

# Stohastička tipografija u sigurnosnoj grafici

---

**Stanić Loknar, Nikolina**

**Doctoral thesis / Doktorski rad**

**2010**

*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:216:878708>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-19**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF GRAPHIC ARTS

Nikolina Stanić Loknar

**STOCHASTIC TYPOGRAPHY IN  
SECURITIES GRAPHICS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2010

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

Nikolina Stanić Loknar

**STOHAŠTIČKA TIPOGRAFIJA U  
SIGURNOSNOJ GRAFICI**

DOKTORSKI RAD

Mentor:  
Klaudio Pap

Zagreb, 2010

## Posveta

Ovaj rad posvećujem svojoj obitelji, posebno kćerkici Tonki koja mi je bila najveća inspiracija i poticaj za izradu ovog rada.

## Zahvala

Zahvaljujem svom mentoru izv. prof. dr. sc. Klaudiu Papu, te prof. dr. sc. Vilku Žiljaku na podršci pri odabiru teme i svesrdnoj pomoći tijekom izrade disertacije. Zahvaljujem i članovima povjerenstva:

1. prof. dr. sc. Darku Agiću, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet - članu
2. prof. dr. sc. Antunu Korenu, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet - članu
3. prof. dr. sc. Damiru Borasu, Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet - vanjskom članu
4. doc. dr. sc. Mariu Barišiću, Sveučilište u Osijeku, Filozofski fakultet - vanjskom članu zamjeniku

na korisnim sugestijama i stručnim savjetima vezanim uz istraživanja u ovoj disertaciji.

UDK:	655.2:004.91:343.51
Znanstveno područje:	Tehničke znanosti
Znanstveno polje:	Grafička tehnologija
Institucija u kojoj je izveden rad:	Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Naslov rada:	Stohastička tipografija u sigurnosnoj grafici
Ključne riječi:	Tipografija, stohastika, sigurnosna grafika, rasterski elementi
Voditelj rada:	Prof. dr. sc Klaudio Pap
Broj stranica:	162
Broj slika:	99
Broj tablica:	19
Broj grafikona:	12
Broj literaturnih referenci:	83
Jezik teksta:	Hrvatski
Jezik sažetka:	Hrvatski i Engleski
Sastav povjerenstva:	

1. prof. dr. sc. Vilko Žiljak , Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet - predsjednik
2. prof. dr. sc. Klaudio Pap, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet - mentor
3. prof. dr. sc. Darko Agić, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet - član
4. prof. dr. sc. Antun Koren, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet - član
5. prof. dr. sc. Damir Boras, Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet - vanjski član
6. doc. dr. sc. Mario Barišić, Sveučilište u Osijeku, Filozofski fakultet - vanjski član zamjenik

Datum obrane doktorske disertacije: 5. studeni 2010.g.

Mjesto obrane doktorske disertacije: Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

Povjerenstvo za obranu doktorske disertacije donijelo je sljedeću odluku:

„Obranila – jednoglasnom odlukom Povjerenstva“

Zagreb, 5. studenog 2010.

## SAŽETAK

Naslov radnje: Stohastička tipografija u sigurnosnoj grafici

Ključne riječi: Tipografija, stohastika, sigurnosna grafika, rasterski elementi

Disertacija proširuje i otvara novi pristup kreiranja tipografije u sigurnosnoj grafici. Tijekom više godina istraživanja uočeno je da ovakva tema nije obrađivana i prezentirana preko stohastičkog pristupa. Pokazala se potreba za uvođenjem vlastitih programskih rješenja izvedenih unutar PostScript jezika na mutacijskoj tipografiji. Prezentirani su fontovi nastali upotrebom digitalnih alata i njihova upotreba u zaštitnoj tipografiji. Projektira se mutacija novih fontova na vrijednosnicama i dokumentima. Mutacije su izvedene provlačenjem tekstova kroz unaprijed stvorene programe. U radu se prezentiraju gradacije svjetline tonova pismovnog reza izvedenih u mikrotipografiji. Osim zaštitnih svojstava mikrotipografija nudi i individualna dizajnerska rješenja.

Predstavljani su novi rasterski elementi čija upotreba je omogućena razvojem digitalnog tiska. Stohastički pristup i stvaranje generatora slučajnih brojeva omogućio je kreiranje zaštitnih tipografskih rješenja baziranih na pseudoslučajnom izboru rasterskih elemenata, linijature i kutova rastera. Uvodi se i rastriranje pomoću originalno projektiranih oblika rasterskih elemenata - slovnih znakova. Kreirani su piktogrami u obliku slovnih znakova, te u svrhu kreiranja posebno oblikovanih rasterskih elemenata. Na njima su provedena mjerenja pokrivenosti svih znakova pojedinih fontova, te su uspješno korišteni kao rasterski elementi stvarajući reprodukcije na nov način. Izvedene su programske deformacije piksela koje omogućuju dodatnu zaštitu prilikom pokušaja krivotvorenja vrijednosnica. Upotrebom nekoliko različitih generatora slučajnih brojeva postiže se potpuna nezavisnost pojedinih parametara u programima i poboljšavaju se zaštitna svojstva takvih rješenja.

