

# Projektiranje i primjena dizajniranih 2D kodova PDF417, Data Matrix i Microsoft Tag u grafičkoj industriji

---

Janjić, Marija

Master's thesis / Diplomski rad

2013

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:216:049323>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-08**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET**

**Marija Janjić**

**Projektiranje i primjena dizajniranih 2D  
kodova PDF417, Data Matrix i Microsoft  
Tag u grafičkoj industriji**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2013. godina



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

**Marija Janjić**

# **Projektiranje i primjena dizajniranih 2D kodova PDF417, Data Matrix i Microsoft Tag u grafičkoj industriji**

**DIPLOMSKI RAD**

Mentor:  
doc.dr.sc. Ivana Žiljak - Stanimirović

Student:  
Marija Janjić

Zagreb, 2013. godina

Rješenje o odobrenju teme diplomskog rada

## SAŽETAK

U ovom radu naglasak je na dvodimenzionalnim kodovima PDF417, Data Matrix i Microsoft tag te su u radu projektirani, planirani i dizajnirani kodovi koji su elementi vizualnog identiteta grafičkog proizvoda. Takvi kodovi postaju nosioci vizualne poruke, štite sam proizvod i omogućavaju automatsko čitanje velike količine podataka.

U radu je uz detaljan opis svakog koda opisan i način na koji nastaju te koliku količinu podataka mogu pohraniti i u koju se svrhu koriste. Opisan je i način na koji se podatci kodiraju kako bismo dobili željeni kod, te također o vrsti informacija, odnosno znakova koja se može kodirati. PDF417, Data Matrix te Microsoft Tag su kodovi koji sadrže posebne referentne točke koje pomažu pri lociranju i orijentaciji koda. Svaki od dvodimenzionalnih kodova može podnijeti određene promjene do kojih dolazi uslijed primjene dizajna u kojem će se kod koristiti, promjene boje pozadine i pročelja koda što može rezultirati gubitkom informacija u kodu.

Kako bi se prikazala upotreba 2D kodova u grafičkoj industriji za ovaj rad generirani su navedeni kodovi te je projektirana grafika u pozadini i pročelju, modificirana je struktura grafičkih elemenata unutar koda, oblici, boje, simboli te je njihova primjena prikazana na grafičkom proizvodu kao što je ambalaža. Čitljivost je testirana putem barcode čitača te putem optičkih čitača i-nigma, Neo Reader i Microsoft Tag čitača.

Ključne riječi: kod, kodiranje, generiranje, čitač, PDF417, Data Matrix, Microsoft Tag

## **ABSTRACT**

The paper points out the two-dimensional codes, PDF417, DataMatrix, Microsoft Tag code which are designed to combine with many graphic products. The designed codes are part of the visual identity. Such codes are carriers of visual messages, they protect the product and enable automatic reading of large amounts of data.

In this paper, each code is described in detail like the way in which they are produced and how much amount of data can be stored and for what purpose are they used. The way in which the data is encoded in order to obtain the desired code is also described, and also the type of information and signs that can be encoded. PDF417, DataMatrix and Microsoft Tag are codes that contain specific reference points that help in locating orientation of the code. Each of the two-dimensional codes can handle certain changes that occur due to the designs which will be in use, like change of the background color and the facade of code which can result in loss of information in the code.

To demonstrate the use of 2D codes in the printing industry codes are generated and their background and front are designed, also the structure of the graphical elements within the code is modified, forms, colors, symbols, and their application will be displayed on the graphic product as the packaging. Readability is tested via barcode reader and by optical readers i-nigma, Neo Reader, and Microsoft Tag reader.

Keywords: code, coding, generating, reader, PDF417, Data Matrix, Microsoft Tag

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	3
2.1. 2D kodovi.....	3
2.2. Razvoj kodova .....	4
2.2.1. Povijest 1D kodova .....	4
2.2.2. Povijest 2D kodova .....	6
2.2.3. Inovacije među kodovima.....	9
2.3. Način pohranjivanja podataka u 2D kod .....	10
2.3.1. Kodovi u obliku stoga .....	10
2.3.2. Matrični kodovi .....	11
2.3.3. Generiranje i čitanje 2D kodova .....	12
2.4. Primjeri uporabe 2D kodova .....	15
2.5. Kodovi PDF417, Data Matrix i Microsoft Tag.....	17
2.5.1. PDF417 .....	18
2.5.2. Data matrix kod .....	22
2.5.3. Microsoft Tag .....	26
2.6. Primjena kodova PDF417, Data Matrix Microsoft Tag u grafičkoj industriji.	29
<b>3.EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	31
3.1. Modifikacije kodova PDF417, Data Matrix i Microsoft Tag.....	32
3.1.1. Modifikacije unutar koda .....	35
3.1.2. Modifikacije u pozadini i pročelju koda .....	39
3.1.3. Modificirani kodovi na grafičkim proizvodima .....	41
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	45
4.1. Rezultati očitavanja barkod čitačem .....	45
4.2. Rezultati čitanja optičkim čitačem na smartphone uređajima .....	48
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	66
Popis literature .....	67
Popis kratica.....	68
Popis slika .....	69
Popis tablica.....	72
Popis priloga .....	72

# 1. UVOD

Napretkom grafičke tehnologije, te tehnologije općenito dolazi do traženja novih rješenja prilikom prijenosa informacija bilo o proizvodu ili usluzi krajnjem korisniku. S ciljem da se komunikacija olakša i ubrza, te da se prenese što veća količina informacija razvijeni su 2D kodovi. Oni, za razliku od linearnih, na puno manjem prostoru mogu pohraniti veću količinu podataka.

Među 2D kodovima najpoznatiji je QR code iz razloga što ima najrašireniju primjenu, no sadržaj ovog rada odnosi se na kodove Data Matrix, PDF417 te Microsoft Tag. Svaki od navedenih kodova ima svoje prednosti, kao i nedostatke, a neki znatno doprinose upotrebi 2D kodova u grafičkoj industriji. Kao što je ranije rečeno, cilj 2D kodova je pohraniti što veću količinu informacija na što manjem prostoru. Kada uzmemo u obzir tu činjenicu, lako je doći do zaključka da su takvi kodovi vrlo dobri za primjenu u grafičkoj industriji. Smještanje koda na ambalažu nekog proizvoda ili na reklamni letak pomaže krajnjem korisniku da u vrlo kratkom vremenu dođe do novih informacija, odnosno, da se obrazuje o proizvodu ili usluzi.

2D kodovi odlično se uklapaju u primjenu u grafičkoj tehnologiji iz razloga što se njima može manipulirati, tj., mogu se izmjenjivati u skladu s dizajnom na kojem će biti primjenjeni. Postoji određen dio informacija u obliku koda koji se može izgubiti kako bi i dalje bili čitljiv. Data Matrix, PDF417 te Microsoft Tag razlikuju se po mnogim značajkama kao što je dio koda koji mogu izgubiti prilikom manipulacije kodom, s kojih udaljenosti je kod čitljiv, dimenzije koda, izgled samog koda i mnoge druge značajke.



Kroz ovaj rad provedeno je istraživanje o primjeni 2D kodova u grafičkoj tehnologiji te o čimbenicima koji utječu na kvalitetu čitljivosti koda. U svrhu istraživanja generirani su navedeni kodovi te su nad njima izvršene razne promjene poput promjene boje pozadine ili pročelja koda, uklanjanje dijela informacija iz koda te mnoge druge. Cilj istraživanja je pokazati da kodovi mogu podnijeti te promjene te su stoga postavljene hipoteze:

**Hipoteza 1:** Moguće je projektirati 2D kod s modifikacijama unutar samog koda, s obzirom na oblik, boju i simbole a da kod i dalje bude čitljiv.

**Hipoteza 2:** Moguće je vršiti promjene u pozadini i pročelju dodajući mu različite pozadine bez da to utječe na čitljivost koda.

**Hipoteza 3:** Pozicioniranje koda na svaki brid omogućuje automatski prolaz kroz čitače.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. 2D kodovi

Dvodimenzionalni kodovi su kodovi koji pohranjuju svoje informacije horizontalno i vertikalno što im omogućuje spremanje znatno veće količine informacija. 2D kodovi poznati su i pod nazivom kodovi brzog odziva (*quick response codes*) iz razloga što omogućuju brz pristup informacijama od čega i dolazi naziv najpoznatijeg 2D koda, QR koda. U novije doba 2D kodovi se sve češće povezuju sa smartfonovima jer omogućuju korisnicima da sa svojim uređajem samo uslikaju kod te zauzvrat dobiju povratnu informaciju pohranjenu u kodu. Kako bi se kod mogao dekodirati te pružiti korisniku povratnu informaciju, uređaj kojime se kod želi čitati u sebi mora sadržavati program za dekodiranje. Na smartfonovima je to omogućeno putem aplikacija koje su napravljene da dekodiraju 2D kod.

Prednost 2D kodova nad 1D kodovima je u tome što mogu podnijeti određen postotak oštećenja jer posjeduju mogućnost ispravljanja pogreške. Ta činjenica znatno doprinosi upotrebi 2D kodova u grafičkoj tehnologiji pri čemu dolazi do namjernog „oštećenja“ koda u svrhu primjene dizajna, odnosno, promjene koda kako bi se uklopio u dizajn određene ambalaže, letka, brošure i mnogih drugih grafičkih proizvoda.

Postoje razni 2D kodovi, svaki sa različitim karakteristikama te svaki sa svojim prednostima i nedostacima a osnovna podjela kodova je na kodove u obliku stoga (*stacked 2D codes*) te matične kodove (*matrix 2D codes*). Tako podijeljeni kodovi nazivaju se još i simbologijama. Različitost kodova doprinosila je njihovoj širokoj uporabi u mnogim segmentima poslovanja. Primjerice, neki kodovi se koriste u avionskoj industriji dok neki zbog svojih svojstava mogu imati znatno širu primjenu [1].

## 2.2. Razvoj kodova

Prije nastanka 2D kodova nastali su 1D kodovi stoga povijest kodova u ovom radu kreće od samog početka nastanka kodova.

### 2.2.1. Povijest 1D kodova

Ideju o korištenju bar koda razradio je 1932. student Wallace Flint no u njegovoj zamisli bar kod su predstavljale bušene kartice. Kupac bi uzeo bušenu karticu određenog proizvoda te je odnio prodavaču koji bi je očitao i započeo automatsku isporuku traženog proizvoda iz skladišta. Razvoj bar koda kakvog znamo danas započeo je 1948. na fakultetu Drexel Institute of Technology u Philadelphiji gdje je lokalni lanac supermarketa započeo razvoj sistema za automatsko očitavanje informacija o proizvodima prilikom naplate na blagajni. Tog projekta primili su se Bernard Silver i Norman Joseph Woodland. Njih dvojica napustila su fakultet i potpunosti se posvetili razradi takvog sustava. Patentirali su prvi bar kod znan pod nazivom *bull's eye* koji se sastojao od koncentričnih crno - bijelih kružnica što je prikazano na slici 1. Problem ovih kodova bio je u skupoj i nesigurnoj opremi za očitavanje. Woodland i Silver su svoj patent prodali korporaciji RCA koja ga je implementirala u supermarketima članova nacionalnog udruženja trgovina prehrambenom robom.



Slika 1 - prikaz upotrebe *bull's eye* koda

Izvor: <http://www.good.is/posts/a-history-of-the-supermarket-barcode>

Nakon što je 60tih razvijena tehnologija laserskog očitavanja potencijal u bar kodovima uvidio je IBM gdje je bio zaposlen Woodland te je pod njegovim vodstvom razvijen linijski bar kod UPC (*Universal Product Code*). UPC je besprijekorno radio sa novom laserskom tehnologijom te je izabran za američki standardni bar kod u trgovini. 3. travanja 1973. prodan je prvi artikl označen UPC kodom te tada započinje masovno korištenje bar kodova u trgovini.

1974. godine pokreće se projekt razvoja sustav kodiranja u Europi koji je usklađen sa prethodno uvedenim UPC kodom u Americi. Tako je nastao EAN (*European Article Numbering*). Primjer EAN koda i UPC koda prikazan je na slici 2. Nakon njegovog razvoja, 1977. godine osnovana je neprofitna organizacija, Europska udruga za kodiranje proizvoda EAN koja se brine o standardizaciji i dodjeljivanju EAN bar kodova. Novo razvijeni sustav proširio se i izvan Europe, a Europska udruga za kodiranje proizvoda stekla je međunarodni status i prerasla u Međunarodnu udrugu za kodiranje proizvoda (*EAN International*). EAN je danas uvaženi međunarodni sustav kodiranja i identifikacije proizvoda, usluga i lokacija [2].



Slika 2 - primjer UPC i EAN koda

Izvor: <http://www.codeupc.net/Buy-UPC-Code.html>

### 2.2.2. Povijest 2D kodova

Nastanak prvih 2D kodova doveo je do razvitka novih i poboljšanih vrsta kodova što dovodi do njihove značajne ekspanzije i nastanka mnoštva novih vrsta 2D kodova. S obzirom da se ovaj rad bazira na kodovima PDF417, Data Matrix te Microsoft Tag, u odlomku povijest 2D kodova opisuje se razvoj najznačajnijih kodova.

Ideja o 2D kodu proizašla je iz činjenice da se kao rezultat pohrane velike količine informacije u 1D kod dobije vrlo dugačak kod. Imajući to na umu dr. David Allais došao je do zaključka da bi se veća količina podataka mogla spremati u kod na način da se dugačak kod rascijepa na manje dijelove te da se ti dijelovi slažu jedan na drugi. Tako je 1987. godine dr. David Allais u sklopu sa korporacijom Intermecc napravio prvi 2D kod poznat pod nazivom kod 49 te na tom principu danas radi većina kodova u obliku stoga. Red koda 49 sastoji se od točno 17 praznina te 18 crnih linija što je prikazano na slici 3.



Slika 3 - prvi 2D kod, kod 49

Izvor: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Code\\_49\\_wikipedia.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Code_49_wikipedia.png)

1989. godine Ted Williams je razvio kod 16K koji je bio namijenjen jednostavnom ispisu te je ispravio pogrešku razdvajanja koju je imao kod 49 a 1992. godine napravio prvi matrični 2D kod. Radi se o kodu poznatom pod nazivom kod 1 koji posjeduje mogućnost pohranjenja informacija horizontalno i vertikalno. Kodovi 16K i kod 1 nalaze se na slici 4.



Slika 4 - Ted Williamsovi kodovi, kod 16K i kod 1

Izvori: <http://www.racoindustries.com/barcodegenerator/2d/code-16k.aspx>

Razvitak prvog 2D koda u obliku stoga doprinijeo je razvoju koda PDF417 koji je razvio Ynjiun Wang 1992. Godine. Slika 5 prikazuje primjer generiranog PDF417 koda. Novost među složenim kodovima koju je donio PDF417 bila je mogućnost ispravljanja grešaka o čemu je riječ u nastavku rada [3].



Slika 5 - PDF417 kod

Izvor: [http://www.geocaching.com/geocache/GC2206H\\_pdf417-barcode?guid=1298e701-07e8-4728-808a-a8d9bf8cd581](http://www.geocaching.com/geocache/GC2206H_pdf417-barcode?guid=1298e701-07e8-4728-808a-a8d9bf8cd581)

1994. godine u japanskoj korporaciji Denso Wave kreiran je QR kod koji se nalazi na slici 6. Skraćenica QR dolazi od riječi *Quick Response* što u prijevodu znači brzi odziv a tako je nazvan iz razloga što je njegov tvorac Masahiro Hara htio napraviti kod koji će moći pohraniti mnoštvo informacija i omogućiti brz pristup tim informacijama. QR kod u početku je bio namijenjen za praćenje dijelova u automobilske industriji no sada je njegova upotreba mnogo šira [4].



Slika 6 - QR kod

Izvor: <http://gadgetultra.com/qr-codes/>

1995. godine NASA-in inženjer javnosti je predstavio kod Data Matrix prikazan na slici 7. Ovaj kod je prvenstveno bio namijenjen za označavanje i praćenje dijelova svemirskih letjelica. Data Matrix, kao i ostali matrični kodovi, očitava se putem čitača koji se bazira na slici *image based* [3].



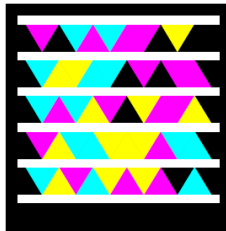
Slika 7 - Data Matrix kod

Izvor: <http://help.accusoft.com/BarcodeXpress/v9.0/dotnet/DataMatrix.html>

### 2.2.3. Inovacije među kodovima

#### HCCB kodovi

Kao novost među 2D kodovima predstavljeni su HCCB kodovi (*High Capacity Color Barcode*) ili Microsoft Tag kod koji je 2007. godine kreirao Microsoftov inženjer Gavin Jancke. Slika 8 prikazuje novosti koje donosi Microsoft tag a to su da ne koristi četverokutne piksele, već trokutaste oblike i boje za pohranu podataka. Također, Microsoft Tag ne pohranjuje informacije nego tim informacijama daje jedinstven ID koji on zapravo pohranjuje a informacije se pohranjuju na Microsoftovom serveru.



Slika 8 - Microsoft Tag kod

Izvor: <http://specht.com.au/michael/2009/01/12/microsoft-tag-a-not-so-new-tool-for-marketing/>

#### 3D kodovi

Postoje proizvodi koji ne mogu koristiti klasične 1D ili 2D kodove zbog uvjeta u kojima se proizvode te su stoga razvijeni 3D kodovi. 3D kodovi su zapravo klasični kodovi koji su ispupčeni kao na slici 9 ili ugravirani u ambalažu. Dekodiraju se laserom koji očitava razliku u visini svake linije [3].



Slika 9 - 3D kod

Izvor: <http://info.l-tron.com/dimensional-barcodes/>



## 2.3. Način pohranjivanja podataka u 2D kod

S obzirom da su kodovi podijeljeni na 2D kodove u obliku stoga te matrične 2D kodove. Ti kodovi razlikuju se po svojoj strukturi koja znatno utječe na način zapisa informacija.

