | 64 | 0 | 255 | 17.39 | 0.146 | 0.0458 | 21.3 | 0.1496 | 0.0528 | 64.74 | 0.1644 | 0.1019 | 76.33 | 0.163 | 0.1135 | 23.86 | 0.1509 | 0.0628 | 19.02 | 0.1491 | 0.0676 |
| 652 | 96 | 0 | 255 | 20.31 | 0.1584 | 0.0523 | 25.55 | 0.1657 | 0.0614 | 69.5 | 0.174 | 0.107 | 84.62 | 0.1788 | 0.1214 | 27.48 | 0.1646 | 0.0703 | 20.41 | 0.1559 | 0.0715 |
| 653 | 128 | 0 | 255 | 24.29 | 0.1748 | 0.0609 | 31.94 | 0.1883 | 0.0735 | 76.86 | 0.1878 | 0.1145 | 96.6 | 0.1997 | 0.132 | 32.09 | 0.181 | 0.0792 | 22.62 | 0.1663 | 0.0775 |
| 654 | 160 | 0 | 255 | 30.5 | 0.1982 | 0.0732 | 41.61 | 0.219 | 0.0901 | 86.09 | 0.2041 | 0.1234 | 112.49 | 0.2245 | 0.1446 | 37.69 | 0.1995 | 0.0893 | 25.63 | 0.1798 | 0.0852 |
| 655 | 192 | 0 | 255 | 41.27 | 0.2359 | 0.093 | 54.36 | 0.2543 | 0.1091 | 98.21 | 0.2206 | 0.134 | 132.43 | 0.2517 | 0.1584 | 45 | 0.2215 | 0.1013 | 30.22 | 0.1989 | 0.0962 |
| 656 | 224 | 0 | 255 | 54.93 | 0.2798 | 0.1161 | 71.26 | 0.2938 | 0.1305 | 114.26 | 0.2467 | 0.1466 | 155.67 | 0.279 | 0.1722 | 53.24 | 0.2441 | 0.1135 | 35.95 | 0.2207 | 0.1087 |
| 657 | 255 | 0 | 255 | 72.13 | 0.3251 | 0.1399 | 91.2 | 0.3324 | 0.1514 | 141.28 | 0.2807 | 0.165 | 119.38 | 0.2329 | 0.1498 | 62.14 | 0.2663 | 0.1254 | 45.63 | 0.2537 | 0.1272 |
| 658 | 0 | 32 | 255 | 16.91 | 0.1412 | 0.0444 | 19.63 | 0.1401 | 0.0498 | 64.64 | 0.1593 | 0.1023 | 71.25 | 0.1491 | 0.1087 | 24 | 0.1449 | 0.0635 | 19.07 | 0.1451 | 0.0681 |
| 659 | 32 | 32 | 255 | 17.17 | 0.1421 | 0.0451 | 20.04 | 0.1417 | 0.0506 | 65.04 | 0.1605 | 0.1027 | 73.7 | 0.1538 | 0.1111 | 24.02 | 0.1458 | 0.0635 | 19.26 | 0.1461 | 0.0686 |
| 660 | 64 | 32 | 255 | 18.04 | 0.146 | 0.0471 | 22.11 | 0.1499 | 0.055 | 67.46 | 0.1657 | 0.1053 | 78.97 | 0.164 | 0.1163 | 25.86 | 0.1532 | 0.0673 | 19.98 | 0.1496 | 0.0706 |
| 661 | 96 | 32 | 255 | 21.07 | 0.1587 | 0.0539 | 26.29 | 0.1659 | 0.0635 | 72.25 | 0.1753 | 0.1104 | 87.41 | 0.1798 | 0.1243 | 29.58 | 0.1671 | 0.0748 | 21.48 | 0.1569 | 0.0748 |
| 662 | 128 | 32 | 255 | 24.64 | 0.1745 | 0.062 | 32.56 | 0.1883 | 0.0754 | 79.66 | 0.1891 | 0.1177 | 99.46 | 0.2006 | 0.1347 | 34.26 | 0.1836 | 0.0836 | 23.71 | 0.1672 | 0.0807 |
| 663 | 160 | 32 | 255 | 30.59 | 0.1987 | 0.0749 | 42.09 | 0.2188 | 0.0917 | 88.92 | 0.2053 | 0.1264 | 115.49 | 0.2253 | 0.1471 | 39.86 | 0.2019 | 0.0933 | 26.64 | 0.1804 | 0.0881 |
| 664 | 192 | 32 | 255 | 39.99 | 0.2344 | 0.0934 | 54.75 | 0.2541 | 0.1106 | 101.17 | 0.2248 | 0.1368 | 135.46 | 0.2523 | 0.1607 | 47.02 | 0.2233 | 0.1048 | 31.16 | 0.1992 | 0.0988 |
| 665 | 224 | 32 | 255 | 51.52 | 0.278 | 0.1163 | 71.46 | 0.2935 | 0.1317 | 117.06 | 0.2477 | 0.1491 | 158.76 | 0.2792 | 0.1742 | 54.97 | 0.245 | 0.1163 | 36.9 | 0.2211 | 0.1111 |
| 666 | 255 | 32 | 255 | 65.3 | 0.3228 | 0.1396 | 91.26 | 0.3321 | 0.1524 | 143.59 | 0.281 | 0.1669 | 125.51 | 0.2337 | 0.1552 | 63.45 | 0.2666 | 0.1274 | 46.72 | 0.2541 | 0.1296 |
| 667 | 0 | 64 | 255 | 20.76 | 0.1422 | 0.0538 | 25.54 | 0.1424 | 0.0637 | 75.27 | 0.1639 | 0.1156 | 80.63 | 0.1527 | 0.1199 | 34.56 | 0.1516 | 0.0871 | 22.47 | 0.148 | 0.0787 |