Dokazane su prednosti tipografije nad linijskom grafikom u području zaštite dokumenata. Prilikom istraživanja se ušlo u grafiku za infracrveni dio spektra kako bi se istražile mogućnosti stvaranja zaštitne tipografske informacije u tom području. Razvojem uređaja, instrumenata i alata proširuju se mogućnosti krivotvorenja vrijednosnica pa je potreba za novim sigurnosnim elementima i oblicima zaštite naročito izražena.

## SUMMARY

Title: Stochastic typography in security graphics

Key words: typography, stochastic, security graphics, screening elements

This dissertation widens the range and opens a new approach to creating typography in security graphics. During several years of research it has been noticed that this subject has not been yet elaborated or presented through the stochastic approach. There was a need to introduce one's own program solutions carried out within the Post Script language on mutational typography. Fonts that were created by using digital tools are presented here as well as their use in security typography. Mutation of new fonts is being designed in securities and documents. The mutations are carried out by having texts go through programs created in advance. The paper presents gradation of the letter cut shade brightness carried out in micro typography. Besides offering security properties, micro typography also offers individual design solutions.

New screening elements are introduced, the use of which is made possible with the development of digital printing. The stochastic approach and creating of random number generators have made it possible to create security typographic designs based on pseudo random screening element, liniature and screening angle choice. Screening with the help of originally designed screening element forms – alphabetic characters is also introduced. Pictograms in the form of characters have been designed with the goal of creating specially formed screening elements.

Measurements have been made as to the covering capacity of all characters belonging to some fonts, and they have been successfully used as screening elements that produce reproductions in a new manner. Pixel program deformations were carried out that provide additional protection against efforts to counterfeit securities. With the use of several different random number generators, complete independence of certain parameters in the programs is achieved, and the security characteristics of such solutions are improved.

The advantages of typography over linear graphics are proven in the area of document security. During research work the area of graphics linked with the infrared

spectre area has also been entered in order to investigate the possibilities in creating security typographic information in this area too.

With the development of device, instruments and tools the possibilities of security counterfeiting are growing, so the need for new security elements and forms of protection is especially pronounced.



**SADRŽAJ**

<b>1. Uvod</b>	<b>5</b>
1.1. Cilj, hipoteze istraživanja i znanstveni doprinos	9
1.2. Dosadašnja istraživanja	10
1.3. Plan i metode istraživanja	13
<b>2. Analiza fontova na vrijednosnicama</b>	<b>16</b>
2.1. Analiza tipografije papirnatog novca kroz povijest	18
2.2. Analiza tipografije dizajnerskih prijedloga novčanica EUR-a	24
<b>3. Razvoj vlastitih alata za izvođenje eksperimenata</b>	<b>30</b>
3.1. Generatori slučajnih brojeva	30
3.2. Komandni jezik za potrebe, primjene i izvođenje eksperimenata	33
<b>4. Individualiziranje deformacije piksela kao vlastito rješenje sigurnosne grafike</b>	<b>37</b>
4.1. Transformacijska matrica piksela	39
4.2. Definicija piksela preko inverzne transformacije	40
4.3. Deformacije slikovnih elemenata	44
<b>5. Eksperimentalni rad</b>	<b>49</b>
5.1. Novi rasterski elementi i njihovi algoritmi	49
5.2. Rastriranje sa tipografskim elementima	61
5.2.1. Slovni znakovi kao rasterski elementi u sigurnosnoj grafici	62
5.2.2. Piktogrami kao rasterski elementi u sigurnosnoj grafici	77
5.3. Rastriranje sa slovnim elementima u boji	85
5.4. Gradacija mikrotipografije u sigurnosnoj grafici	101
5.5. Prednosti tipografije nad linijskom grafikom	103