### 2.3.1. Kodovi u obliku stoga

Kodovi u obliku stoga zapravo su rascjepkani 1D kodovi složeni jedan na drugog. Oni mogu pohraniti mnogo više informacija od 1D kodova no njihova veličina može postati problem iz razloga što se s povećanjem informacija povećava i kod što utječe na čitljivost koda.

Kodovi u obliku stoga mogu pohraniti oko 2500 znakova ali ne mogu se čitati klasičnim laserskim čitačem. Također, kodovi u obliku stoga nastali su slaganjem alfanumeričkih simbologija koda 39 te koda 128 horizontalno u stog u više redova.

Kodovi u obliku stoga ili tako zvane složene simbologije nastaju tako da se dijelovi 1D koda slažu horizontalno te tako tvore jedan red. Kako bi bili čitljivi, ti kodovi moraju imati indikatore koji upućuju na novi red tako da čitač može detektirati o kojem se redu radi. Najčešće korišten kod u obliku stoga je PDF417.

Razlika između kodova u obliku stoga i matričnih kodova je u tome što složene simbologije mijenjaju svoju dimenziju proporcionalno s količinom informacija koju pohranjuju dok matrični kodovi imaju znatno veću gustoću zapisa [5].



Slika 10 - razlika između PDF417 koda sa 6 znakove te 180 znakova

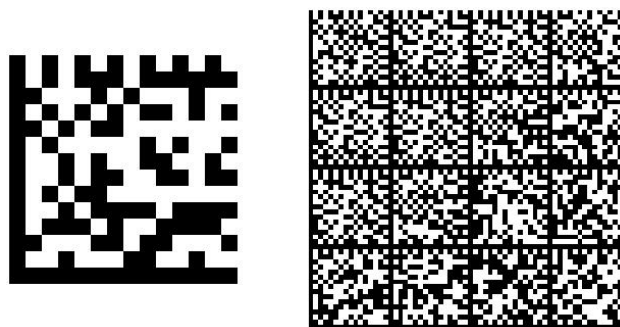
Za prikaz promjene u dimenzijama koda u obliku stoga dana je slika 10 gdje se nalaze kodovi PDF417 sa pohranjenih 6 znakova te 180 znakova.

### 2.3.2. Matrični kodovi

Matrični kodovi imaju mogućnost još gušćeg zapisa podataka od složenih simbologija te su također skalabilni što znači da je njihovu veličinu moguće prilagođavati gotovo za svaku upotrebu. Najčešće su kvadratnih oblika ali moguće je naći i matrične kodove pravokutnog oblika.

Matrični kod sastavljen je od uzoraka ćelija koji mogu biti kvadratni, heksagonalni ili kružni. Podaci koji se pohranjuju u matrični kod kodirani su putem relativnih pozicija svijetlih i tamnih elemenata te također sadrži i tehnike za detekciju i korekciju grešaka. Tehnike za detekciju i korekciju omogućuju veću pouzdanost očitavanja i čitanja i djelomično oštećenih simbola. Matrični kodovi su skalabilni pa su prikladni i za označavanje malih proizvoda kao i za velike oznake na paletama. Matrične simbologije sadrže registracijske oznake koje omogućuju čitaču da odredi položaj koda, takva građa koda omogućuje njegovo čitanje bez obzira na orijentaciju [6].

Prednost matričnih kodova je u tome što se mogu očitati kodovi vrlo malih dimenzija ali je moguće napraviti i vrlo velike kodove. Ta prednost matričnih kodova pridonosi njihovoj vrlo širokoj primjeni. Najčešće korišten matrični kod je QR kod [7].



Slika 11 - razlika između Data Matrix koda sa 6 i 180 znakova

Slika 11 pokazuje promjene u dimenzijama matričnih kodova Data Matrix sa pohranjenih 6 i 180 znakova.

### 2.3.3. Generiranje i čitanje 2D kodova

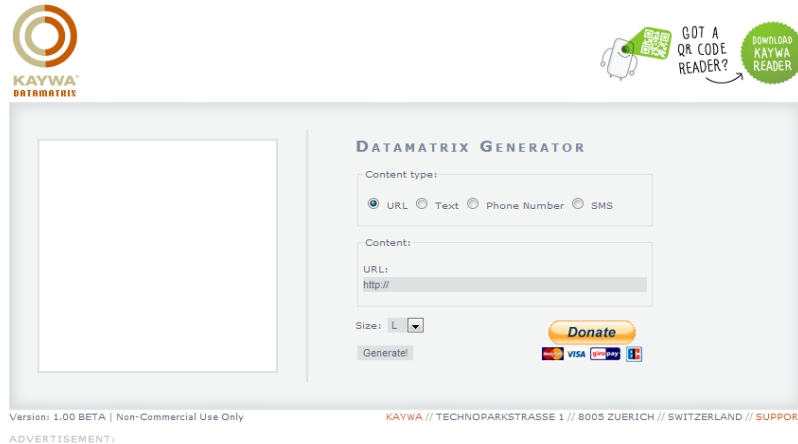
Kako se smartfonovi svakodnevno sve više koriste tako su se i na internetu razvili mnogi besplatni generatori 2D kodova. Time je omogućena izrada 2D kodova u samo 3 koraka. Za izradu 2D koda potrebno je pronaći generator kodova na webu te unijeti željene informacije. Moguće je odabrati vrstu informacije koja će biti pohranjena u kodu a postoje i *online* generatori koji omogućuju modifikaciju 2D koda na vrlo jednostavan način.

Informacije mogu biti u obliku teksta, poveznice na web stranicu, broj telefona ili u obliku posjetnice, mogu čak sadržavati lokacije na karti i automatsko povezivanje na najpopularnije društvene mreže kao što su Facebook i Twitter. Kada se upišu željene informacije, odabire se veličine koda te klikom na poveznicu dobije se željeni kod.

U današnje vrijeme postoji sve više generatora kodova sa mnoštvom opcija koje omogućuju prilagodbu koda gotovo svakoj uporabi. Moguće je birati dimenzije koda, boje pročelja te također postoje stranice koje omogućuju postavljenje logotipa tvrtke u kod. Opcije za modificiranje kodova su mnogobrojne, moguće je pronaći opciju koja omogućuju povezanost sa društvenim mrežama te servisima za reprodukciju videa, kao što je Youtube. Raširenost takvih web stranica koje omogućuju besplatno generiranje kodova te njihovu modifikaciju ukazuje na to da se takvi kodovi sve češće koriste u grafičkoj industriji i omogućuju pristup informacija na interaktivan način te time i sam proizvod postaje interaktivan.

Neki od besplatnih generatora 2D kodova:

- Kaywa
- Kerem Erkan
- Barcode Generator
- Tec-it
- Morovia



**Slika 12 - prikaz Kaywa generatora kodova**

Na slici 12 nalazi se prikaz sučelja Kaywa generatora kodova. U tom slučaju prikazan je generator koda Data Matrix.

U osnovi, čitači su elektro - optički uređaji koji određenom metodom osvjetljavaju kod i mjere reflektirano svjetlo. Podatak koji se nalazi u kodu pretvara se iz analognog u digitalni zapis koji dekodirer može procesirati, te zatim šalje informaciju računalu ili POS sustavu. Prema tehnologiji koju koriste, skeneri mogu biti "wand" uređaji, CCD (charge-coupled device), linear imageri ili laserski [8].

S obzirom da ovaj rad govori o uporabi 2D kodova u grafičkoj industriji zanimljiviji je princip rada aplikacija za čitanje koji su dostupni na gotovo svima današnjim smartfonovima.

2D kodovi napravljeni su tako da u sebi sadrže „finder pattern“ (pronalazitelj uzorka) koji pomaže čitaču da odredi veličinu koda. Također omogućuje kodu da odredi iz kojeg kuta je kod očitavan te u kojem je smjeru okrenut. Kako bi očitavanje još olakšali, 2D kodovi posjeduju tehniku korekcije pogrešaka te tako kod može biti očitavan i ako se dio koda promijenio ili uništio prilikom rukovanja sa proizvodom na kojem je otisnut. Kako bi se kod mogao očitati smartfonom potrebno je imati aplikaciju koja je dizajnirana da dekodira kodove.

Nakon što se aplikacijom snimi kod, program koji aplikacija sadrži odmah započinje sa dekodiranjem. Programi sadržani u aplikaciji rade na način da računaju omjere između crnih i bijelih područja te tako prepoznaju ugrađene uzorke za prepoznavanje i razlikuje ih od polja koja sadrže informacije.

Neki od poznatiji aplikacija za čitanje 2D kodova za smartfonove su:

- i-nigma
- Neo Reader
- QR droid
- Scan life
- Microsoft tag



Slika 13 - prikaz aplikacije čitača kodova - i-nigma

Izvor: <http://www.dzinepress.com/2012/04/must-have-qr-code-reader-apps-for-iphone-4s-new-ipad/>

i-nigma je jedan od popularnih čitača za smartfonove a njegovo sučelje je prikazano na slici 13.

## 2.4. Primjeri uporabe 2D kodova

2D kodovi koriste se u razne svrhe, bilo da služe za vođenje evidencije o količini proizvoda u skladištu ili da nose informacije o proizvodu, osobi ili tvrtki. Neki kodovi koriste se za označavanje poštanskih markica, a moguće ih je pronaći i na vozačkim dozvolama. Servisi za prijevoz robe također koriste 2D kodove za praćenje paketa. Neki se kodovi zbog svojih svojstava koriste za označavanje vrlo malih proizvoda kao što su elektroničke komponente.

Dobar primjer uporabe 2D kodova prikazan je u Južnoj Koreji. Naime, lanac supermarketa je odlučio otvoriti svoje poslovnice u podzemnoj željeznici uz pomoć ovih kodova. Virtualne poslovnice napravljene su u obliku panoa sa slikama proizvoda pored kojih stoji QR kod. Kupovina je zamišljena na taj način da kupac skenira QR kod koji se nalazi pored proizvoda, stavi proizvod u virtualni košaricu, plati te nakon toga kupljeni proizvodi mu se dostavljaju na kućnu adresu. Ovakav način primjene prikazan je na slici 14. Ovaj trend proširio se u i drugim zemljama te je moguće pronaći tzv. *Window shop* i u Australiji koji omogućuje kupovinu odjeće skeniranjem 2D koda.

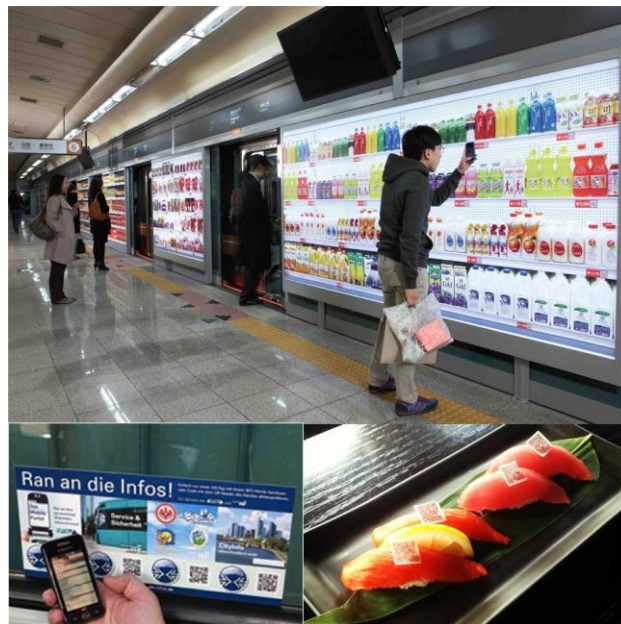
Još jedan vrlo zanimljiv način uporabe kodova predstavljen je u jednom restoranu u Engleskoj gdje informacije o hrani gosti dobivaju iz jestivog koda. Restoran poslužuje sushi na kojem se nalazi kod od jestivog papira od riže na kojem je tintom od lignje otisnut kod. S obzirom da goste zanima svježina poslužene hrane, ovo je idealan način da im se na interaktivan i inovativan način ta informacija pruži. Ovaj primjer prikazan je na slici 14.

Jedan *gift shop* ukomponirao je kodove u besplatno omatanje darova na način da kupac snimi svoju personaliziranu poruku te kada dar stigne osobi kojoj je namijenjen, u kodu je pohranjena glasovna poruka koja čini darivanje na takav način vrlo personaliziranim i zabavnim.

U Njemačkoj su kodovi poslužili za obavještanje korisnika javnog prijevoza te se kodovi nalaze na stanicama javnog prijevoza i pružaju korisnicima ažurne informacije o prijevozu, o mogućim zastoјima i kašnjenjima prijevoza a primjer je prikazan na slici 14.

U San Franciscu su kodovi poslužili za informiranje turista o mjestima gdje mogu pojesti nešto i popiti. Na prozore u više od 500 restorana nalijepljeni su kodovi koji pružaju takve informacije prolaznicima. Također jedan radio u San Franciscu postavio je kodove na turističkim atrakcijama te kada turisti očitaju kod pružaju im se informacije o povijesti i detaljima posjećenog mjesta i sve to popraćeno glazbom.

Ovi primjeri prikazuju uporabu 2D kodova u raznim marketinškim aktivnostima te originalne i inovativne načine na koje su iskorišteni. Razvoj tehnologije omogućuje primjenu 2D kodova na vrlo originalne načine koji privlače gotovo svakoga da pogleda što se krije iz koda [9].



Slika 14 - primjeri uporabe 2D kodova

Izvor:  
[http://www.techhive.com/article/235425/QR\\_code\\_grocery\\_shopping\\_makes\\_your\\_smartphone\\_the\\_tool.html](http://www.techhive.com/article/235425/QR_code_grocery_shopping_makes_your_smartphone_the_tool.html)

## **2.5. Kodovi PDF417, Data Matrix i Microsoft Tag**

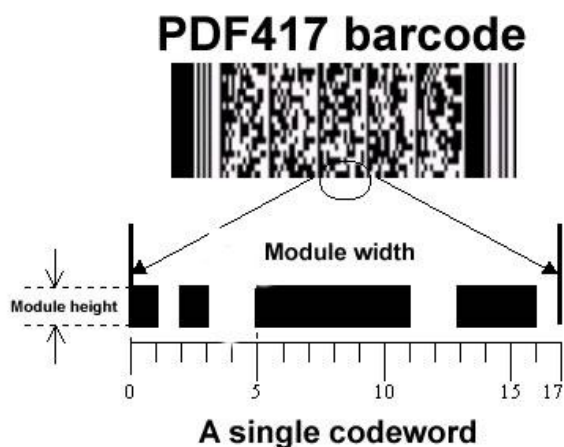
Razlog odabira ovih kodova je u tome što se razlikuju po vrsti, načinu na koji rade te o njihovoj uporabi u grafičkoj industriji. Ovi kodovi razlikuju se po vrsti, točnije, PDF417 je jedan od kodova u obliku stoga, Data Matrix je matični kod što se može zaključiti po njegovom nazivu, a Microsoft Tag predstavlja jedan od kodova u boji, tzv. HCCB kod. Najširu uporabu u grafičkoj industriji među 2D kodovima ima QR kod no postoji još mnoštvo kodova kojima treba dati priliku te su stoga u ovom radu glavnu riječ preuzeli PDF417, Data Matrix i Microsoft Tag.

Za svaki od navedenih kodova poznato je koliki postotak modifikacije može podnijeti da i dalje bude čitljiv. Također je definirano koliko znakova može pohraniti te na koji se način kodira i na koji način funkcionira. Uzevši u obzir činjenicu da su PDF417 i Data Matrix jedni od prvih 2D kodova kod njih je već razvijeno područje uporabe. Microsoft Tag noviji je kod napravljen upravo za uporabu u grafičkoj industriji. Ove informacije su potrebne kako bi se što jasnije prikazala njihova primjena u grafičkoj industriji te kako bi se pojasnile sve njihove karakteristike prilikom rukovanja kodom.



### 2.5.1. PDF417

PDF417 je jedan od kodova u obliku stoga a naziv mu dolazi iz engleskih riječi *Portable Data File*. Oznaka 417 dana je iz razloga što se svaki uzorak koda sastoji od 4 prazna polja i 4 crna polja. Broj 17 označava da je svaki uzorak dug 17 jedinica i čini jednu kodnu riječ koja je prikazana na slici 15. Primarno se koristi u transportu, na identifikacijskim karticama kao što su vozačke dozvole i osobne iskaznice te kod upravljanja dokumentima. PDF417 u principu je 2D kod koji se sastoji od rascjepkanih dijelova linearnog 1D koda slaganih jedan na drugi te se radi toga često naziva i linearnim kodom u obliku stoga. Ovaj kod je najčešće pravokutnog oblika ali se njegove dimenzije mogu mijenjati ovisno o željama korisnika, odnosno, može se prilagođavati uporabi kojoj je namijenjen.

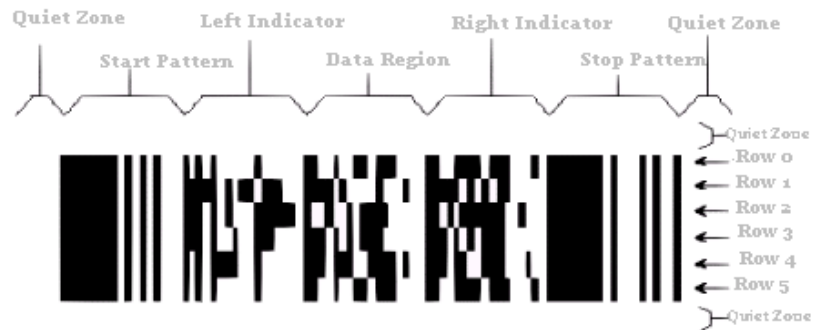


Slika 15 - prikaz kodne riječi koda PDF417

Izvor: <http://www.easesoft.net/PDF417.html>

Kod PDF417 može sadržavati najmanje 3 reda do maksimalno 90 redova a svaki od redova predstavlja jedan mali linearni kod. Svaki od redova koda sadrži unaprijed određenu dimenziju bijelog prostora koja se nalazi ispred samog početka koda, taj dio naziva se tiha zona (*quiet zone*). Nakon tihe zone nalazi se startni uzorak (*start pattern*) koji pomaže pri prepoznavanju koda kao PDF417. Kada je kod prepoznat slijedi desni indikator reda (*right row indicator*) koji sadrže informacije o kodu kao što su broj reda, razina korekcije pogrešaka i dr.