| 668 | 32 | 64 | 255 | 21.07 | 0.1429 | 0.0547 | 25.91 | 0.1439 | 0.0643 | 75.61 | 0.1651 | 0.1159 | 83.37 | 0.1574 | 0.1224 | 33.73 | 0.1518 | 0.0853 | 22.76 | 0.1492 | 0.0794 |
| 669 | 64 | 64 | 255 | 21.64 | 0.1469 | 0.0565 | 27.92 | 0.1519 | 0.0683 | 77.77 | 0.17 | 0.1179 | 88.78 | 0.1673 | 0.1273 | 35.49 | 0.159 | 0.0885 | 23.57 | 0.1531 | 0.0816 |
| 670 | 96 | 64 | 255 | 24.25 | 0.1595 | 0.0631 | 32 | 0.1674 | 0.0761 | 82.32 | 0.1793 | 0.1223 | 97.37 | 0.1827 | 0.1348 | 39.08 | 0.1724 | 0.0947 | 25.01 | 0.1598 | 0.0853 |
| 671 | 128 | 64 | 255 | 27.01 | 0.1749 | 0.0699 | 38.22 | 0.1893 | 0.0872 | 89.83 | 0.193 | 0.1291 | 109.5 | 0.203 | 0.1446 | 43.71 | 0.1882 | 0.1024 | 27.22 | 0.1699 | 0.0908 |
| 672 | 160 | 64 | 255 | 31.59 | 0.1977 | 0.0825 | 47.6 | 0.2192 | 0.1023 | 99.05 | 0.2087 | 0.137 | 125.63 | 0.2269 | 0.1562 | 49.04 | 0.2053 | 0.1106 | 30.15 | 0.1828 | 0.0978 |
| 673 | 192 | 64 | 255 | 38.59 | 0.2337 | 0.0997 | 60.1 | 0.2539 | 0.12 | 111.28 | 0.2277 | 0.1467 | 145.85 | 0.2533 | 0.1691 | 55.89 | 0.2255 | 0.1203 | 34.71 | 0.2013 | 0.108 |
| 674 | 224 | 64 | 255 | 49.01 | 0.275 | 0.121 | 76.6 | 0.2928 | 0.1398 | 127.24 | 0.2499 | 0.1581 | 169.4 | 0.2796 | 0.1819 | 63.38 | 0.2462 | 0.13 | 40.32 | 0.2222 | 0.1194 |
| 675 | 255 | 64 | 255 | 61.69 | 0.3201 | 0.144 | 96.25 | 0.3311 | 0.1593 | 152.67 | 0.2817 | 0.174 | 139.53 | 0.2355 | 0.1672 | 70.97 | 0.267 | 0.1388 | 50.24 | 0.2549 | 0.1371 |
| 676 | 0 | 96 | 255 | 30.48 | 0.1444 | 0.0775 | 37.23 | 0.1464 | 0.0895 | 94.83 | 0.1716 | 0.138 | 98.2 | 0.159 | 0.1394 | 50.05 | 0.1602 | 0.1181 | 28.94 | 0.1538 | 0.0976 |
| 677 | 32 | 96 | 255 | 29.93 | 0.1449 | 0.0771 | 37.53 | 0.1478 | 0.0899 | 94.5 | 0.1725 | 0.1375 | 101.29 | 0.1635 | 0.1419 | 48.75 | 0.1602 | 0.1156 | 29.18 | 0.1548 | 0.0981 |
| 678 | 64 | 96 | 255 | 30.12 | 0.1487 | 0.0794 | 39.48 | 0.1554 | 0.0933 | 96.42 | 0.177 | 0.1389 | 106.86 | 0.173 | 0.1464 | 50.4 | 0.167 | 0.1179 | 29.93 | 0.1582 | 0.0999 |
| 679 | 96 | 96 | 255 | 31.53 | 0.1607 | 0.0849 | 43.5 | 0.1702 | 0.1 | 101.17 | 0.186 | 0.1428 | 115.51 | 0.1875 | 0.153 | 53.93 | 0.1793 | 0.1229 | 31.28 | 0.1643 | 0.1031 |
| 680 | 128 | 96 | 255 | 33.19 | 0.1758 | 0.0931 | 49.59 | 0.1911 | 0.1096 | 108.15 | 0.1986 | 0.1482 | 127.88 | 0.2068 | 0.1618 | 58.41 | 0.1939 | 0.129 | 33.55 | 0.1742 | 0.1082 |
| 681 | 160 | 96 | 255 | 37.66 | 0.1993 | 0.1054 | 58.81 | 0.2199 | 0.1227 | 117.19 | 0.2136 | 0.1549 | 144.16 | 0.2297 | 0.1721 | 63.76 | 0.2101 | 0.1358 | 36.56 | 0.1868 | 0.1147 |
| 682 | 192 | 96 | 255 | 42.69 | 0.232 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Prilog E: Prototipovi aplikacije „Komunikator+“ niske i srednje vjernosti izrađeni u okviru projekta „Kompetencijska mreža zasnovana na informacijsko-komunikacijskim tehnologijama za inovativne usluge namijenjene osobama sa složenim komunikacijskim potrebama (ICT-AAC)“