<b>6. Klasifikacije digitalnih rukopisnih fontova kao osnova za razvoj rasterskih elemenata</b>	<b>106</b>
6.1. E-alati	107
6.2. Fontovi nastali kroz Postscript programiranje	113
<b>7. Tipografija sa stohastičkim mutacijama u sigurnosnom tisku</b>	<b>115</b>
7.1. Pseudoslučajana promjena položaja tipografskih elemenata	128
7.2. Pseudoslučajana promjena boje tipografskih elemenata	131
7.3. Pseudoslučajni izbor veličine tipografskih elemenata	133
<b>8. Tipografija u poglavlju UV i infracrvenog dizajna</b>	<b>136</b>
8.1. Tipografija sa UV bojama	136
8.2. Stohastički definirana infracrvena boja sivog tona kao zaštitna tipografija	137
<b>9. Zaključak</b>	<b>143</b>
<b>10. Literatura</b>	<b>146</b>
<b>11. Popis slika, tablica i grafikona</b>	<b>154</b>
<b>12. Životopis</b>	<b>159</b>

## 1. UVOD

Tema „Stohastička tipografija u sigurnosnoj grafici“ obuhvaća izradu i prijedloge novih metoda u grafičkom području zaštite razvijajući vlastite algoritme. Teži se individualizaciji pri dizajnerskim i sigurnosnim rješenjima vrijednosnica i osobnih dokumenata. Isto pismo korišteno na vrijednosnici, ali izvedeno u algoritamskim transformacijama stvara novo rješenje i doprinosi većoj zaštiti u sigurnosnoj grafici. Uvođenje stohastike u tipografiju postaje moguće tek uvođenjem računala u izradu tipografskih rješenja. Do tada tipografija se svodila na izradu lijevanih olovnih slova, kasnije fotosloga [Mesaroš, 1983, 1985]. Razvojem računala i primjenom Bezierove krivulje [Stanić, 2007, pp16-18] omogućeno je dizajniranje mnoštva fontova sa uredno zaobljenim linijama. Kontrola poteza slovnih znakova omogućuje manipuliranje fontovima i otvara mogućnosti ispitivanja tipografije sa stohastičkim obilježjima.

U radnji će se koristiti vlastiti komandni jezik za potrebe izvođenja eksperimenata u svrhu dokazivanja zadanih ciljeva i postavljenih hipoteza. Komandni jezik omogućuje ulazak u istraživanje područja stohastičke tipografije. Kreiraju se i vlastiti generatori slučajnih brojeva koji proširuju mogućnosti programskih rješenja i doprinose većoj efikasnosti zaštitnih elemenata u sigurnosnoj grafici.

Provesti će se posebna studija o velikim slovnim znakovima koji podrazumijevaju nominale na novčanicama gdje posebno dolazi do izražaja stohastički izbor boje. Analizirati će se i tipografija na starijim novčanicama u svrhu praćenja razvoja ugradnje zaštitnih elemenata na vrijednosnicama. Izvesti će se analiza dosadašnjih primjera natječajne dokumentacije u izboru tipografije na vrijednosnicama. To su uvijek posebno kreirani fontovi za tu svrhu. Iako su takvi fontovi stvarani od raznih autora pregledati će se i pronaći razlike i sličnosti među njima i ocijeniti kvaliteta ponuđenih zaštita od krivotvorenja tipografije.

Prezentirati će se fontovi nastali upotrebom ponuđenih digitalnih e-alata kompjuterskih programa za izradu slovnih znakova kao što su: e-kist, e-pero i e-olovka. Prikazuju se i fontovi nastali razvojem vlastitih alata za oblikovanje slovnih

znakova [Stanić-Loknar et al. 2009, pp 53-60]. Tako izvedeni fontovi koriste se za daljnja istraživanja i testiranja u svrhu upotrebe u području sigurnosne grafike. Korištenjem i testiranjem fontova istovremeno se provodi verifikacija predloženih alata za izradu e-fontova. Predlažu se nove klasifikacije rukopisnih oblika izrađenih korištenjem digitalnih alata u svrhu istraživanja stohastičke tipografije u sigurnosnoj grafici. Takvi fontovi se koriste kao osnova za stvaranje mutanata.

Do danas nisu izučavani mutant fontovi koji nastaju transformacijama kroz novokreirane PostScript rutine. Mutanti podrazumijevaju deformacije slovnih znakova unutar PostScript programiranja kontrolirajući stekovno adresiranje. Izvedeni su algoritmi za stohastičko mutiranje i rastriranje fontova. Najviši stupanj individualizacije čine slučajno izabrani parametri linija i krivulja u zatvorenom skupu mogućih pomaka ili slučajno izabran oblik rasterskog elementa za svaki slikovni element posebno. Postoje eksperimenti sa stohastičkim promjenama Bezier krivulje u vektorskoj grafici koji su izučavani prethodnih godina i djelomično objavljavani [Pap, Žiljak, 1998].