Zatim slijede kodne riječi (*codewords*) koje predstavljaju grupu crnih i bijelih linija koje označavaju jedan ili više brojeva, slova ili nekih drugih simbola. Nakon kodnih riječi dolazi lijevi indikator reda (*left row indicator*) koji također sadrži informacije o kodu, zatim slijedi završni uzorak (*stop pattern*) a nakon njega opet ide tiha zona koja označava završetak koda. Struktura koda sa svim indikatorima prikazana je na slici 16.



Slika 16 - struktura koda PDF417

Izvor: <http://www.easesoft.net/PDF417.html>

PDF417 može pohraniti do 1850 slovni i brojčanih znakova, 2710 znamenke što čini 1108 bajtova. PDF417 kodira se po principu 929 što znači da kodna riječ predstavlja broj od 0 do 928 uključujući i broj 928. Kodne riječi čine crni i bijeli (prazni) uzorci gdje se ti uzorci sastoje od točno 4 prazne i 4 crne linije. Dužina kodne riječi jednaka je 17 puta uvećanoj jednoj liniji kodne riječi. Svaka kodna riječ započinje sa crnom linijom a završava bijelom. Visina linije je 3 puta veća od širine najtanje linije.

PDF417 može imati 3 različita uzorka linija i praznih polja koje predstavljaju kodnu riječ, ti uzorci su organizirani u grupe koje se nazivaju grozdovima (*clusters*) te su označenim oznakama 0, 3 i 6. Redovi koda mijenjaju se po tim grozdovima te tako red 1 koristi uzorak grozda sa oznakom 0, red 2 koristi uzorka grozda 3, red 3 koristi uzorak grozda 6 a red 4 opet koristi uzorak grozda 0. Uloga grozdova je da čitaču daje informaciju o tome u kojem redu se trenutno nalazi.

Pohrana podataka može se vršiti na 3 različita načina a to su:

- Zbijanje teksta (*Text compaction*)  
Ova struktura omogućuje vrijednostima od 0 do 29 da budu dodijeljene znakovima koji se često ponavljaju te se na taj način povećava efikasnost zbijanja znakova iz razloga što je ovim putem omogućena pohrana 2 znaka u jedan simbol.
- Zbijanje bajtova (*Byte compaction*)  
Ovom strukturom pretvara se slijed bajtova u kodne riječi sa bazom 256 u bazu 900. Ovakvim zbijanjem omogućeno je da se podaci sadržani u 6 bajtova kodiraju u 5 kodnih riječi.
- Brojčano zbijanje (*Numeric compaction*)  
Brojčano zbijanje koristi se kada se u kodu nalazi 13 uzastopnih znamenaka u nizu a radi na principu pretvorbe iz baze 10 u bazu 900. Ovaj način omogućuje pohranu 2,93 znamenaka u jedan simbol koda.

Detekcija i ispravljanja pogrešaka kod koda PDF417 vrši se po načelu Reed – Solomonovog algoritma. Simbol koda sadrži minimalno dvije kodne riječi za korekciju pogrešaka dok najveća razina ispravljanja pogreške (8. razina) može sadržavati 512 kodnih riječi za korekciju. Prilikom izrade koda moguće je odabrati između 9 različitih razina korekcije s time da razina 0 sadrži 2 kodne riječi za ispravljanje te se sa svakom većom razinom udvostručuje broj kodnih riječi za detekciju i ispravljanje pogrešaka te tako razina 8 sadrži 512 kodnih riječi za korekciju. Dvije vrste pogreške može prepoznati algoritam za ispravljanje pogrešaka kod koda PDF417 a to su:

- Pogreške odbijanja (*Rejection errors*)  
Odnosi se na simbole znakova koda koji nedostaju, ne mogu se dekodirati ili očitati gdje je poznata pozicija tog simbola ali ne i vrijednost
- Pogreške zamjene (*Substitution errors*)  
Odnosi se na znakove koji se ne mogu dekodirati ili locirati te im pritom nije poznata pozicija ni vrijednost.

Čitači PDF417 koda su 2D skeneri, standardni CCD skeneri (*Charge-Coupled Device*) ili laserski skeneri. Na tržištu se danas može naći mnoštvo uređaja za očitavanje kodova koji koriste tehnologiju i lasera i CCD kamera. Neki primjeri su:

- Honeywell čitač
- WASP čitač
- Symbol čitač

Također, danas se PDF417 kodovi mogu očitavati i pomoću smartphone uređaja ali naravno, uz uporabu za to napravljene aplikacije. Moguće je pronaći i programe za očitavanje kodova gdje je potrebno ubaciti sliku koda te ga program generira i ispisuje podatke zapisane u kodu.

Kod PDF417 najčešće se koristi:

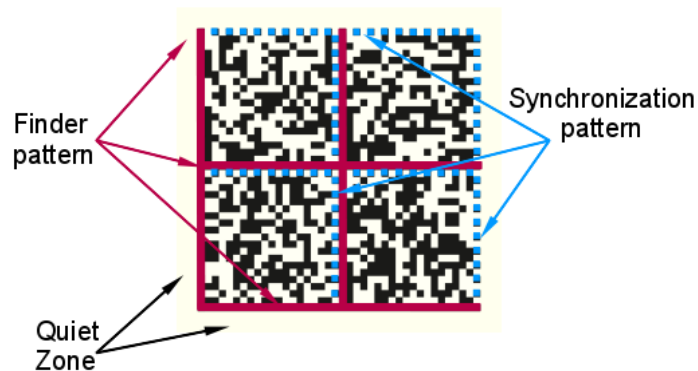
- U proizvodnji kod praćenja dijelova
- U pošti
- U lutriji
- Kod praćenja paketa
- Na teretnim kamionima
- Na osobnim iskaznicama
- Na narukvicama pacijenata u bolnici
- Kod praćenja imovine
- Na prijavnicama
- U označavanju vozila

Gore navedena lista predstavlja samo dio korištenja koda PDF417, on se koristi u još mnoge druge svrhe koje ovdje nisu navedene a tako široka primjena govori samo o važnosti ovoga koda. Njegove prednosti su u tome što može pohraniti golemu količinu informacija bez ikakvih troškova a to je znatno pogodovalo njegovoj primjeni [10].

### 2.5.2. Data matrix kod

Data matrix je dvodimenzionalni kod koji se sastoji od crno bjelih ćelija, odnosno modula koji su u obliku kvadrata ili pravokutnika. Data Matrix kodovi mogu pohranjivati numeričke i tekstualne vrijednosti, ovisno o tome što se želi postići. Uobičajena veličina informacija koja se može spremiti na kod iznosi od par bajtova do 1556 bajtova. Duljina kodiranih podataka ovisi o broju stanica u matrici.

Data matrix kod može pohraniti do 2335 alfanumeričkih znakova, te može kodirati do 3116 znakova sa ekstenzijama iz cijelog ASCII znakovnog skupa. Uzevši u obzir ubrzano kretanje tehnologije ovi kodovi se sve više koriste, odnosno postaju standardizirani dio bilo kojeg proizvoda.



Slika 17 - struktura Data Matrix koda

Izvor: <http://jpggraph.net/download/manuals/chunkhtml/ch26.html>

Princip na kojemu se kodira Data Matrix se veže za njegovu strukturu. Simboli koji predstavljaju podatke su pravokutnici ili kocke koji se sastoje od ćelija, a svaki od njih predstavlja jedan bajt podataka. Zavisno od kodiranja, ćelije se formatiraju tako da su svijetlije 1, a tamnije 0 ili obratno. Svaki kod se sastoji od dvije granice u obliku slova L, koje se nazivaju *finder pattern*, te od još dvije koje su popunjene naizmjenično tamnim i svijetlim ćelijama, modulima koji se nazivaju *timing pattern*. U ovim granicama se nalaze redovi i stupci ćelija u kojima su kodirane informacije što je vidljivo na slici 17. Što je više informacija u simbolima, tako se redovi i stupci povećavaju, a *finder* i *timing pattern* nalaze i orijentiraju podatke.

Posebnost ovih kodova iskazana je u činjenici da mogu imati oštećenje od 30% i svejedno zadržati sposobnost očitavanja svih podataka. Na tom djelu dolazi do izražaja *forward error correction* (ispravljanje grešaka prema naprijed) tehnika, koja se razlikuje za svaki kod. Data Matrix kodovi koriste ECC (*Error Correction Code*) tehniku, odnosno noviji ECC 200, dok su starije verzije koristili ECC 000, 050, 080, 100, 140.

ECC 200 kao što je rečeno je novija verzija ispravljanja pogrešaka te koristi Solomon - Reed algoritam za ispravljanje pogrešaka i povratak informacija. Na slici 18 nalaze se kodovi Data Matrix sa ECC 200 i ECC 000.



Slika 18 - ECC 200 i ECC 000

Izvor: <http://www.labelingnews.com/2012/12/barcodes-and-error-correction/>

Dodatne sposobnosti koje razlikuju ECC 200 od prijašnjih verzija:

- Čitanje svijetlih slika na tamnoj pozadini
- Specifikacije znakovnih skupova preko proširenih kanala tumačenja
- Pravokutni simboli
- Povezivanje do 16 simbola za kodiranje većih količina informacija

S obzirom na prisutnost visoke tehnologije u današnjem društvu, Data Matrix kodovi imaju veliku popularnost. Imajući u vidu jednostavnost očitavanja ovakvog koda, ušli su u uporabu na gotovo svim pakiranjima za komercijalne proizvode, a isto tako i u poštama, jer korisnik skeniranjem tog koda može pratiti svoju pošiljku.

Njegova različitost i veličina, odnosno činjenica da ne mora biti velik, su ono što ga čine jedinstvenim i korisnim u raznim komponentama života, od praktičnosti do mogućnosti komercijalnog korištenja u svrhu marketinga kao što je vidljivo na slici 19.



Slika 19 - marketinška mogućnost koda

Izvor: <http://2d-code.co.uk/bnp-data-matrix/>

Još jedna prednost ovog koda leži u činjenici da je njegova izrada gotovo potpuno besplatna, s obzirom da se mogu koristiti on-line generatori koda. Iako postoje inačice koje se mogu kupiti za izradu ovog koda.

Postoje mnoge aplikacije za pametne telefone koje očitavaju ovaj kod, a najčešće korištene su:

- i-nigma
- AT&T scanner
- Neo Reader

Ovo duguju svojoj programerskoj kvaliteti, jer veliku ulogu očitavanja koda igra i kamera na mobilnom uređaju.

Druga varijanta skenera je za industrijsku granu, kada pametni telefoni nisu dovoljni, te postoje u dvije varijante, a to je ručni čitač prikazan na slici 20 i stacionarni čitač kodova.



Slika 20 - ručni čitač

Izvor:

<http://zoller.info/usa/products/managing/tms%20tool%20management%20solutions/warehouse%20management>

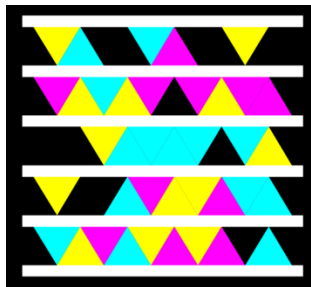
Njihova cijena može dostići i razinu od dvije tisuće eura. Iako se naglasak ipak mora staviti na veliku raširenost Data Matrix kodova u svakodnevnom životu, stoga su ovakvi slučajevi rijetki [10].



### 2.5.3. Microsoft Tag

Microsoft Tag je implementacija HCCB tehnologije koja se bazira na kodiranju podataka u obliku kombinacije obojanih trokuta ili kružića kao što je moguće vidjeti na slici 21. Najveća prednost ove tehnologije su boje. Koristeći boje ova tehnologija pohranjuje duplo više podataka na duplo manjem prostoru u usporedbi sa crno bijelim matričnim kodovima. Ova platforma omogućuje uporabu dva, četiri i osam obojanih trokuta u mrežu matrice.

Tvorac ove tehnologije je Gavin Jancke, voditelj Microsoftovog odjela za razvoj i istraživanje. 2013. godine Microsoft Tag prodan je Scanlifeu koji je najveća web-platforma za kreiranje kodova. Ova platforma je baza za Microsoft Tag mobilnu aplikaciju za označavanje (*mobile tagging application*).



Slika 21 - Microsoft Tag kod

Izvor: <http://www.silicon.de/41588316/microsofts-alternative-zum-qr-code-laeuft-2015-aus/>

Microsoft Tag je implementacija HCCB tehnologije koja upotrebljava 4 boje tvoreći mrežu 5 x 10. Nadalje kod može raditi i u monokromatskom obliku što je vrlo bitno za dizajnerska rješenja. Najjednostavnije rečeno Microsoft Tag je strojno čitljiv (*machine readable*) web link.

Microsoft Tagovi omogućuju vezu između isprintanog i digitalnog sadržaja. On ne pohranjuje informacije nego ID koji se nalazi na serveru. Nakon što se kod očita i prepozna se ID, aplikacija dohvaća podatke spremljene pod određenim ID brojem. Ovakav način omogućuje kodiranje mnogo veće količine informacija.

Postoje 4 osnovne grupe sadržaja:

- URL
- Slobodni sadržaj
- Vcard
- Dialer

Veličina koda Microsoft Tag može varirati npr. ako se radi o oglašavanju nekretnine kod može biti dovoljno velik da ga je moguće očitati iz auta u pokretu. Na proizvodu taj kod može biti znatno manji. Microsoft Tag našao je svoju primjenu u marketiniškim aktivnostima i najčešće se upotrebljava za komunikaciju sa potrošačima.

S obzirom da je Microsoft Tag fleksibilan umjesto obojanih trokutića moguće je upotrebljavati kružice ili stilizirane kodove. Jedan takav stilizirani kod prikazan je na slici 22. Upotrebljavajući ovaj način izrade dobivaju se kodovi koji su u obliku slika, te su vrlo privlačni korisnicima.

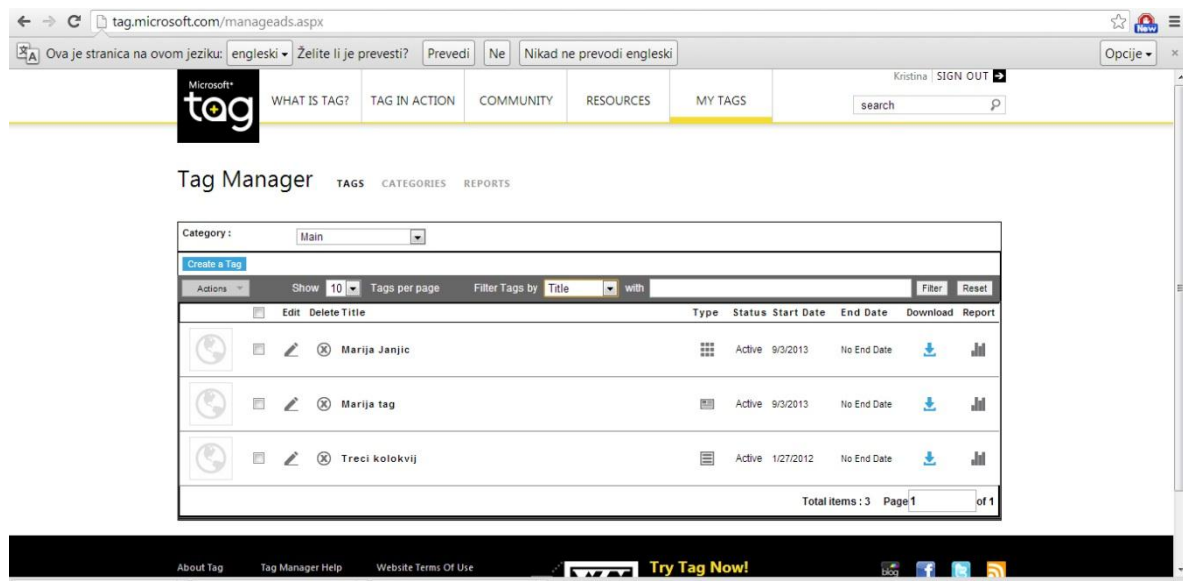


Slika 22 - stilski uređen Microsoft Tag kod

Izvor: <http://blogs.msdn.com/b/tag/archive/2009/04/27/microsoft-tag-team-releases-ability-to-create-custom-tags.aspx>

Istraživanja su pokazala da upotrebom 8 boja tag kod može pohraniti 3500 slova po kvadratnom centimetru što je otprilike dvije stranice romana.

Microsoft Tag postaje dio vlasništva Scanlifea od listopada 2013. godine. Ova kompanija pruža uslugu kodiranja QR i Microsoft Tag kodova, te ima u vlasništvu najveću web-platfomu za izradu kodova. Izrada Microsoft Tag kodova je vrlo jednostavna te omogućuje izradu gotovo svakoj osobi koja je upoznata sa osnovama rada na računalu. Microsoft Tag podržava slijedeće formate slika WFM, XPS, PDF, PNG, TIFF, GIF i TAG. Čitači za mobilne platforme uključuju iPhone, Windows mobile, J2ME, Blackberry i Symbian S60 uređaje [11].



Slika 23 - prikaz Microsoft Tag servera

Na slici 23 nalazi se server u koji se pohranjuju Microsoft Tag kodovi te informacije zapisane u kodu.

## 2.6. Primjena kodova PDF417, Data Matrix Microsoft Tag u grafičkoj industriji

Razvitkom mobitela sa kamerom počela se razvijati i ideja o uporabi tih uređaja za očitavanje kodova. To je pogodovalo razvoju 2D kodova kao prenositelja informacije o proizvodu te je ta metoda postala dostupna svima. U početku su se ti kodovi koristili onakvima kakvi jesu, crno-bijeli, no danas je njihova primjena znatno veća. To je dovelo do modifikacije kodova kako bi se što bolje uklopili u dizajnersko rješenje. Neki od načina primjene 2D koda u grafičkoj industriji prikazani su na slici 24.