Slika 1. Papirnati prototipovi korišteni za razvoj aplikacije "Komunikator+"



Slika 2. Papirnati prototipovi korišteni za razvoj aplikacije "Komunikator+"



Slika 3. Prikaz prostorne prilagodljivosti grafičkoga korisničkoga sučelja aplikacije "Komunikator+" uporabom digitalnog prototipa srednje vjernosti



Slika 4 Prikaz procesa sekvencioniranja grafičkih znakova u korisničkom sučelju aplikacije "Komunikator+" uporabom digitalnog prototipa srednje vjernosti

Životopis

Jurica Dolić rođen je 1981. g. u Zagrebu, gdje se i školuje. Po završenoj prirodoslovno matematičkoj gimnaziji, upisuje Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu na kojemu je diplomirao 2006. godine kao inženjer grafičke tehnologije, smjer Dizajn grafičkih proizvoda. Zaposlen je na Grafičkom fakultetu kao asistent na Katedri za likovnu kulturu i grafički dizajn, a radio je i kao vanjski suradnik na Zagrebačkoj školi ekonomije i managementa te na Veleučilištu u Varaždinu. Suraduje sa brojnim domaćim sportskim savezima.

Usavršavao se na studijskim boravcima u Stuttgartu, Njemačka i Gentu, Belgija. Sudjelovao je kao suradnik na projektu „ICT sustavi za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama“, a trenutno sudjeluje na projektu „Kompetencijska mreža zasnovana na informacijsko-komunikacijskim tehnologijama za inovativne usluge namijenjene osobama sa složenim komunikacijskim potrebama (ICT-AAC)“ kao istraživač metodologije dizajna.

Član je Hrvatskog ergonomskeg društva, Sign Design Society i tehničkog odbora HZN/TO “Grafički simboli” Hrvatskog zavoda za norme. Autor je vizualnih identiteta mnogobrojnih domaćih i međunarodnih sportskih manifestacija, uključujući i Europskih sveučilišnih igara koje će se održati 2016. godine. Grafički je urednik brojnih publikacija. Dobitnik je Rektorove nagrade za akademsku godinu 2005/2006.

Poglavlja u knjizi

1. Dolić, Jurica; Pibernik, Jesenka; Šarčević, Iva.
Consumer Interpretation of Recycling Signs on Packaging // Signs and Symbols for Workplace and Public Use / Ng, Annie W. Y. ; Chan, Alan H. S. (ur.). New York : Nova Science Publishers, Inc., 2013. Str. 95-112.

Znanstveni radovi u drugim časopisima

1. Dolić, Jurica; Pibernik, Jesenka; Car, Željka.
Design and Development of Symbol Based Services for Persons with Complex Communication Needs. // Acta graphica. 24 (2013) , 1/2; 19-28 (prethodno priopćenje, znanstveni).

2. Pibernik, Jesenka; Dolić, Jurica; Dilberović, Ivan.
Proces dizajna T-majica tehnikom digitalnog tiska na tekstilu. // Tekstil. 60 (2011) , 10; 504-511 (članak, znanstveni).
3. Pibernik, Jesenka; Brozović, Maja; Dolić, Jurica.
Percepcija eko-tema u dizajnu modne odjeće za mlade. // Tekstil. 58 (2009) , 1-2; 1-10 (članak, znanstveni).