Razvojem digitalnog tiska omogućena je upotreba različitih oblika rasterskih elemenata u reprodukciji [Žiljak V., 2003., Pap et al. 2007]. Izvedeni su novi rasterski oblici koji će u disertaciji biti primjenjeni na tipografiji u sigurnosnoj grafici. Rastriranje tipografije na vrijednosnicama znatno smanjuje mogućnost krivotvorenja. Primjena novih rasterskih oblika moguća je u mnogim granama grafičkog oblikovanja, od reklamiranja do izrade važnih dokumenata koji moraju poštovati standarde sigurnosti od krivotvorenja. Simulacija rastriranja daje nam opsežan uvid u ponašanje moirea. Programiranje s novim rasterima omogućuje individualizaciju tako da svaki dokument ima svoje rješenje [Žiljak J. et al. 2003, pp143-150]. Raspored rasterskih elemenata može biti generiran nizom pseudoslučajnih brojeva što potpuno onemogućuje krivotvorenje. Prezentiraju se metode i algoritmi stohastičkog rastriranja koje će imati svoju primjenu u tipografiji vrijednosnica. Unutar PostScript programiranja izvode se i rutine za oblikovanje stohastičkih mutacija grafičkih elemenata.

Korištenjem slovnih znakova kao rasterskih elemenata postići će se individualizirana i jedinstvena tipografska rješenja. Ispitati će se slovni znakovi općepoznatih fontova

kao i novodizajniranih fontova i usporediti njihove mogućnosti primjene kao rasterskih elementa. Da bi se moglo koristiti slovne znakove kao rasterske elemente potrebno je provesti mjerenja pokrivenosti fontova. Kvalitetno rastriranje sa tipografskim elementima može se izvesti samo sa fontovima koji postižu zadovoljavajuće raspone zacrnjenja među slovničkim znakovima. Ista primjena izvesti će se i sa piktogramima. Piktogrami su dizajnirani za izvođenje eksperimenata u radnji. Izbor slovničkih znakova i piktograma kao rasterskih elemenata izvodi se stohastičkim metodama što omogućuje vrhunsku zaštitu protiv krivotvorenja.

Ispituju se i testiraju mogućnosti gradacije kod mikrotipografije u sigurnosnoj grafici. Gradacija se odnosi na promjenu svjetline izvedene promjenom pismovnog reza. Uloga mikroteksta nije samo u zaštiti od krivotvorenja nego se njime mogu postići i različita dizajnerska rješenja što mu daje mogućnost šire primjene [Stanić et al.2007, pp 150-154]. Individualizirani znakovi i posebno dizajnirani fontovi čine zaštitu još efikasnijom.

Uvođenjem gradacije svjetline na mikrotipografiji izvedenih fontova poboljšava se zaštita u sigurnosnoj grafici. Proširenje istraživanja se odnosi na tipografiju projektiranu za instrumentalno utvrđivanje autentičnosti dokumenata, a promatrano u valnim duljinama infracrvenog i ultraljubičastog područja. U tu svrhu se ciljano planira ugradnja informacija s dvostrukim pojavljivanjem i dokazivanjem o njenoj originalnosti [Žiljak I. et al.2009, pp 24-31]. Istraživanja, koja su provođena zadnjih godina, obrađuju područje mikroteksta koji je prisutan na vrijednosnicama i dokumentima [Sviličić et al.2002]. Mikrotekst je sam po sebi jedna od zaštita jer skeneri ne mogu jasno ni oštro odrediti rubove slova. Tisak mikroteksta provodi se uvijek sa spot bojama. Boje ne smiju biti iz RGB i CMYK skale kako bi se onemogućila reprodukcija korištenjem transformacije unutar ta dva sustava. Mikrotekst je instrumentalno čitljiva informacija uvijek potpuno poznata širokom krugu onih koji takav dokument ili vrijednosnicu imaju u opticaju.

Ispituju se i prednosti tipografije nad linijskom grafikom kod rješenja u sigurnosnom tisku. Tipografija može prikazati informaciju, ali je može i sakriti ovisno što se njome želi postići.

Današnje vrijednosnice imaju različite boje koje se odazivaju u ultraljubičastom, infracrvenom i dnevnom svjetlu [Žiljak I. et al.2009 b, pp 219-225]. Provesti će se mjerenja odaziva svjetlosti od pojedinih boja. Boje koje se ispituju u tipografiji zaštitne grafike su optički varijabilne boje, zaštitine boje, infracrvene i ultraljubičaste.

Istraživanja se temelje na stohastičkom izboru boje u tipografiji vrijednosnica koja daju jedinstvena i neponovljiva rješenja. Postupak izrade je nemoguće ponoviti ako se neznaju algoritimi po kojima su rješenja izvedena.