Slika 24 - primjer uporabe 2D koda u grafičkoj industriji

Izvor: <http://beqrious.com/qr-code-campaign/>

Kako bi se dobio uvid o tome jesu li kodovi PDF417, Data Matrix te Microsoft Tag pogodni za primjenu u grafičkoj industriji provedeno je istraživanje o njihovoj čitljivosti. Prilikom testiranja kodovi su podvrgnuti različitim modifikacijama. Tako je kodove moguće mijenjati u pročelju, odnosno uređivati sam kod te je moguće mijenjati pozadinu koda. Ovakve karakteristike doprinose njihovoj primjeni u grafičkoj industriji iz razloga što se radi toga mogu prilagođavati dizajnu ambalaže, letka, brošure ili nekog drugog grafičkog proizvoda. S ciljem da se pokaže koliko mogu biti mijenjani kodovi u svrhu dizajna projektirani su različiti kodovi sa različitim podacima. Njihovo testiranje najviše govori o stupnju individualizacije i iskorištenosti tih kodova u svrhu dizajna.

Razvojem optičkih čitača ti kodovi se sve više koriste u marketinške svrhe no nemogućnost klasičnih barkod čitača da čitaju sve spektre boja onemogućuje primjenu tih kodova u svim segmentima. Iako se kod PDF417 i Data Matrix koriste kao standard, primjerice u Hrvatskoj ih je moguće vidjeti na računima, no modificirani se ipak ne primjenjuju.

Microsoft Tag kod u potpunosti je namijenjen za uporabu u grafičkoj industriji, posebice za marketinške aktivnosti radi visokog stupnja individualizacije koju može podnijeti. Njegovoj uporabi također pridonose i činjenica da je to obojeni kod a oblici od kojih je rađen mogu se mijenjati drugim oblicima koji odgovaraju već unaprijed određenom dizajnu. Također, Microsoft Tag funkcionira na drugačiji način od ostalih 2D kodova. On ne pohranjuje sve informacije u sebe već samo ID koji ga povezuje sa serverom na kojem se nalaze informacije i to mu omogućuje puno brži odziv od klasičnih 2D kodova.

Primjene ovih kodova u grafičkoj industriji nažalost još ne može postati standard ali ti kodovi postaju sve prepoznatljiviji te mogu poslužiti kao nosioci osnovne informacije o proizvodu ili usluzi. Kako tehnologija postaje sve dostupnija tako se širi i njihova primjena.

Kako bi na što vjerodostojniji način bila prikazana primjena kodova u grafičkoj industriji u nastavku rada prikazane su modifikacije i individualizacije koje kodovi mogu podnijeti te će to dati pravi uvid o tome kako se ti kodovi mogu upotrebljavati ako se prate osnovna pravila prilikom modifikacije tih kodova.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

Ovo poglavlje odnosi se na generiranje kodova PDF417, Data Matrix i Microsoft Tag te modifikacije samih kodova. U svrhu istraživanja generirani su kodovi PDF417, Data Matrix te dva Microsoft Tag koda s obzirom da je njih moguće pronaći u različitim oblicima. Kodovi su generirani na stranicama Kaywa, Microsoft Tag te Racoindustries. Kodovi su individualizarni i projektirani na različite podloge. Kodovi su uređivani u programu Photoshop. Korišteni su čitači Barcodes za PDF417, i-nigma te Neo Reader za Data Matrix kod. Za Microsoft Tag korišten je čitač Microsoft Tag. Korišten je i barkod čitač na 720 nm. Kodovi su očitavani na različitim uređajima sa različitim operacijskim sustavima. Radi se o uređaju iPhone 3GS te Samsungu.

U svrhu istraživanja generirani su navedeni kodovi te su postavljeni u različite uvjete kako bi se pokazalo koji od navedenih kodova podnosi najviši stupanj individualizacije. Mjeren je kut te udaljenost s koje je kod čitljiv. Kodovi su planirani i izvedeni na raznim podlogama te sa promjenama u izgledu koda kako bi se pokazalo koji od opisanih kodova je najfleksibilniji za upotrebu. Mjerene su različite udaljenosti na kojima je moguće čitati kod u rasponu od 20 cm do 50 cm. Također je mjeren i kut očitavanja u rasponu od  $-60^\circ$  do  $60^\circ$ . Nulti stupanj odnosi se na postavljenje koda okomito na podlogu. Mjerenja su vršena na 3 različite podloge. Na monitoru te na 2 različita papira. Radi se o glossy papiru  $80\text{g/m}^2$  te o klasičnom mat papiru  $80\text{g/m}^2$ . Oba papira su marke Navigator.

Cilj istraživanja je projektirati nova dizajnerska rješenja sa 2D kodovima koji predstavljaju dio gotovo svakog grafičkog proizvoda. Oni nose vizualnu poruku i omogućuju automatsko čitanje.

### 3.1. Modifikacije kodova PDF417, Data Matrix i Microsoft Tag

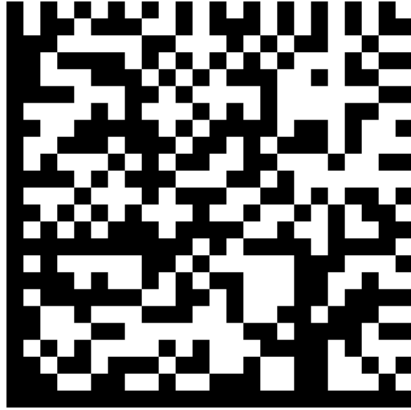


Slika 25 - generirani PDF417

Ovaj generirani PDF417 prikazan na slici 25 u sebi sadrži informaciju o e-mail adresi te se očitava pomoću Barcodes aplikacije za iOS i Android. Na slici ispod prikazani su dobiveni rezultati.

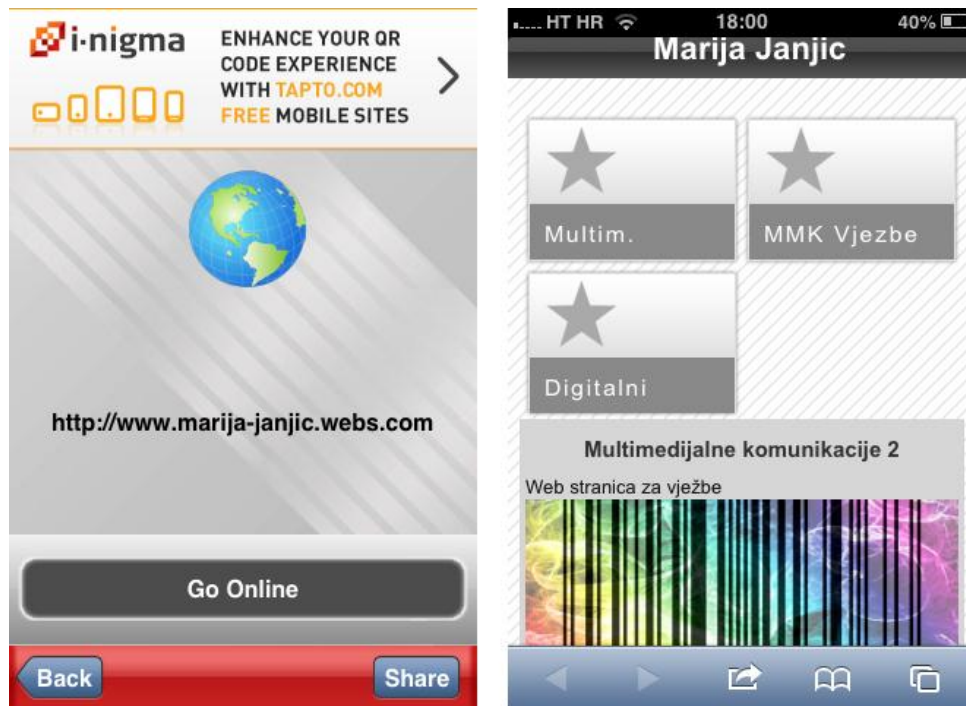


Slika 26 - dobivene informacije nakon čitanja koda



Slika 27 - generirani Data Matrix kod

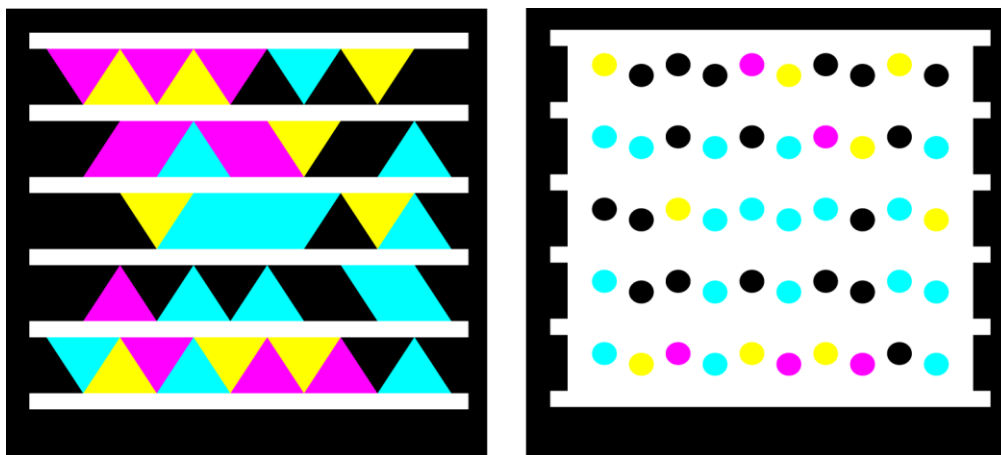
Na slici 27 moguće je vidjeti generirani Data Matrix kod. Nakon čitanja koda nekim od predviđenih čitača dobije se sljedeći rezultat prikazan na slici 28. Za prikaz dobivenih informacija korišten je čitač i-nigma.



Slika 28 - informacije sadržane u kodu PDF417

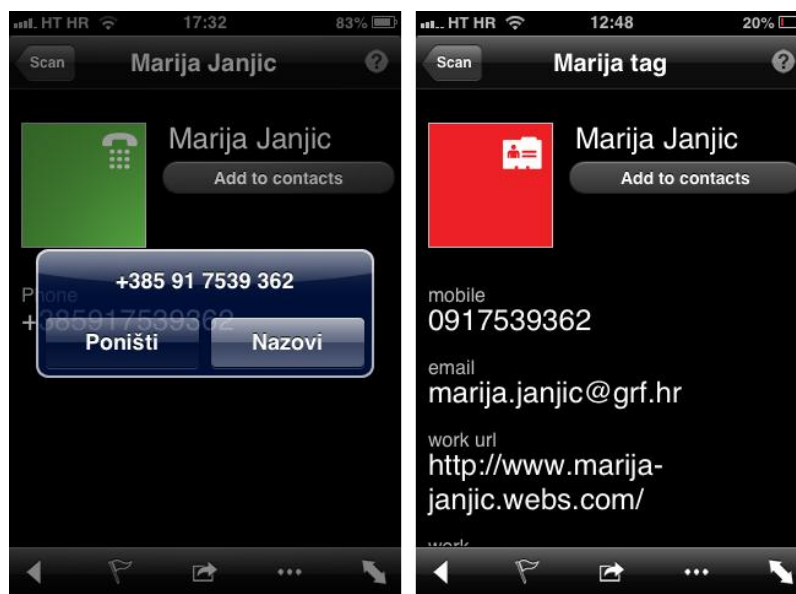


Za potrebe istraživanja kreirana su 2 Microsoft Tag koda iz razloga što postoje dvije vrste takvih kodova a kodovi su prikazani na slici 29.



Slika 29 - generirani Microsoft Tag kodovi

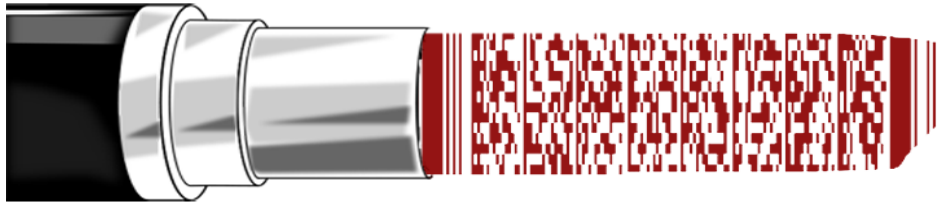
Provjera očitavanja Microsoft Tag kodova pokazala je sljedeće informacije prikazane na slici ispod.



Slika 30 - informacije pohranjene u Microsoft Tag kodovima

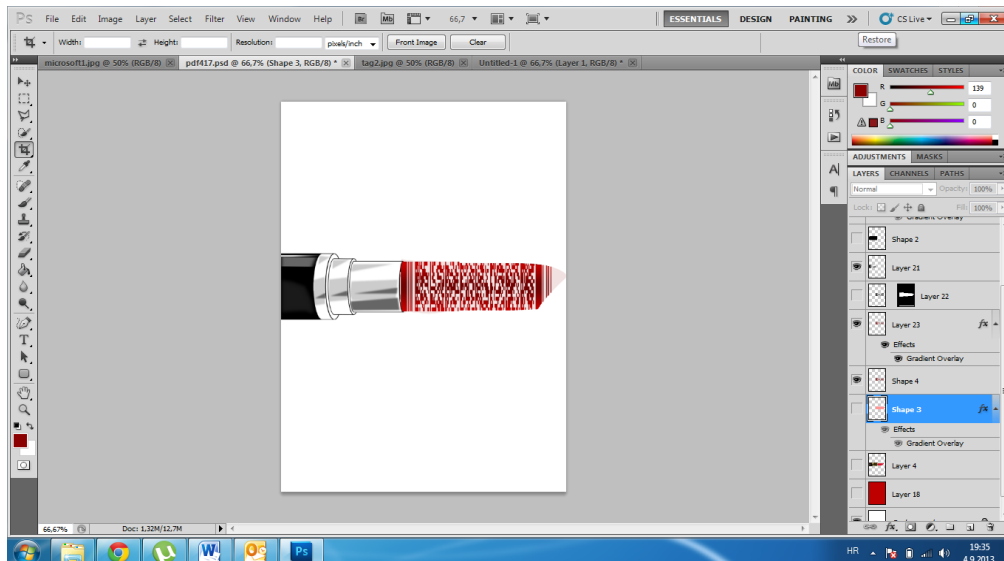
### 3.1.1. Modifikacije unutar koda

Ovaj dio odnosi se na promjene unutar koda, odnosno na promjene pročelja koda. U ovu svrhu kodovima su mijenjani oblici te su im dodavane boje. Svaki kod uređivan je u programu Photoshop.

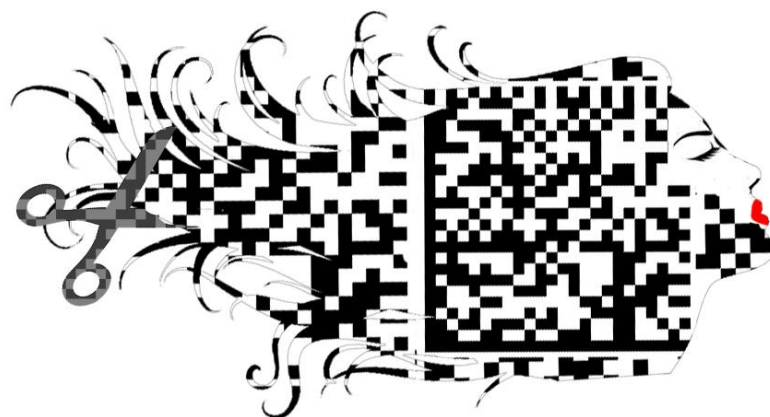


Slika 31 - modificirani PDF417 kod

Kod PDF417 modificiran je na način da je oblikovan u obliku ruža što je vidljivo na slici 31 za usne te mu je promijenjena boja. Za ovaj izgled dio koda morao je biti otklonjen. Radna ploha prilikom izrade ovog koda prikazana je na slici 32. Ovaj oblik zamišljen je kao predstavljanje vizažistice pa je iz toga razloga odabran oblik ruža.

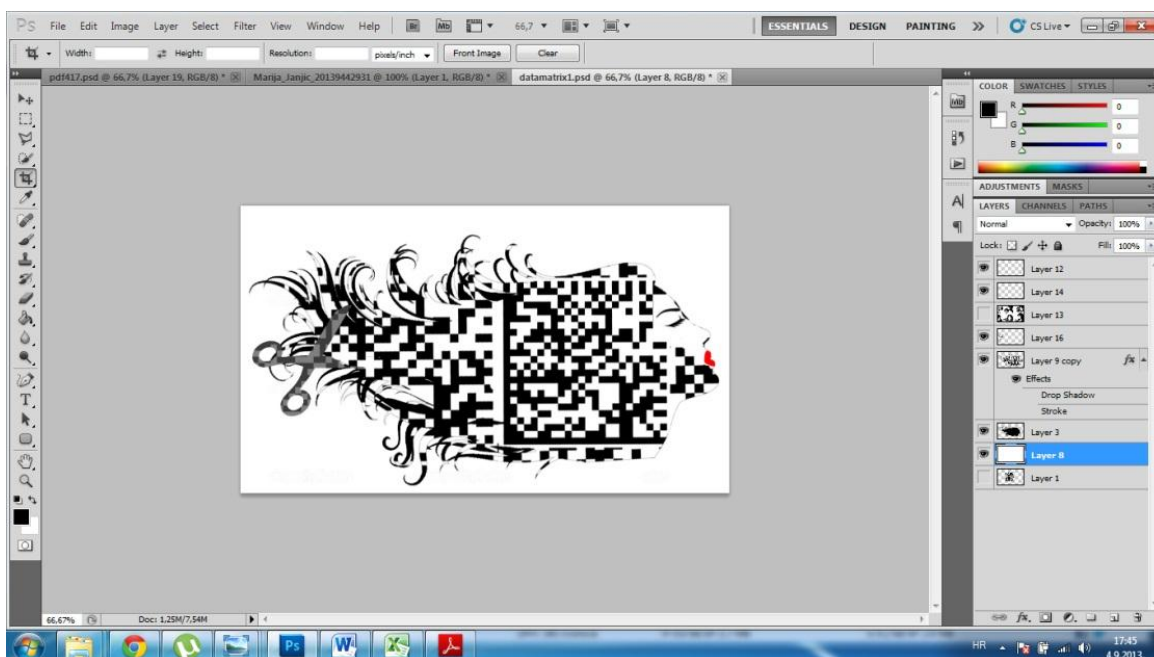


Slika 32 - radna površina prilikom izrade koda PDF417

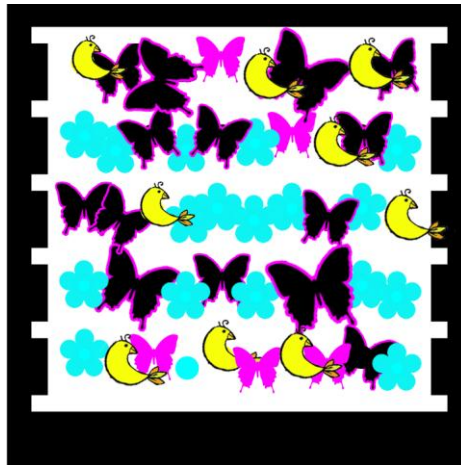


Slika 33 - modificirani Data Matrix kod

Na slici 33 prikazan je modificirani Data Matrix kod koji je nastao na način da se ilustrira silueta ženskoga profila te je unutar tog oblika ubačen klasičan kod. Kako bi se uklopio u cijelu priču motivi slični strukturi koda su ubačeni u ostatak siluete. Kao dodatni detalji dodana su crvena usta te je ženskom liku nacrtano oko a prikaz radne površine tijekom izrade nalazi se na slici 34. Ovaj oblik odabran je za predstavljanja frizerskog salona a kod u sebi sadrži web adresu.