Radovi u postupku objavljivanja

1. Pibernik Jesenka, Dolić Jurica, Kanižaj Bojan.
What is creativity in web portfolio design. // Digital creativity. (2013) (prihvaćen za objavljivanje).

Znanstveni radovi u zbornicima skupova s međunar.rec.

2. Dolić, Jurica; Pibernik, Jesenka; Bota, Josip.
Evaluation of Mainstream Tablet Devices for Symbol Based AAC Communication // Lecture Notes in Computer Science 7327 - Agent and Multi-Agent Systems. Technologies and Applications 6th KES International Conference, KES-AMSTA 2012 / Jezic, Gordan ; Kusek, Mario ; Nguyen, Ngoc Thanh ; Howlett, Robert J. ; Jain, Lakhmi C (ur.). Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2012. 251-260 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).
3. Car, Željka; Vuković, Marin; Vučak, Ivan; Pibernik, Jesenka; Dolić, Jurica.
A Platform Model for Symbol Based Communication Services // Proceedings of the 11th International Conference on Telecommunications ConTEL 2011 / Plank, Thomas ; Löschnigg, Markus (ur.). Graz : Graz University of Technology, 2011. 141-147 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).
4. Dolić, Jurica; Pibernik, Jesenka; Bilušić, Iva.
Consumer Interpretation of Recycling Symbols Used for Printed Products // International

Scientific Conference Management of Technology – Step to Sustainable Production, Rovinj June 2 - 4, 2010, Croatia, Conference Proceedings / Ćosić, Predrag (ur.). Zagreb : Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, 2010. (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).

5. Dolić, Jurica; Pibernik, Jesenka; Bilušić, Iva.
Visual impact of packaging signs for recycling and waste management // Proceedings - The Fifth International Symposium GRID 2010 / Novaković, Dragoljub (ur.). Novi Sad, 2010. (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).
6. Volarić, Nikola; Pibernik, Jesenka; Dolić, Jurica.
The popularity of black-and-white photography in the world of digital photography // DESIGN 2010 - PROCEEDINGS / Žiljak, Vilko ; Milčić, Diana (ur.). Zagreb : Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, 2010. 1903-1910 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).
7. Šilić, Lucija; Dolić, Jurica; Pibernik, Jesenka.
Connotative meaning of type // Proceedings / 13th International conference of printing, design and graphic communication Blaž Baromić, Senj, September 30th- October 2nd, 2009 / Bolanča, Zdenka (ur.). Zagreb : University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, Croatia, University of Ljubljana, Faculty of Natural Science and Engineering, Slovenia, Ogranak Matice hrvatske Senj, Croatia, Pulp and Paper Institute, Ljubljana, Slovenia, 2009. 239-244 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).
8. Pibernik Jesenka, Brozović Maja, Dolić Jurica.
Challenging the Role of Graphic Design by situating it in Larger Context // 27. Mednarodna konferenca o razvoju organizacijskih znanosti ZNANJE ZA TRAJNOSTNI RAZVOJ 19. - 21. Marec 2008, Portorož, Slovenija Book of Abstracts / Vladislav Rajković, Eva Jereb, Tomaž Kern, Miroљub Kljajić, Bjoern Paape, Milan Pagon, Goran Vuković (ur.). arbor : Moderna organizacija v okviru Univerze v Mariboru - Fakulteta za organizacijske vede, 2008. 2067-2074 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).

9. Pibernik, Jesenka; Dolić, Jurica.

A Design-based Research Framework for Assessing e-Learning in Sustainable Development // Proceedings of the 10th International Design Conference Design 2008 : Workshop Design of Graphic Media ; sv. 3 / Žiljak, Vilko (ur.). Zagreb ; Glasgow : Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture ; Design Society, 2008. 1417-1501 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).

Drugi radovi u zbornicima skupova s recenzijom

1. Dolić, Jurica; Pibernik, Jesenka; Futač, Nikola.

Contemporary magazine design // Proceedings of the 12th International conference of printing, design and graphic communication Blaž Baromić / Bolanča, Zdenka (ur.). Zagreb ; Ljubljana ; Senj : University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts ; University of Ljubljana, Faculty of Natural Science and Engineering ; Pulp and Paper Institute ; Ogranak Matice hrvatske, 2008. 69-73 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, stručni).

Sažeci u zbornicima skupova

1. Dolić, Jurica; Pibernik, Jesenka; Mandić, Lidija.

Dizajn prilagodljivog sustava simbola // Zbornik sažetaka završne konferencije projekta ICT sustavi za osobe sa složenim komunikacijskim potrebama / Car, Željka (ur.). Zagreb : Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 2013. (predavanje, sažetak, stručni).