Kao zaključak u disertaciji predstaviti će se prednosti vlastitih algoritama u sigurnosnoj grafici. Naročito će se istaknuti predstavljena unapređenja izvedena s mutirajućim stohastičkim grafikama u infracrvenom području.

### 1.1. Cilj, hipoteze istraživanja i znanstveni doprinos

Cilj je uvođenje novih modela u zaštitnu tipografiju. To se odnosi na područje mutirajuće grafike s planiranjem zaštitnih boja. U tu svrhu postavljaju se hipoteze istraživanja:

1. Transformacijska stanja grafike povećavaju individualnost izvedbe i doprinose zaštiti od krivotvorenja. Razvoj vlastitih rutina omogućuje mutiranje i stohastičko programiranje u sigurnosnoj grafici. Gradacijom mikrotipografije postiže se antiskenerska zaštita.

2. Programibilni dinamički rasterski oblici postaju osnova za stohastičko definiranje mikroelementa u fontovima.

3. Ugradnja boja koje imaju dvostruka svojstva, i dvostruku informaciju u tipografiji je unapređenje u zaštiti originala

Očekivani znanstveni doprinos ove disertacije je stvaranje novih alata za direktno rješavanje složenih zadataka u tipografiji vrijednosnica. Prezentiraju se i izrađuju mnogi mutant fontovi i njihove klasifikacije koje do sada nisu postojale. Oni podrazumijevaju deformacije slovnih znakova unutar PostScript programiranja kontrolirajući stogovno adresiranje. Stvoreni su softverski alati za direktno rješavanje zadataka u mutirajućoj tipografiji, tipografiji mikroteksta i stohastičkoj tipografiji na vrijednosnicama.

Korištenjem slovnih znakova kao rasterskih elemenata postižu se individualizirana i jedinstvena tipografska rješenja. Stvaraju se stohastički rastrirane površine sa mikroelementima generiranim iz individualiziranih fontova. Rastriranje je potpuno individualizirano, po obliku, kutu napredovanja i linijaturi.

Doprinos je uvođenje novih modela u zaštitnoj tipografiji koristeći široki raspon vidljivih i nevidljivih boja. Tipografija u poglavlju infracrvenog dizajna, valne duljine od 700 do 1000 nm, predstavlja doprinos kao nova rješenja u sigurnosnoj grafici. Predlažu se novi elementi zaštite protiv krivotvorenja tipografije u sigurnosnom tisku.

## 1.2. Dosadašnja istraživanja

Tijekom više godina rada na tipografiji moja istraživanja su usmjerena na digitalno područje u zaštitnoj grafici. U objavljenim radovima od 2005. g. prezentirani su rezultati znanstveno-istraživačkog rada. U tim radovima, su dati moji doprinosi razvoju novih elemenata s naglaskom na sigurnosnu tipografiju. Obradeno je područje digitalizacije rukopisnih pisama. Stvorene su i priložene procedure za sustavnu izradu digitalnih rukopisnih oblika [Stanić et al. 2006 a, pp:98-90]. Klasificirane su pogreške, te je utvrđena programska zakonitost u poboljšanju tehnologije oblikovanja znakova koji moraju imati jedinstvenost pismovnog reza, zacrnjenja i debljinske vrijednosti unutar istoga fonta [Žiljak I, et al. pp:103-104]. Predloženi su standardi u izvedbi osobnih pisama u stilovima od svijetlih, (eng. ultra light) do potpuno tamnog pismovnog reza. Fontovi se mogu kreirati i na bazi specifičnih elemenata slovnih znakova [Stanić Loknar, Možina, 2008, pp: 14]. Istraživanja su bazirana na mjerenju parametara koji određuju digitalni font: svjetlina, čitljivost, primjena u tiskarskom i elektroničkom izdanju, pismovni rez. Da bi se izvela kvantitativna analiza korištene su metode translacije pisma u slikovnu, piksel strukturu. Tijekom dosadašnjeg rada izrađeni su algoritmi za analizu zacrnjenja tekstualne grafičke stranice [Stanić, 2007, pp: 65-72]. Isti softverski alati mogu se primijeniti i za druge pismovne skupine u izradi disertacije. U magistarskom radu su dane preporuke za sređivanje tipografskog reza koje za elektroničke pismovne oblike još nisu objavljivane. Ponuđena su rješenja za izradu svih dijelova osobnih slovnih znakova.