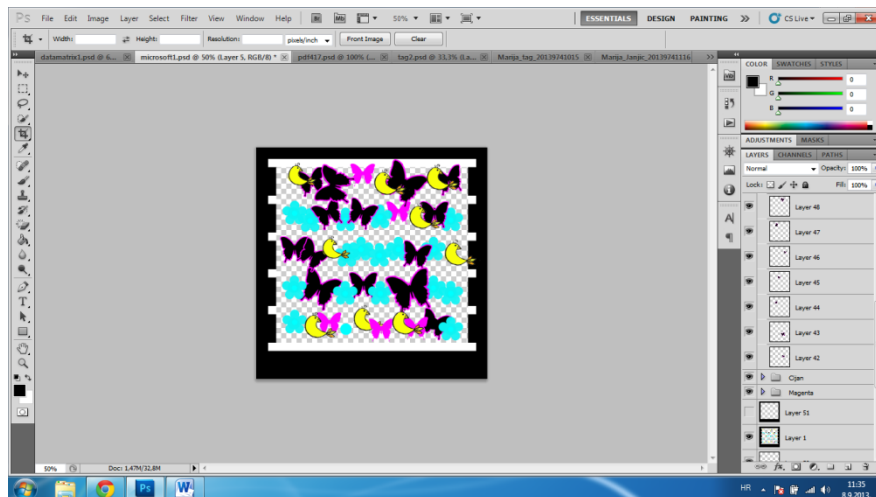


Slika 34 – radna površina prilikom izrade Data Matrix koda

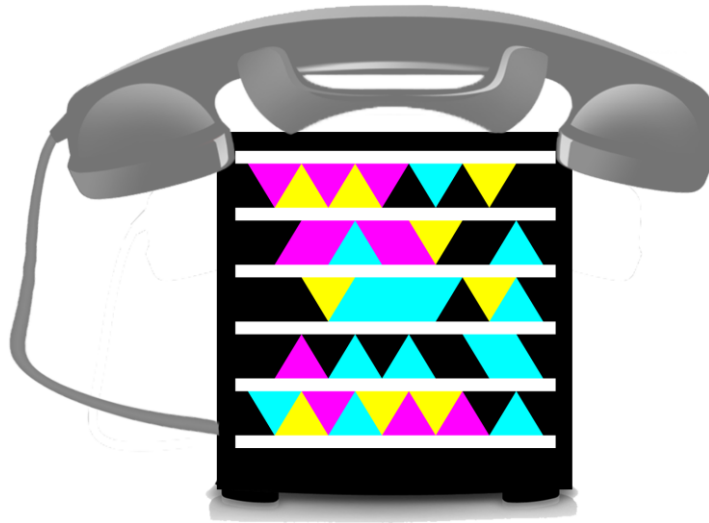


Slika 35 - modificirani Microsoft Tag

Microsoft Tag je kao što već rečeno kod u boji te se s tim kodom može znatno više manipulirati. Moguće je mijenjati oblike koji se nalaze na osnovnom kodu ali je potrebno nove oblike staviti na isto mjesto. Također, boje koje se nalaze na Tagu su cijan, magenta, žuta i crna no moguće je i mijenjati boje u nekim postotcima. Na ovaj kod ubačeni su motivi cvijeća u cijanu, motivi ptica u žutoj boji te motivi leptira u magenti. Za zamjenu crnih kružića dodani su crni leptiri sa rubom u magenti. Ovako uređen kod prikazan je na slici 35. Ovi oblici dodani su za primjenu koda na ambalaži parfema koja je ukrašena takvim motivima. Izrada koda u programu Photoshop prikazana je na slici 36.

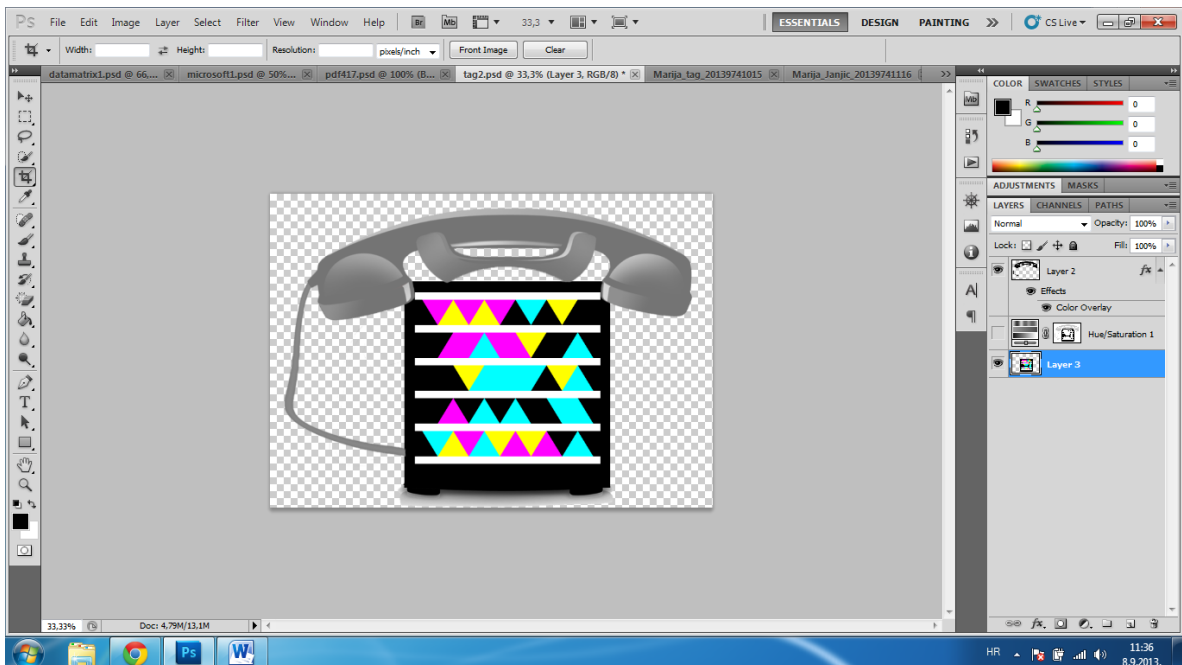


Slika 36 - radna površina prilikom izrade Microsoft Taga



Slika 37 - modificirani Microsoft Tag

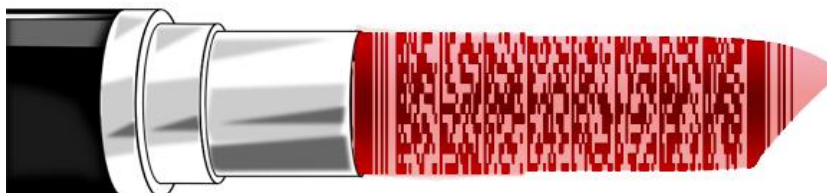
Ovom Microsoft Tag kodu dodane su slušalice i podnožje kako bi izgledao poput telefona kao što je vidljivo na slici 37. Ovaj dizajn je odabran iz razloga što ovaj kod funkcionira na način da kada se očita automatski se kontaktira broj koji je zapisan u kodu. Na slici 38 prikazana je radna ploha tijekom uređenja koda.



Slika 38 - radna površina izrade Microsoft Tag koda

### 3.1.2. Modifikacije u pozadini i pročelju koda

Modifikacije u pozadini i pročelju koda odnose na promjene pozadine koda, bilo da se radi o dodavanju jedne boje ili teksture. Pročelje se odnosi na sam kod no također je potrebno provjeriti odnose u promjeni i jednog i drugog područja koda.



Slika 39 - Promjena u pozadini koda PDF417

Na slici 39 prikazan je kod PDF417 sa promjena i u pozadini i u pročelju koda. Kodu je dodana rozi gradijent kako bi cijeli motiv izgledao što vjerodostojnije, tj. da tvori ruž za usne.



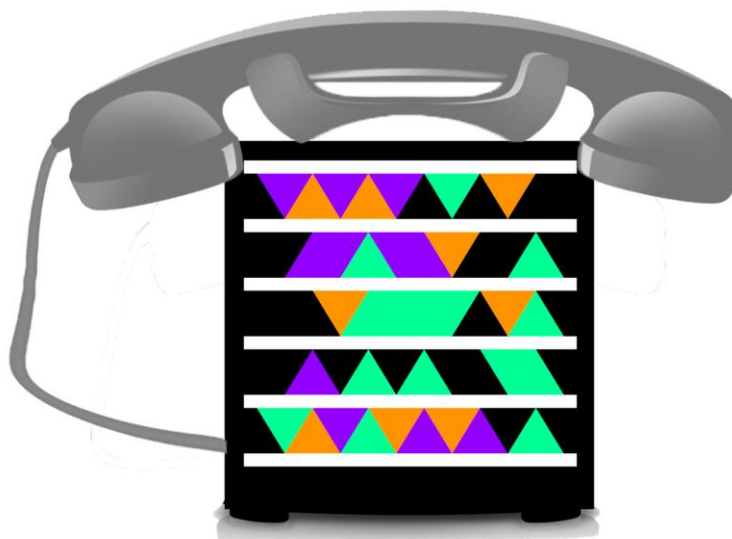
Slika 40 - kod PDF417 sa promijenjenom bojom pročelja i pozadine

Na slici 40 prikazan je Data Matrix kod sa promijenjenom bojom pročelja te dodanom teksturom u pozadinu koda.



**Slika 41 - Microsoft Tag sa dodanom teksturom u pozadinu koda**

Slika 41 prikazuje Microsoft Tag kod sa promjenama u pozadini i pročelju koda.



**Slika 42 - drugi Microsoft Tag sa dodanom pozadinom**

Na slici 42 nalazi se Microsoft Tag kojem je promijenjena boja.

### 3.1.3. Modificirani kodovi na grafičkim proizvodima

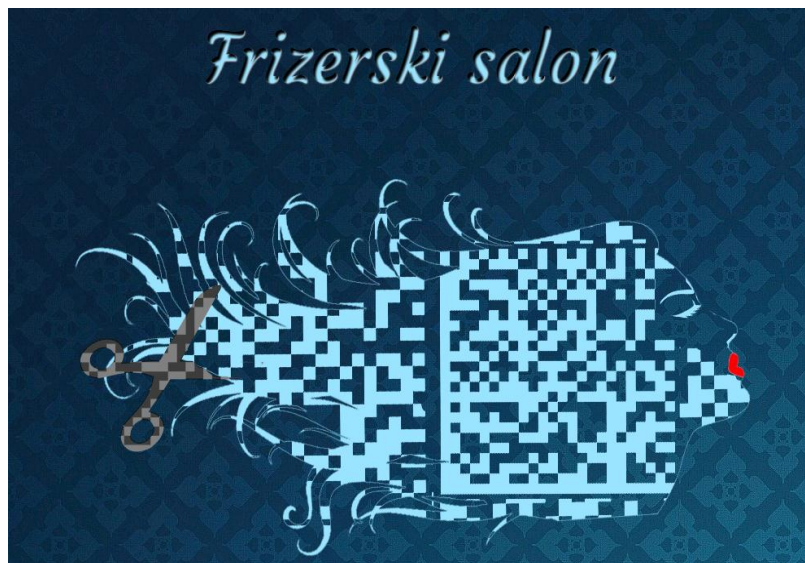
Svaki kod modificiran je način da se uklopi u grafički proizvod. To znači da je kod individualiziran i točno određen jednom proizvodu što mu omogućuje predstavljanje proizvoda ili usluge kojoj je namijenjen. Ovaj dio važan je za istraživanje jer prikazuje ponašanje modificiranih kodova kada su postavljeni na grafički proizvod.



Slika 43 - primjena modificiranog PDF417 koda

Slika 43 prikazuje primjenu modificiranog PDF417 koda. Ovaj kod zamišljen je da pruži informacije o e-mail adresi kozmetičkarke. Ovim primjerom prikazano je razlog modificiranja PDF417 koda u oblik ruža te prilagodbu koda dizajnu.





Slika 44 - primjena modificiranog Data Matrix koda

Data Matrix kod napravljen je u obliku siluete ženskog lika a za potpunu sliku dodane su škare. Ovaj kod zamišljen je da predstavlja frizerski salon, odnosno da upućuje na informacije o web stranici a primjena tako modificiranog koda prikazana je na slici 44.



Slika 45 - primjena modificiranog Microsoft Tag koda

Kod na slici 45 uređen je u obliku telefona, a razlog tome je njegova funkcija, tj. poziv kontakta koji je spremljen u kodu. Ovaj kod ubačen je u dizajn vizitke.



Slika 46 - primjena modificiranog Microsoft Tag koda sa kružićima

Microsoft Tag uređen je tako da se uklapa u ambalažu parfema kao što se vidi na slici 46. Motivi koji se koriste u ambalaži ubačeni su u kod a kod je postavljen na svaki brid. Ovim načinom omogućio bi se automatski prolaz i čitanje koda kroz čitače. U svrhu istraživanja napravljena je maketa ambalaže a kako bi se potvrdila hipoteza, maketa je postavljena u različitim pozicijama pred mobilni uređaj kako bi

se utvrdilo da bi čitljivost koda bila omogućena bez obzira na stranu na koju ambalaža bude okrenuta.

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Nakon modifikacije kodova te promjena na dijelovima koda, bilo da se radi o promjeni boje pozadine ili modela koda, slijedi testiranje kodova.

Testiranje se provodilo na barkodu čitaču te na optičkim čitačim dostupnim putem aplikacija na smartphone uređajima. Posebno su prikazani rezultati očitavanja barkod čitača te optičkih čitača.

### 4.1. Rezultati očitavanja barkod čitačem

Tablica 1 - čitljivost kodova barkod čitačem

	PDF417	Data Matrix	Microsoft Tag trokuti	Microsoft Tag kružići	
Promjene u pročelju	+	+	-	-	Monitor
Promjene u pozadini	+	-	-	-	
Promjene u pročelju	+	-	-	-	Mat papir
Promjene u pozadini	+	-	-	-	
Promjene u pročelju	+	-	-	-	Sjajni papir
Promjene u pozadini	+	-	-	-	

Tablica 1 prikazuje rezultate čitljivosti modificiranih kodova barkod čitačem. Vršilo se testiranje obzirom na promjene kojima je kod podvrgnut te prema podlozi na kojoj se nalazi. Rezultati pokazuju da je za očitavanje barkodom najpogniji modificirani PDF417 kod koji je postigao čitljivost od 100% u svim uvjetima. Kod Data Matrix postigao je čitljivost samo kada se nalazi na monitoru a Microsoft Tag kodovi nisu postigli nikakvu čitljivost.



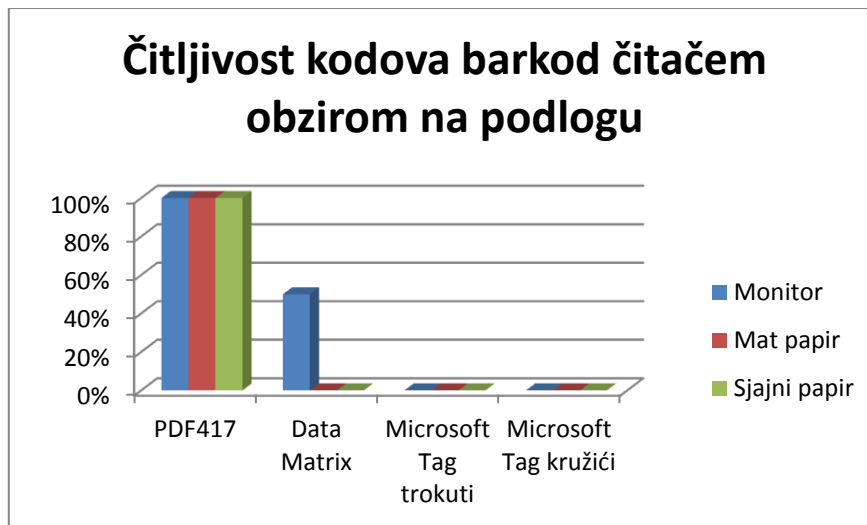
Slika 47 - čitljivost kodova barkod čitačem

Slika 47 prikazuje čitljivost modificiranih kodova putem barkod čitače. Ovdje je prikazana dominacija čitljivosti koda PDF417.



Slika 48 - čitljivost kodova putem barkod čitača obzirom na promjene

Slika 48 prikazuje čitljivost kodova obzirom na modifikacije. Prikazan je odnos promjena u pozadini i pročelju koda. Ovdje je također najbolje rezultate imao kod PDF417 dok je Data Matrix pokazao čitljivost samo kod promjena u pročelju.