U posljednjih desetak godina nastalo je mnoštvo novih fontova koji se ne mogu svrstati ni u jednu dosadašnju klasifikaciju. Naročito velik broj fontova se odnosi na digitalne rukopisne oblike nastale upotrebom elektroničkih kistova, olovaka i pera. Dani su prijedlozi nove klasifikacije rukopisnih oblika nastalih upotrebom tih e-alata [Stanić Loknar et al. 2008, pp:13]. Razvijeni su vlastiti alati za digitalne fontove. Ova istraživanja biti će nastavljena i proširena u ovom radu. Takvi fontovi se koriste kao osnova za stvaranje mutanata. Oni podrazumijevaju deformacije slovnih znakova unutar PostScript programiranja kontrolirajući stogovno adresiranje [Stanić Loknar et al. 2010, pp:51].



Istraživana je problematika prikazivanja slovnih znakova prema propisanim UNICODE pozicijama. Iako tijekom stvaranja i generiranja fontova znakove smjestimo na za njih propisane UNICODE pozicije oni se korištenjem fontova u tekst editorima ne prikazuju. Problemi se javljaju za pojedine slovne znakove ovisno o računalu i sistemu kojega koristi. Prilikom istraživanja u području zaštite tipografije i rastriranja fontova prikazivanje specifičnih hrvatskih znakova kroz PostScript programiranje predstavljalo je veliki problem. Rješenje je pronađeno instalacijom programa za konverziju .ttf formata u .afm i .pfb formate, te modificiranjem True Type fontova za stvaranje odgovarajućih PostScript .pfb formata. Za dokumente kojima se žele prikazati karakteristična slova hrvatske abecede predložen je sustav prekodiranja koji će podržati mutantnu tipografiju. Odabire se ISO8859-2 ili Latin 2 kodiranje, koji nudi prikaz specifičnih hrvatskih znakova [Koren et al. 2009].

Razvojem digitalnog rastriranja omogućena je upotreba različitih oblika rasterskih elemenata u reprodukciji [Žiljak-Vujić, 2007, pp:35]. Primjena novih rasterskih oblika moguća je u mnogim granama grafičkog oblikovanja, od reklamiranja do izrade važnih dokumenata koji moraju poštovati standarde sigurnosti od krivotvorenja [Žiljak-Vujić et al. 2009, pp:255-263]. Programiranje s novim rasterima omogućuje individualizaciju tako da svaki dokument ima svoje rješenje [Žiljak-Vujić et al., 2006, pp:105-106]. Takvi rasterski oblici uvelike doprinose zaštiti tiskovine od krivotvorenja. Kod reprodukcije slika koristi se više vrsta rastera u kombinaciji.

Raspored rasterskih elemenata može biti generiran nizom pseudoslučajnih brojeva što potpuno onemogućuje krivotvorenje [Pap et al. 2006, pp:71-72]. Testirana je upotreba novih rasterskih oblika u tipografiji. Stvorena su takva tipografska rješenja koja koriste nove oblike rastera i mogu poslužiti kao oblik zaštite protiv krivotvorenja [Rudolf et al. 2008, pp:1475-1479].

Dosadašnji primjeri zadržavanja jedinstvenosti i individualnosti u dizajnu pojedinih tipografskih izvedbi na vrijednosnicama rješavani su linijskim crtežima koji se izvode ručno. Izvedba takvih rješenja vrlo je zahtijevna i kompleksna, te oduzima mnogo vremena. To je i bio razlog za formiranje novih digitalnih alata koji simuliraju ručnu izradu. Upotrebom rasterskih elemenata sa potpuno definiranim i kontroliranim individualnim oblicima, znatno se skraćuje vrijeme izvedbe, a rezultati su visokokvalitetna i neponovljiva rješenja.

Istraživanja obrađuju područje mikroteksta koji je prisutan na vrijednosnicama i dokumentima. Mikrotekst je jedna od zaštita jer skeneri ne mogu jasno ni oštro odrediti rubove slova. Tisak mikroteksta provodi se uvijek sa spot bojama. Boje ne smiju biti iz RGB i CMYK skale kako bi se onemogućila reprodukcija korištenjem transformacije unutar ta dva sustava. Mikrotekst je instrumentalno čitljiva informacija uvijek potpuno poznata širokom krugu onih koji takav dokument ili vrijednosnicu imaju u opticaju.

### 1.3. Plan i metode istraživanja

U izradi rada koriste se teorijske i eksperimentalne metode. Specifični materijali su ultravioletne boje, infracrvene boje, te zaštitini papir. Za svaki spomenuti materijal određuje se dokazna procedura o autentičnosti vrijednosnica.

Prezentiraju se fontovi nastali upotrebom ponuđenih e-alata kompjuterskih programa za izradu slovnih znakova kao što su: e-kist, e-pero i e-olovka. Prikazuju se i fontovi nastali razvojem vlastitih alata za oblikovanje slovnih znakova. Tako izvedeni fontovi koriste se za daljnja istraživanja i testiranja njihove upotrebe u području sigurnosne grafike. Korištenjem i testiranjem fontova istovremeno se provodi verifikacija predloženih alata za izradu e-fontova.

Prezentiraju se metode i algoritmi stohastičkog rastriranja koje će imati svoju primjenu u tipografiji vrijednosnica. Unutar PostScript programiranja izvode se i rutine za oblikovanje stohastičkih mutacija grafičkih elemenata.

U eksperimentalnom dijelu izrade rada koristiti će se vlastiti programi u cilju izrade tipografije na vrijednosnicama sa stohastičkim elementima. Razvijeni programi omogućiti će razradu mutiranja fontova na temelju predloženih klasifikacija. Planira se uvesti individualizirane rukopisne fontove na osobne dokumente. Oni mogu biti izvedeni kao mutirajući fontovi ako se na njih primjene izvedene PostScript rutine ili se mogu rastrirati.

Ispitati će se i testirati mogućnosti gradacije kod mikrotipografije u sigurnosnoj grafici. Gradacija se odnosi na promjenu svjetline izvedene promjenom pismovnog reza. Uloga mikroteksta nije samo u zaštiti od krivotvorenja nego se njime mogu postići i različita dizajnerska rješenja što mu daje mogućnost šire primjene. Individualizirani znakovi i posebno dizajnirani fontovi čine zaštitu još efikasnijom.

Izvedeni su novi rasterski oblici koji će u disertaciji biti primjenjeni na elektroničkim fontovima. Pokazati će se i fontovi kao rasterski elementi u zaštićenoj grafici. Rastriranje tipografije na vrijednosnicama znatno smanjuje mogućnost krivotvorenja.

Jedna od bitnih karakteristika koja utječe na kvalitetu i na neki način određuje upotrebnu vrijednost fonta je pokrivenost. Prema istraživanjima i mjerenjima došlo se do zaključka da se dobra čitljivost postiže kod fontova koji imaju vrijednosti zacrnjenja oko 20%. Da bi se odredila njihova upotrebna vrijednost testiranim fontovima se mjeri pokrivenost.

Za ispitivanje tipografije zaštitnog tiska u infracrvenom i ultravioletnom području koristiti će se uređaji s mogućnošću selektiranja tih valnih duljina. Istraživanja se baziraju na vlastitim rutinama i podprogramima kojima se kontrolira stupanj mutiranja i stohastičkog djelovanja na sigurnosnu grafiku. Izrađen je sustav komandi i programskih procedura unutar grafičkog jezika PostScript. Dokazni postupak uključuje parametre koji određuju matematičke osnove Bezierove krivulje, te izvedbu slova u zadanim pismovnim linijama.

Mjerenja pokrivenosti i korištenja boja obavljaju se instrumentalno uz provođenje statističke analize. Današnje vrijednosnice imaju različite boje koje se odazivaju u ultravioletnom, infracrvenom i dnevnom svjetlu. Provesti će se mjerenja odaziva svjetlosti od pojedinih boja. Boje koje se ispituju u tipografiji zaštitine grafike su optički varijabilne boje, zaštitine boje, infracrvene i ultravioletne. Istraživanja se temelje na stohastičkom izboru boje u tipografiji vrijednosnica koja daju jedinstvena i neponovljiva rješenja. Postupak izrade je nemoguće ponoviti ako se neznaju algoritmi po kojima su rješenja izvedena. Svaki eksperiment provesti će usporedbu odaziva boje u ultravioletnom (254 – 360 nanometara), dnevnom svjetlu (400 – 700 nanometara), te infracrvenom svjetlu (700 – 1000 nanometara). Od instrumenata koristiti će se IR kamere i posebni skeneri osjetljivi na valne duljine od 254 do 1000 nanometara. Uređaji koji imaju mogućnost izdvajanja boja u valnoj duljini od 254 nanometra zahtijevaju posebne uvjete rada. Koriste se u posebno izvedenim laboratorijima s obzirom da te valne duljine štetno djeluju na ljudsko zdravlje. Boje koje imaju odziv na tim valnim duljinama redovito se koriste na vrijednosnicama.

Provesti će se posebna studija o velikim fontovima koji podrazumijevaju nominale na novčanicama gdje posebno dolazi do izražaja stohastički izbor boje. Biti će izvedena analiza dosadašnjih primjera natječajne dokumentacije u izboru dosadašnje

tipografije na vrijednosnicama. To su uvijek posebno kreirani fontovi za tu svrhu. Iako su takvi fontovi stvarani od raznih autora pregledati će se i pronaći razlike i sličnosti među njima i ocijeniti kvaliteta ponuđenih zaštita od krivotvorenja tipografije.