Slika 49 - čitljivost kodova barkod čitačem obzirom na podlogu

Na slici 49 prikazan je odnos čitljivosti kodova i podloge na kojoj se nalaze. U ovom slučaju PDF417 pokazao je čitljivost od 100% na svim podlogama. data Matrix postigao je čitljivost samo na monitoru i to kada se radi o promjeni unutar koda.

## 4.2. Rezultati čitanja optičkim čitačem na smartphone uređajima

Tablica 2 - čitljivost koda PDF417 s obzirom na promjene

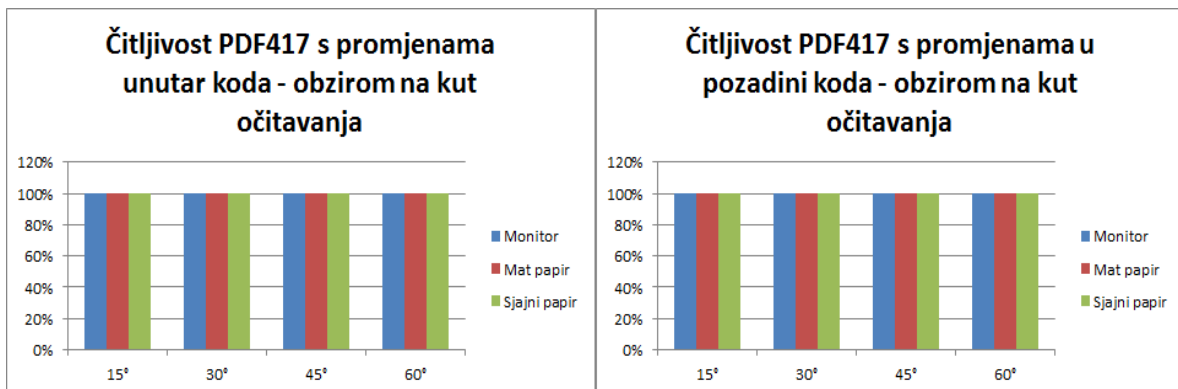
		PDF417		
		Promjene unutar koda	Promjene u pozadini koda	
Android Barcodes	+	+	+	Monitor
iOS Barcodes	+	+	+	
Android Barcodes	+	+	+	Mat papir
iOS Barcodes	+	+	+	
Android Barcodes	+	+	+	Sjajni papir
iOS Barcodes	+	+	+	

Za čitanje koda PDF417 korištena je aplikacija Barcodes. U tablici 2 prikazane su očitavanja vršena na različitim podlogama te na različitim uređajima. Čitljivost modificiranog koda bila je 100% kada je uređaj bio okomit sa kodom, te na udaljenosti od 20 cm. Vrsta podloga nije utjecala na čitljivost koda što govori podatak o čitljivosti od 100%.

Tablica 3 - čitljivost koda PDF417 s obzirom na kut očitavanja

		Promjene unutar koda			Promjene u pozadini koda			
		Monitor	Mat papir	Sjajni papir	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	
Android	Barcodes	+	+	+	+	+	+	+/-15°
iOS	Barcodes	+	+	+	+	+	+	
Android	Barcodes	+	+	+	+	+	+	+/-30°
iOS	Barcodes	+	+	+	+	+	+	
Android	Barcodes	+	+	+	+	+	+	+/-45°
iOS	Barcodes	+	+	+	+	+	+	
Android	Barcodes	+	+	+	+	+	+	+/-60°
iOS	Barcodes	+	+	+	+	+	+	

U tablici 3 prikazan je odnos čitljivost koda i kuta pod kojim je kod očitao. Vršilo se mjerenje s odklonom od nultog stupnja koji predstavlja kut kada je uređaj okomit s kodom. Otkloni od nultog stupnja mogu biti u intervalu od - 60° do 60°. Prema istraživanju je pokazano da na čitljivost koda PDF417 ne utječe kut čitanja već je kod bio čitljiv i pod kutevima u navedenom intervalu što je vidljivo na slici 50.



Slika 50 - grafički prikaz čitljivosti koda PDF417 s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na kut čitanja

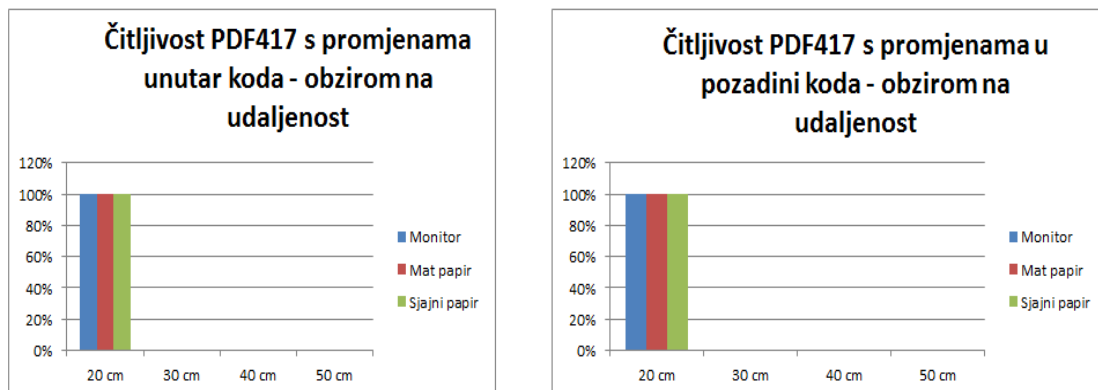


Tablica 4 - čitljivost koda PDF417 s obzirom na udaljenost

### PDF417

	Promjene unutar koda			Promjene u pozadini koda			cm
	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	
Android Barcodes	+	+	+	+	+	+	20
iOS Barcodes	+	+	+	+	+	+	
Android Barcodes	-	-	-	-	-	-	30
iOS Barcodes	-	-	-	-	-	-	
Android Barcodes	-	-	-	-	-	-	40
iOS Barcodes	-	-	-	-	-	-	
Android Barcodes	-	-	-	-	-	-	50
iOS Barcodes	-	-	-	-	-	-	

Tablica 4 prikazuje čitljivost koda s obzirom na udaljenosti koje su predstavljene u intervalu od 20 do 50 cm. Iz ovog mjerenja proizlazi da na čitljivost modificiranog PDF417 koda udaljenost znatno utječe. Prikazano je da je ovaj kod, bez obzira na vrstu promjena i podlogu na kojoj se nalazi, čitljiv samo na udaljenosti od 20 cm dok na većim udaljenostima nije čitljiv kako je prikazano i u grafičkom prikazu na slici 51.



Slika 51 - grafički prikaz čitljivost koda PDF 417 s promjenama unutar i u pozadini koda s obzirom na udaljenost

Tablica 5 - čitljivost koda Data Matrix

		<b>Data Matrix</b>		
		<b>Promjene unutar koda</b>	<b>Promjene u pozadini koda</b>	
Android i-nigma	+	+		Monitor
Android Neo Reader	+	+		
iOS i-nigma	+	+		
iOS Neo Reader	+	+		
Android i-nigma	+	+		Mat papir
Android Neo Reader	+	+		
iOS i-nigma	+	+		
iOS Neo Reader	+	+		
Android i-nigma	+	+		Sjajni papir
Android Neo Reader	+	+		
iOS i-nigma	+	+		
iOS Neo Reader	+	+		

U tablici 5 prikazana je čitljivost koda Data Matrix obzirom na promjene u pročelju koda te na promjene unutar koda. Kod je testiran sa dvije aplikacije te na 2 različita utjecaja. Mjerenja su vršena na 3 različite podloge, na monitoru, na mat papiru te na sjajnom papiru. Istraživanje je pokazalo da kad se kod očitava u nultom stupnju na njegovu čitljivost ne utječe nijedan od zadanih uvjeta. Pokazalo se da je modificirani Data Matrix ima čitljivost od 100% u svim uvjetima na svim uređajima.

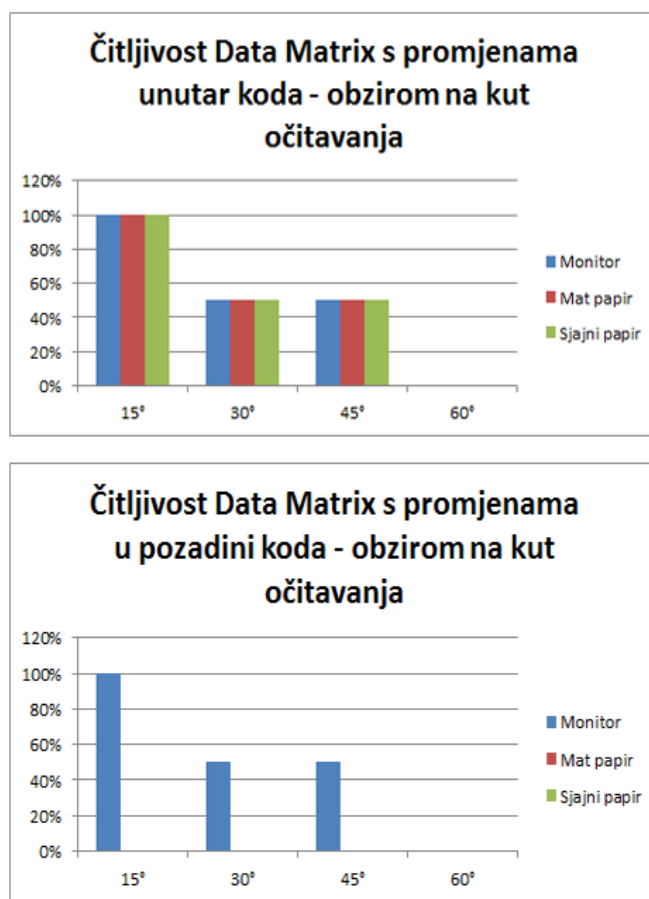
Tablica 6 - čitljivost Data Matrix koda obzirom na kut očitavanja

**Data Matrix**

	Promjene unutar koda			Promjene u pozadini koda			
	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	
Android i-nigma	+	+	+	+	-	-	+/-15°
Android Neo Reader	+	+	+	+	-	-	
iOS i-nigma	+	+	+	+	-	-	
iOS Neo Reader	+	+	+	+	-	-	
Android i-nigma	+	+	+	+	-	-	+/-30°
Android Neo Reader	-	-	-	-	-	-	
iOS i-nigma	+	+	+	+	-	-	
iOS Neo Reader	-	-	-	-	-	-	
Android i-nigma	+	+	+	+	-	-	+/-45°
Android Neo Reader	-	-	-	-	-	-	
iOS i-nigma	+	+	+	+	-	-	
iOS Neo Reader	-	-	-	-	-	-	
Android i-nigma	-	-	-	-	-	-	+/-60°
Android Neo Reader	-	-	-	-	-	-	
iOS i-nigma	-	-	-	-	-	-	
iOS Neo Reader	-	-	-	-	-	-	

U tablici 6 prikazana je čitljivost koda Data Matrix kada mu se mijenjao kut očitavanja. Bolja čitljivost postignuta je kod promjena unutar koda gdje postignuta čitljivost do 45°. Ova varijabla je utjecala i na aplikaciju koja se koristila te je tako aplikacija Neo Reader čitala samo kod pod 15°. Ovakav rezultat zabilježen je na oba uređaja.

Što se tiče promjena u pozadini koda, čitljivost je bila znatno niža. Na monitoru je postignuta čitljivost kada se radi o odklonu do 30° u slučaju Neo Readera dok je i-nigma pročitala kod i sa većim odklonom. Na mat i sjajnom papiru nije zabilježena nikakva čitljivost osim kada se radi o nultom stupnju. Na slici 52 prikazan je odnos čitljivosti kodova i kuta očitavanja.



Slika 52 - grafički prikaz čitljivosti Data Matrix koda s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na kut očitavanja

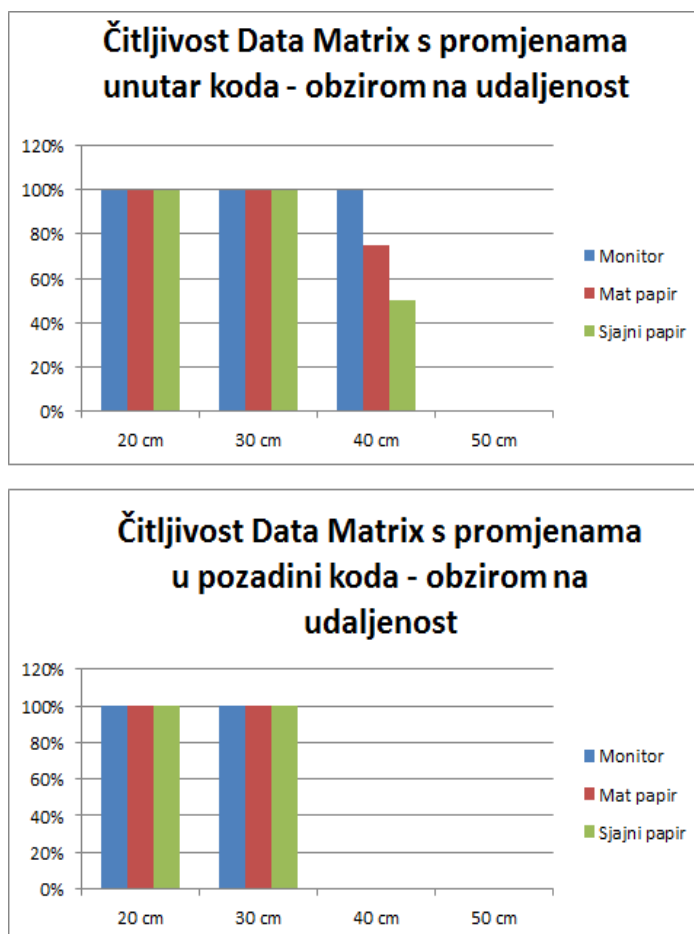
Tablica 7 - čitljivost Data Matrix s obzirom na udaljenost

### Data Matrix

	Promjene unutar koda			Promjene u pozadini koda			cm
	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	
Android i-nigma	+	+	+	+	+	+	20
Android Neo Reader	+	+	+	+	+	+	
iOS i-nigma	+	+	+	+	+	+	
iOS Neo Reader	+	+	+	+	+	+	
Android i-nigma	+	+	+	+	+	+	30
Android Neo Reader	+	+	+	+	+	+	
iOS i-nigma	+	+	+	+	+	+	
iOS Neo Reader	+	+	+	+	+	+	
Android i-nigma	+	+	+	-	-	-	40
Android Neo Reader	+	-	-	-	-	-	
iOS i-nigma	+	+	+	-	-	-	
iOS Neo Reader	+	+	-	-	-	-	
Android i-nigma	-	-	-	-	-	-	50
Android Neo Reader	-	-	-	-	-	-	
iOS i-nigma	-	-	-	-	-	-	
iOS Neo Reader	-	-	-	-	-	-	

U tablici 7 prikazana je čitljivost modificiranog koda Data Matrix te utjecaj čitljivosti na udaljenost. Kod koda s promjenama u pročelju pokazana je vrlo visoka čitljivost. Ovako modificiran kod bio je čitljiv na udaljenosti od 40 cm kada je podloga monitor. Neo Reader na Android uređaju čitao je do udaljenosti od 30 cm kada su podloge bile oba papira.

Što se tiče koda s promjenama u pozadini, postignuta je nešto niža čitljivost. U ovom slučaju postignuto je očitavanje koda samo kod udaljenosti do 40 cm. Od 40 cm na dalje nije postignuta nikakva čitanost bez obzira na podlogu na kojoj se kod nalazi i uređaj kojim se čita. Odnos čitljivosti kodova i udaljenosti uređaja od podloge prikazana je na slici 53.



Slika 53 - grafički prikaz čitljivosti Data Matrix koda s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na udaljenost

Tablica 8 - čitljivost Microsoft tag koda s trokutima

<b>Microsoft Tag - trokuti</b>			
	<b>Promjene unutar koda</b>	<b>Promjene u pozadini koda</b>	
Android Microsoft Tag	+	+	Monitor
iOS Microsoft Tag	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	Mat papir
iOS Microsoft Tag	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	Sjajni papir
iOS Microsoft Tag	+	+	

Microsoft Tag kod čitan je na svim podlogama i sa svim uređajima bez ikakvih poteškoća što je prikazano u tablici 8. Ista je situacija sa Microsoft Tag kodom sa kružićima što je vidljivo u tablici 9. Oba koda postigla su čitljivost od 100%.

Tablica 9 - čitljivost Microsoft Tag koda s kružićima

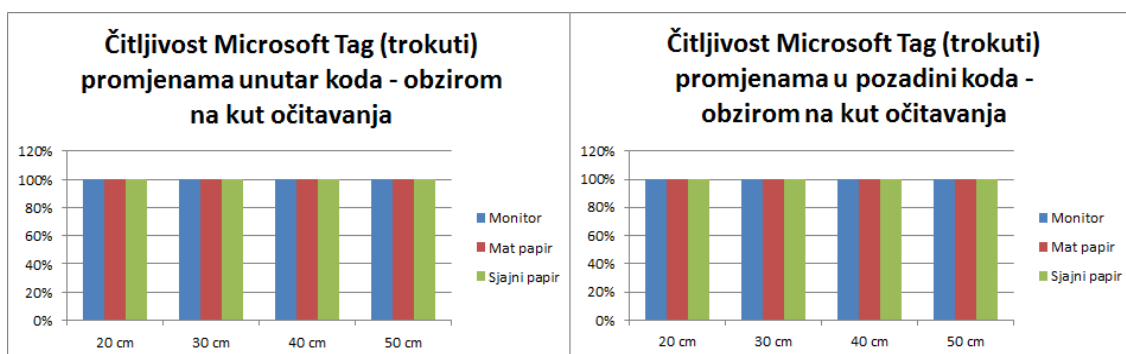
<b>Microsoft Tag - kružići</b>			
	<b>Promjene unutar koda</b>	<b>Promjene u pozadini koda</b>	
Android Microsoft Tag	+	+	Monitor
iOS Microsoft Tag	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	Mat papir
iOS Microsoft Tag	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	Sjajni papir
iOS Microsoft Tag	+	+	

Tablica 10 - čitljivost Microsot Tag koda s trokutima obzirom na kut očitavanja

### Microsoft Tag - trokuti

	Promjene unutar koda			Promjene u pozadini koda			
	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	+/-15°
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	+/-30°
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	+/-45°
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	+/-60°
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	

U tablici 10 prikazana je čitljivost koda Microsoft Tag s trokutima obzirom na kut očitavanja što je grafički prikazano na slici 54. Iz ove tablice je vidljivo da je Microsoft Tag kod moguće čitati pod svim kutevima u rasponu od -60° do 0° te od 0° do 60° bez obzira na podlogu na kojoj se nalazi te na uređaj kojim se čita. Promjene u pročelju i u pozadini koda također nisu utjecale na čitljivost s obzirom na kut očitavanja.



Slika 54- grafički prikaz čitljivosti Microsoft Tag koda (trokuti) s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na kut očitavanja

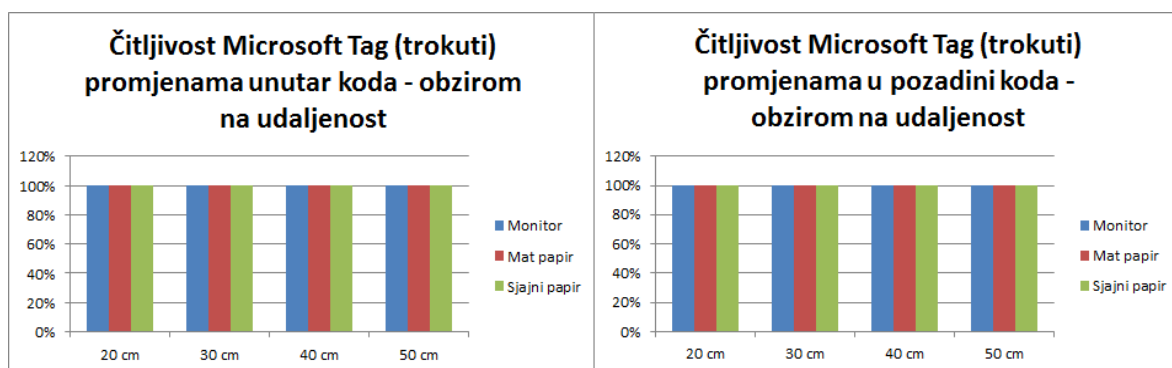


Tablica 11 - čitljivost koda Microsoft Tag (trokuti) s obzirom na udaljenost

### Microsoft Tag - trokuti

	Promjene unutar koda			Promjene u pozadini koda			cm
	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	20
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	30
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	40
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	50
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	

Istraživanje je pokazalo da je Microsoft Tag čitan na svim postavljenim udaljenostima, odnosno čitljiv je u intervalu od 20 do 50 cm što je moguće vidjeti na slici 55. Na tu čitljivost nisu utjecale ni podloge, ni promjene kojima je kod podvrgnuti niti vrsta uređaja.



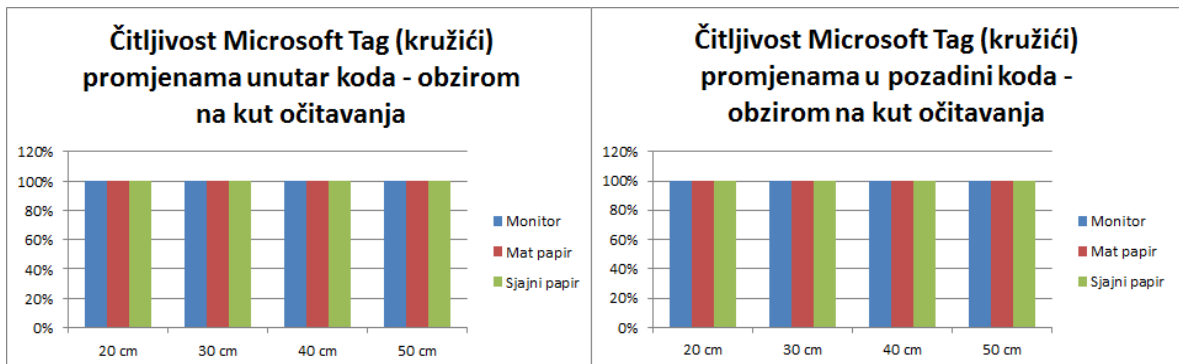
Slika 55 - grafički prikaz čitljivosti Microsoft Tag koda (trokuti) s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na udaljenost

Tablica 12 - čitljivost Microsot Tag koda s kružićima obzirom na kut očitavanja

### Microsoft Tag - kružići

	Promjene unutar koda			Promjene u pozadini koda			
	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	+/-15°
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	+/-30°
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	+/-45°
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	+/-60°
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	

U tablici 12 prikazana je čitljivost koda Microsoft Tag s kružićima obzirom na kut očitavanja a grafički prikaz se nalazi na slici 56. Iz ove tablice je vidljivo da je Microsoft Tag kod moguće čitati pod svim kutevima bez obzira na podlogu na kojoj se nalazi te na uređaj kojim se čita. Promjene u pročelju i u pozadini koda također nisu utjecale na čitljivost s obzirom na kut očitavanja.



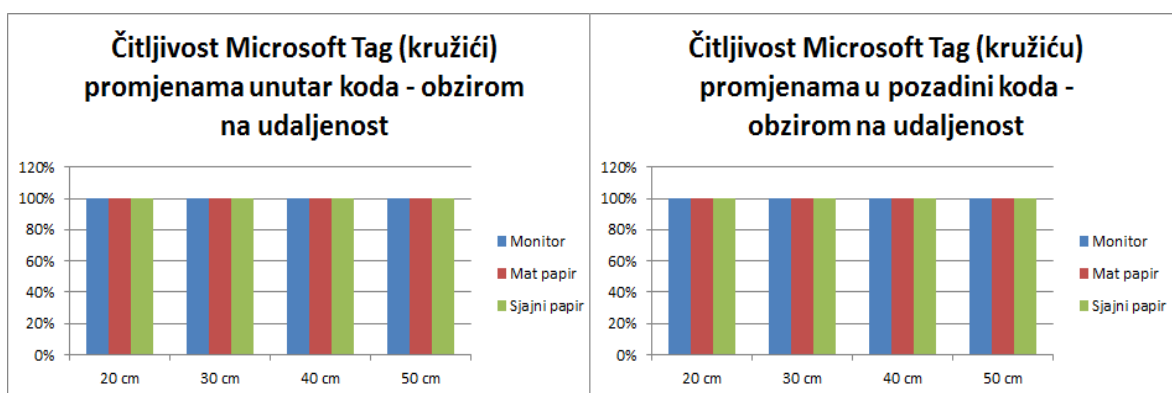
Slika 56 - grafički prikaz čitljivosti Microsoft Tag koda (kružići) s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na kut očitavanja

Tablica 13 - čitljivost koda Microsoft Tag (kružići) s obzirom na udaljenost

### Microsoft Tag - kružići

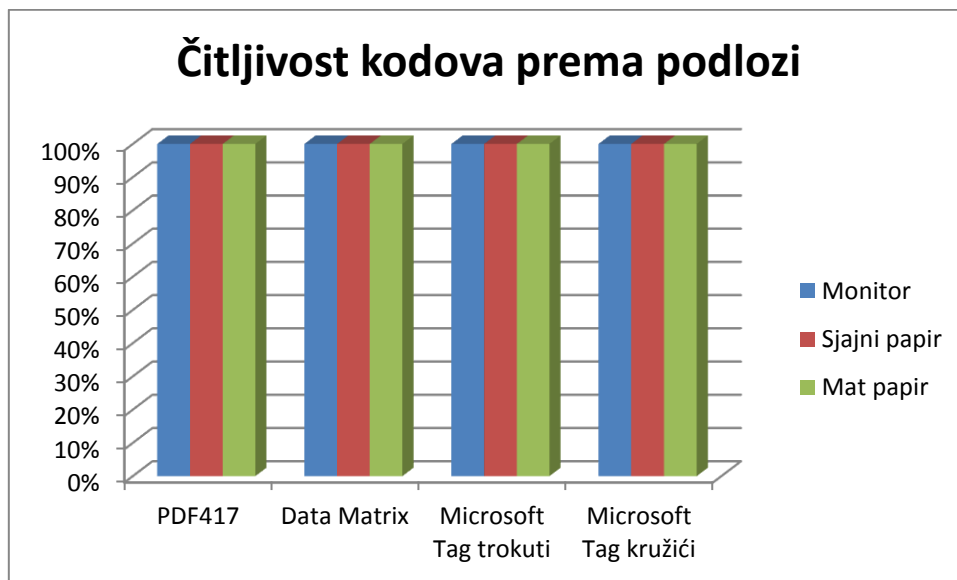
	Promjene unutar koda			Promjene u pozadini koda			cm
	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	Monitor	Mat papir	Sjajni papir	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	20
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	30
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	40
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	50
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+	

Istraživanje je pokazalo da je Microsoft Tag s kružićima čitan na svim postavljenim udaljenostima, odnosno čitljiv je u intervalu od 20 do 50 cm. Ovaj podatak prikazan je u tablici 13 te grafički na slici 57. Na tu čitljivost nisu utjecale ni podloge, ni promjene kojima je kod podvrgnuti niti vrsta uređaja.



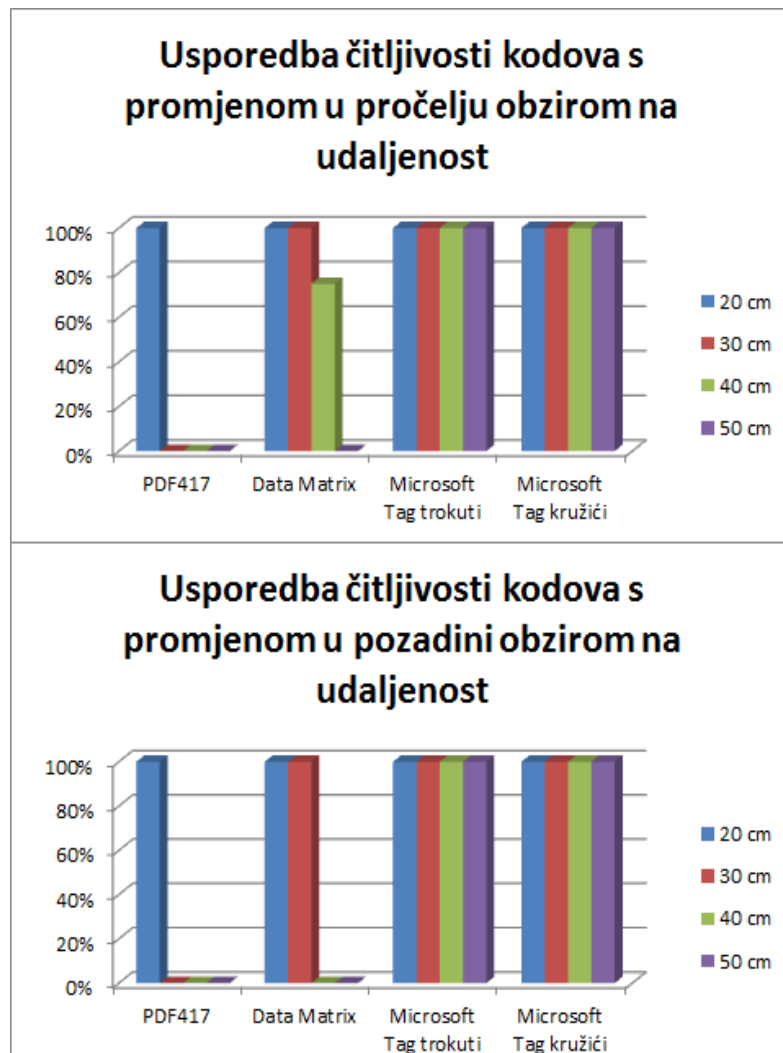
Slika 57 - grafički prikaz čitljivosti Microsoft Tag koda (kružići) s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na udaljenost

## Grafički prikaz usporedbe kodova čitanih optičkim čitačem



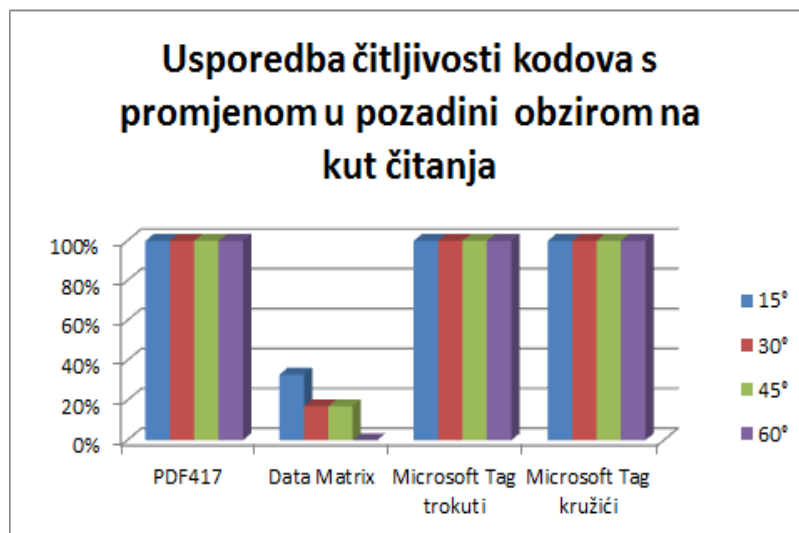
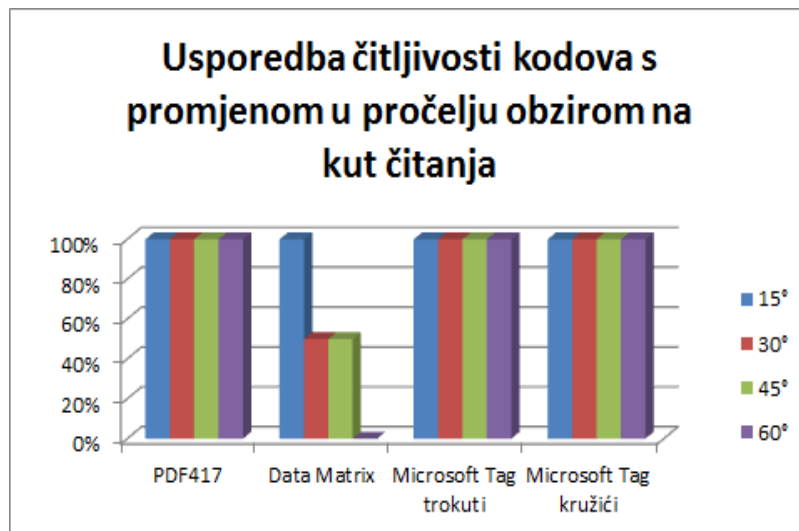
Slika 58 - usporedba čitljivosti kodova s obzirom na podlogu

Istraživanje je pokazalo da kada je uređaj postavljen okomito s podlogom na kojoj se kod nalazi ne dolazi do poteškoća sa očitavanjem kodova. Svi kodovi jednako su čitljivi te podloga ne ovisi o tome. Graf na slici 58 pokazuje tu jednakost čitljivosti kod svih kodova. Podloga na tu čitljivost nije utjecala kao ni promjene unutar ili u pozadini koda. Ovim se zaključuje da se kodovima mogu mijenjati i pozadina i pročelje a da to neće utjecati na njihovu čitljivost. Ovo su rezultati koji proizlaze iz čitanja kodova u najpovoljnijim uvjetima, odnosno kada se kod očitava uređajem koji je okomit na podlogu te na udaljenosti ne većoj od 20 cm.



Slika 59 - usporedba čitljivosti kodova s promjenama u pročelju i pozadini obzirom na udaljenost

Na slici 59 prikazani su grafovi ukupne čitljivosti kodova prema njihovoj udaljenosti. U ovom slučaju najlošijim izborom se pokazao kod PDF417 koji se i kod promjena u pozadini i kod promjena u pročelju čitao samo na udaljenostima manjima od 30 cm. Data Matrix je pokazao nešto bolje rezultate, posebno kod promjena u pročelju gdje je imao čitljivost do 40 cm. Kod promjena u pozadini lošije se čitao, te je imao maksimalnu čitljivost manju od 40 cm. Oba Microsoft Tag koda pokazala su iznimne rezultate te su postigli čitljivost od 50 cm i kod promjena u pozadini i kod promjena u pročelju.



**Slika 60 - usporedba čitljivosti kodova s promjenama u pročelju i pozadini obzirom na kut čitanja**

Slika 60 prikazuje grafove čitljivosti kodova s obzirom na kut čitanja uzimajući u obzir promjene unutar koda i u pozadini koda. Ovo mjerenje pokazalo je da na većinu kodova ne utječu promjene u pozadini i pročelju kada je u pitanju kut čitanja. Oni zadržavaju svoju čitljivost čitani pod svim kutevima postavljenim kao uvjet prilikom testiranja. Iznimka je kod Data Matrix koji je imao slabiju čitljivost pod kutevima od 30° i 45° no na to je utjecao čitač Neo Reader. S promjenama u pozadini čitljivost je još više pala a jedino čitanje pod kutevima u intervalu od 15° do 45° postiglo se na monitoru.

**Tablica 14 - čitljivost koda na svakom bridu ambalaže**

	Brid 1	Brid 2	Brid 3	Brid 4	Brid 5	Brid 6
Android Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+
iOS Microsoft Tag	+	+	+	+	+	+

Tablica 14 prikazuje čitljivost koda koji je postavljen na svaki brid ambalaže prikazanoj na slici 61. Istraživanje je pokazalo da kako god se ambalaža postavi kod ne gubi svoju čitljivost. Mjerenje je provedeno na način da su se uređaji za čitanje koda postavili na poziciju koja je bila udaljena 20 cm od ambalaže. Ispred uređaja je postavljana ambalaža u raznim pozicijama kako bi se utvrdilo utječe li to na čitljivost. Istraživanje je pokazalo da ukoliko ambalaža na svakom bridu ima kod, čitljivost tog koda neće biti ugrožena.



**Slika 61 - prikaz makete ambalaže sa Microsoft Tag kodom na svakom bridu**

Rezultati istraživanja pokazali su da svi modificirani kodovi mogu podnijeti promjene unutar i u pozadini pročelja a da time ne izgube svoje svojstvo čitljivosti. Prilikom očitavanja barkod čitačima postignuti su nešto slabiji rezultati. Uzrok tome je spektar u kojem barkod čitač očitava kodove, a to je infracrveni spektar. Iako na čitljivost kod optičkih čitača utječu kut čitanja i udaljenost, u realnim uvjetima svi su kodovi pokazali čitljivost od 100%. Realni uvjeti očitavanja su kada je kod okomit na uređajem te kada je na udaljenosti do 20 cm.

Svaki od uređenih kodova može podnijeti otklon u kutu čitanja čak do 60° iako je se tu kao iznimka pronašao kod Data Matrix. Na čitanje tog koda negativno je utjecao i čitač Neo Reader, dok je čitač i-nigma pokazao znatno bolje rezultate. Također kod Data Matrix s promjenama u pozadini imao je vrlo nisku stopu čitanja ovisno o kutu.

Kao nedostatak kod nekih kodova pokazala se i udaljenost koda od uređaja. Udaljenost je bila slaba točka kod očitavanja koda PDF417 bez obzira na podlogu i promjene kojima je podvrgnut. Taj kod ostvario je čitljivost samo na udaljenostima do 30 cm.

Oba Microsoft Tag koda očitavana su bez problema u svima zadanim uvjetima, bilo da se radi o promjeni u pročelju ili promjeni unutar koda. Na njihovo čitanje nisu utjecali ni kut očitavanja, ni podloga niti udaljenost od uređaja. U svim ovjetima ovi kodovi su postigli očitavanje od 100%.

Kada se sumiraju svi rezultati istraživanja, zaključeno je da su hipoteze potvrđene. To znači, da kodovi mogu podnijeti promjene unutar i u pozadini samog koda a da pritom ne izgube svoje osnovno svojstvo a to je prijenos informacija. Također je potvrđeno da postavljenje koda na svaki brid ambalaže omogućuje automatski prolaz kroz čitače.



## 5. ZAKLJUČAK

Projektiranje i primjena individualiziranih 2D kodova PDF417, Data Matrix i Microsoft Tag pokazala se kao izvrstan i kreativan način ugradnje računarskih grafika unutar kodnih struktura. Individualizirani kodovi služe za pružanje informacija na interaktivan i inovativan način. Prilikom uporabe takvih modificiranih kodova izvršena su mjerenja s barkod čitačem i optičkim čitačima na pametnim telefonima putem aplikacija i-nigma, Neo Reader i Microsoft tag. Mogućnost čitanja obojenih kodova barkod čitačem prikazana je kod PDF417 koda, koji je u svim uvjetima bio čitan.

S obzirom da su optički čitači danas dostupni svima putem pametnih telefona koji posjeduju mogućnost instalacije aplikacija koje rade kao optički čitači, primjena takvih individualiziranih kodova ima budućnost u grafičkoj industriji i obilježavanju proizvoda. 2D kodovi imaju funkciju pohrane većeg broja informacija no oni ipak na neki način moraju privući korisnika da ih očita a za to je vrlo važna njihova individualizacija i prilagodba dizajnu.

Ovim radom utvrđeno je kako odabrani 2D kodovi mogu podnijeti promjene i prilagoditi se dizajnu nekog grafičkog proizvoda. Pri tome oni ne gube svoje osnovno svojstvo, a to je prijenos informacija. Stilizirani i individualizirani kodovi mogli bi zauzeti vrlo važno mjesto u marketingu i promociji proizvoda ili usluge.

Iako je među 2D kodovima u marketinške svrhe najčešće korišten QR kod to ne isključuje ostale 2D kodove iz primjene u grafičkoj industriji. Tako se pokazalo da su i PDF417, Data Matrix i posebice Microsoft Tag sposobni podnijeti promjene unutar koda i u pozadini koda i prilagoditi se dizajnu. Može se zaključiti da, iako i PDF417 i Data Matrix imaju izvrsna svojstva, Microsoft Tag predstavlja budućnost u primjeni 2D kodova u grafičkoj industriji.

## Popis literature

1. \*\*\*<http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/2D-barcode> - *Search Mobile Computing*, 02.06.2013.
2. \*\*\*<http://inventors.about.com/od/bstartinventions/a/Bar-Codes.htm> –*Inventors*, 04.06.2013.
3. \*\*\* <http://www.adams1.com/stack.html> - *Bar Code1*, 07.06.2013.
4. \*\*\* <http://www.denso-wave.com/en/> - *Denso Wave*, 08.06.2013.
5. Roger C. P., (1991.), *The Bar Code Book*, Helmers Pub, Chicago
6. \*\*\*<http://web.studenti.math.pmf.unizg.hr/~dmiocev/DvaDBarKod.html> - 2D bar kod, 15.06.2013.
7. \*\*\*<http://science.howstuffworks.com/innovation/repurposed-inventions/2d-barcodes.htm> – *How Stuff Works*, 21.06.2013.
8. \*\*\*<http://bs.scribd.com/doc/151756041/Logistika-i-Spedicija-1> – Scribd, 28.06.2013.
9. \*\*\*<http://www.forbes.com/sites/capitalonespark/2013/04/12/qr-codes-5-surprising-uses-that-benefit-customers/> - *Forbes*, 03.07.2013.
10. Hiroko K., Douglas C., Keng T., (2010.), *Barcodes for Mobile Devices*, Cambridge University Press, Cambridge
11. \*\*\*<http://tag.microsoft.com/home.aspx> – Microsoft Tag, 21.08.2013.

## **Popis kratica**

1D – jednodimenzionalan

2D – dvodimenzionalan

QR – quick response

RCA - Radio Corporation of America

IBM – International Business Machines

UPC – Universal Product Code

EAN – European Article Number

HCCB – High Capacity Color Barcodes

3D – trodimenzionalan

POS – Point Of Sale

CCD – Charged Coupled Device

## Popis slika

Slika 1 - prikaz upotrebe "bull's eye" koda .....	4
Slika 2 - primjer UPC i EAN koda.....	5
Slika 3 - prvi 2D kod, kod 49 .....	6
Slika 4 - Ted Williamsovi kodovi, kod 16K i kod 1 .....	7
Slika 5 - PDF417 kod .....	7
Slika 6 - QR kod.....	8
Slika 7 - Data Matrix kod .....	8
Slika 8 - Microsoft Tag kod.....	9
Slika 9 - 3D kod.....	9
Slika 10 - razlika između PDF417 koda sa 6 znakove te 180 znakova .....	10
Slika 11 - razlika između Data Matrix koda sa 6 i 180 znakova .....	11
Slika 12 - prikaz Kaywa generatora kodova .....	13
Slika 13 - prikaz aplikacije čitača kodova - i-nigma .....	14
Slika 14 - primjeri uporabe 2D kodova .....	16
Slika 15 - prikaz kodne riječi koda PDF417.....	18
Slika 16 - struktura koda PDF417 .....	19
Slika 17 - struktura Data Matrix koda .....	22
Slika 18 - ECC 200 i ECC 000 .....	23
Slika 19 - marketinška mogućnost koda.....	24
Slika 20 - ručni čitač.....	25
Slika 21 - Microsoft Tag kod.....	26
Slika 22 - stilski uređen Microsoft Tag kod.....	27
Slika 23 - prikaz Microsoft Tag servera .....	28
Slika 24 - primjer uporabe 2D koda u grafičkoj industriji .....	29
Slika 25 - generirani PDF417 .....	32

Slika 26 - dobivene informacije nakon čitanja koda.....	32
Slika 27 - generirani Data Matrix kod .....	33
Slika 28 - informacije sadržane u kodu PDF417 .....	33
Slika 29 - generirani Microsoft Tag kodovi .....	34
Slika 30 - informacije pohranjene u Microsoft Tag kodovima .....	34
Slika 31 - modificirani PDF417 kod .....	35
Slika 32 - radna površina prilikom izrade koda PDF417.....	35
Slika 33 - modificirani Data Matrix kod .....	36
Slika 34 – radna površina prilikom izrade Data Matrix koda.....	36
Slika 35 - modificirani Microsoft Tag .....	37
Slika 36 - radna površina prilikom izrade Microsoft Taga.....	37
Slika 37 - modificirani Microsoft Tag .....	38
Slika 38 - radna površina izrade Microsoft Tag koda .....	38
Slika 39 - Promjena u pozadini koda PDF417.....	39
Slika 40 - kod PDF417 sa promijenjenom bojom pročelja i pozadine.....	39
Slika 41 - Microsoft Tag sa dodanom teksturom u pozadinu koda.....	40
Slika 42 - drugi Microsoft Tag sa dodanom pozadinom .....	40
Slika 43 - primjena modificiranog PDF417 koda .....	41
Slika 44 - primjena modificiranog Data Matrix koda .....	42
Slika 45 - primjena modificiranog Microsoft Tag koda.....	42
Slika 46 - primjena modificiranog Microsoft Tag koda sa kružićima.....	43
Slika 47 - čitljivost kodova barkod čitačem.....	46
Slika 48 - čitljivost kodova putem barkod čitača obzirom na promjene .....	46
Slika 49 - čitljivost kodova barkod čitačem obzirom na podlogu.....	47
Slika 50 - grafički prikaz čitljivosti koda PDF417 s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na kut čitanja .....	49

Slika 51 - grafički prikaz čitljivost koda PDF 417 s promjenama unutar i u pozadini koda s obzirom na udaljenost.....	50
Slika 52 - grafički prikaz čitljivosti Data Matrix koda s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na kut očitavanja .....	53
Slika 53 - grafički prikaz čitljivosti Data Matrix koda s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na udaljenost .....	55
Slika 54- grafički prikaz čitljivosti Microsoft Tag koda (trokuti) s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na kut očitavanja.....	57
Slika 55 - grafički prikaz čitljivosti Microsoft Tag koda (trokuti) s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na udaljenost .....	58
Slika 56 - grafički prikaz čitljivosti Microsoft Tag koda (kružići) s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na kut očitavanja.....	59
Slika 57 - grafički prikaz čitljivosti Microsoft Tag koda (kružići) s promjenama unutar i u pozadini koda obzirom na udaljenost .....	60
Slika 58 - usporedba čitljivosti kodova s obzirom na podlogu .....	61
Slika 59 - usporedba čitljivosti kodova s promjenama u pročelju i pozadini obzirom na udaljenost.....	62
Slika 60 - usporedba čitljivosti kodova s promjenama u pročelju i pozadini obzirom na kut čitanja .....	63
Slika 61 - prikaz makete ambalaže sa Microsoft Tag kodom na svakom bridu .....	64

## **Popis tablica**

Tablica 1 - čitljivost kodova barkod čitačem .....	45
Tablica 2 - čitljivost koda PDF417 s obzirom na promjene.....	48
Tablica 3 - čitljivost koda PDF417 s obzirom na kut očitavanja.....	49
Tablica 4 - čitljivost koda PDF417 s obzirom na udaljenost .....	50
Tablica 5 - čitljivost koda Data Matrix.....	51
Tablica 6 - čitljivost Data Matrix koda obzirom na kut očitavanja .....	52
Tablica 7 - čitljivost Data Matrix s obzirom na udaljenost.....	54
Tablica 8 - čitljivost Microsoft tag koda s trokutima .....	56
Tablica 9 - čitljivost Microsoft Tag koda s kružićima.....	56
Tablica 10 - čitljivost Microsot Tag koda s trokutima obzirom na kut očitavanja ...	57
Tablica 11 - čitljivost koda Microsoft Tag (trokuti) s obzirom na udaljenost.....	58
Tablica 12 - čitljivost Microsot Tag koda s kružićima obzirom na kut očitavanja ...	59
Tablica 13 - čitljivost koda Microsoft Tag (kružići) s obzirom na udaljenost .....	60
Tablica 14 - čitljivost koda na svakom bridu ambalaže .....	64

## **Popis priloga**

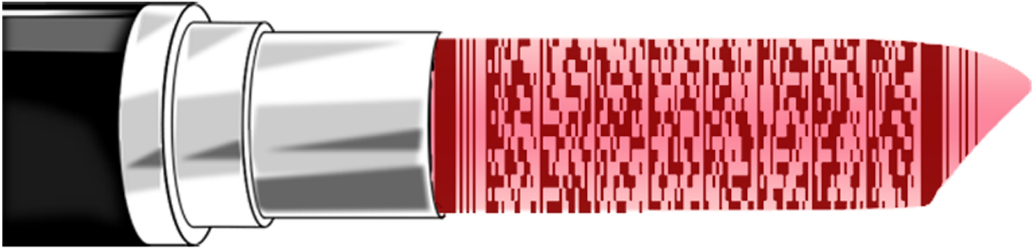
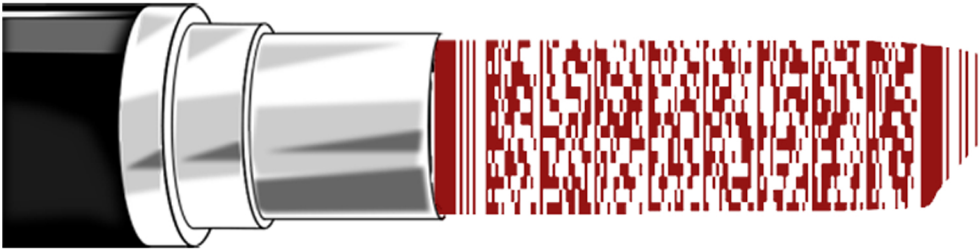
PRILOG 1

PRILOG 2

PRILOG 3

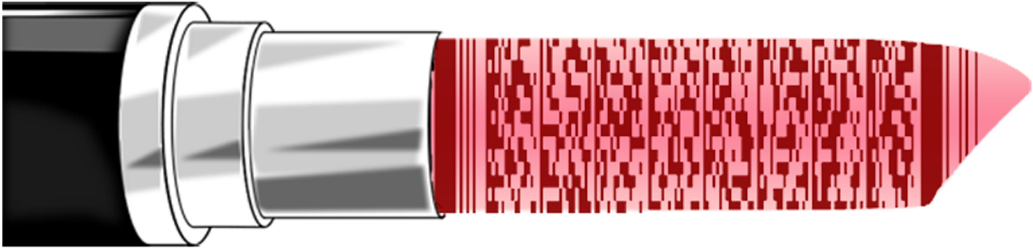
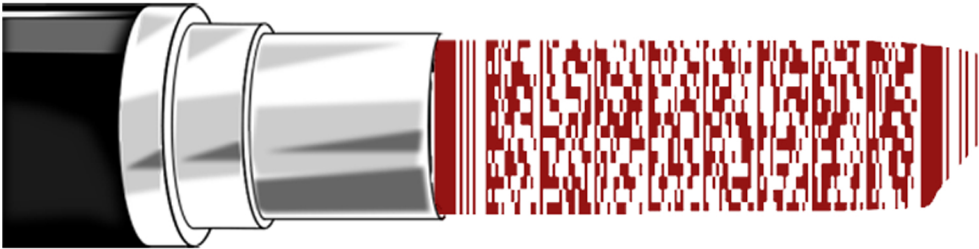
PRILOG 4

# Prilog 1

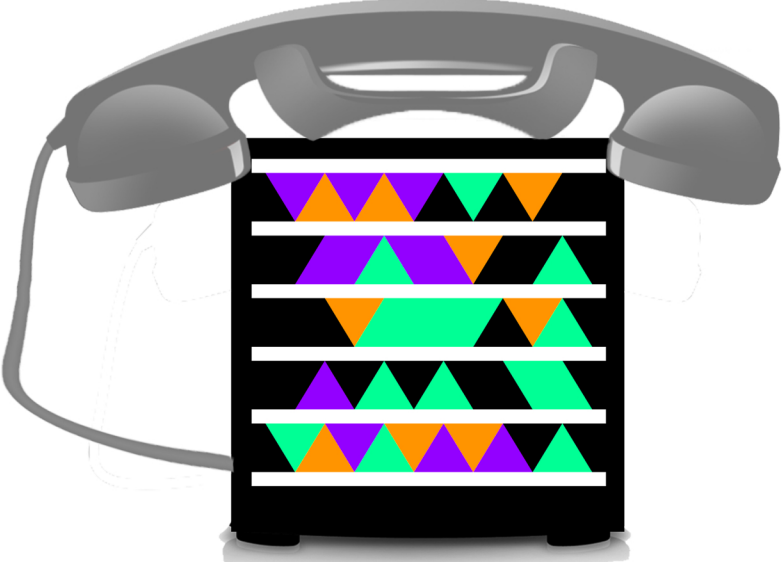
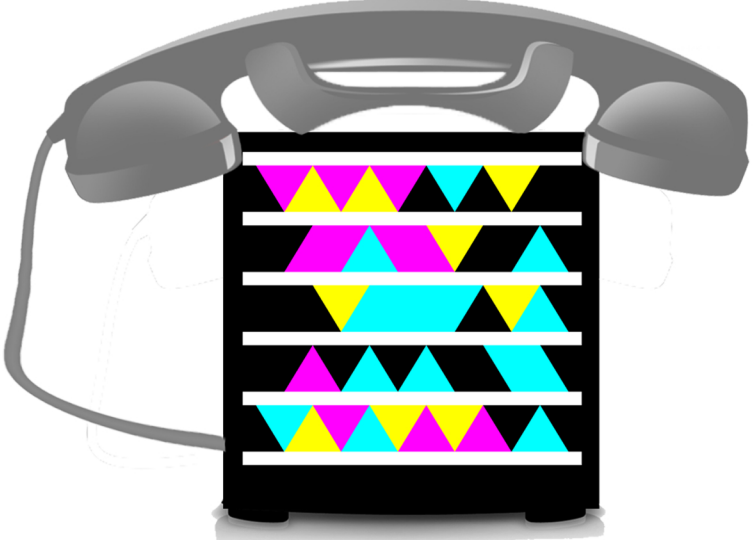




# Prilog 2



# Prilog 3



# Prilog 4