Kao zaključak u disertaciji predstaviti će se prednosti vlastitih programskih rješenja u sigurnosnoj grafici.

## 2. ANALIZA FONTOVA NA VRIJEDNOSNICAMA

U dizajnu vrijednosnica u sigurnosnoj grafici općenito veliku ulogu ima tipografija. Osim prijenosa informacija što je osnovni zadatak tipografije, posebno u novije vrijeme, ispituje se i njezina zaštitna uloga [Poldrugač, 2010, pp:29, pp:24]. Sve vrijednosnice na sebi moraju imati neko tipografsko rješenje. Kako napreduje tehnologija, razvijaju se i metode krivotvorenja pa je potrebno u tipografsko dizajnersko rješenje ubaciti i što više vrsta efikasne zaštite [Bernašek, 2010, pp:21]. Kroz tipografiju se mogu provesti različite vrste zaštite. Nekoliko novih sigurnosnih tipografskih prijedloga nalazi se unutar ove disertacije. Ovo poglavlje se bavi analizom postojećih tipografskih rješenja na novčanicama kroz povijest i danas.

Novčanica predstavlja vrhunac grafičke tehnologije u danom trenutku i dio je vizualnog identiteta nekog naroda, simbol državnosti, te nacionalni ponos. Upravo radi toga se na novčanicama najčešće prikazuju simboli države u kojoj se koriste, značajne osobe koje su obilježile povijest, građevine od velike važnosti za zemlju ili neka druga simbolika sa nacionalnom prepoznatljivošću. U današnje vrijeme se koriste sve sofisticiranije metode zaštite [Ivančić, 2010, pp:35]. Obrađuju se fontovi na novčanicama. Posebna pažnja je posvećena pristiglim ponudama priznatih dizajnerskih Europskih imena na natječaj prilikom stvaranja valute Europske unije EUR-a. Provedena je analiza tipografije dosadašnjih novčanica korištenih kroz povijest.

Uspoređuju se zaštitna svojstva primijenjena u tipografiji starih novčanica i usporedba sa današnjim. Dizajn fontova, veličina slova, zaštitna svojstva i upotreba boje u tipografiji. Važnu ulogu u zaštiti ima vrsta i debljina papira novčanice [Stanić Loknar et al. 2008 a, pp:1481-1485].

U povijesti krivotvorenje je staro koliko i tisak novčanica. Zbog toga se stalno moraju razvijati nove zaštitne tehnike. Sa krivotvoriteljima se kroz povijest postupalo na razne načine. Kinezi su se s pojavom krivotvorenja susreli čim su papirnati novac stavili u optičaj. To je bilo oko 1100 godine prije nove ere. Vrlo su rigorozno postupali prema krivotvoriteljima. Znatno kasnije, 1368. i dalje na kineskoj novčanici koju je dao tiskati car Hung Wu, prvi vladar dinastije Ming (nominala "jedan kwan", što je bilo recipročno iznosu od 1000 bakrenih kusha) - bilo je zapisano: "Prema odluci našeg ministra financija dozvoljava se tisak papirnateg novca dinastije Taiming koji mora vrijediti svuda uz bakrene novčiće. Onome tko tiska ili upotrebljava krivotvoreni novac bit će odrubljena glava, tko prijavi ili uhiti krivotvoritelja, bit će nagrađen s 250 srebrnih talira i postaje vlasnik njegovih pokretnih i nepokretnih dobara."

[Katalinić, 1979, pp:13-16].

Na našim prostorima ova vrsta kriminala, tretirala se slično. U Statutu grada Dubrovnika, čija osnovna struktura datira iz 1272. godine, u Knjizi 8-oj, Glava 84, pod naslovom: "Patvoreni groši" i "Lažni novci", stoji među ostalim zapisano slijedeće: "Isto tako određujemo i naređujemo neka se nijedna osoba bilo kojega položaja ne usudi ili drzne, bilo kojim načinom ili domišljanjem, sama ili po drugome, u gradu Dubrovniku i njegovu kotaru ili drugdje kovati ili dati da se kuje neki novac sličan ili istoga kova odnosno smjese, kao onaj što ga u Dubrovniku izrađuje Općina, pod prijetnjom kazne od petsto perpera svakomu prekršitelju i svaki put, pa makar novac bio jednako dobar kao što je onaj koji se kuje u Dubrovniku. I neka je svakomu slobodno prijaviti prekršitelja i neka mu pripadne polovica kazne, ako se na temelju njegove prijave mogne utvrditi istina. A tko god pronevjeri odnosno krivotvori ili iskuje odnosno dade iskovati novac krivotvoren i od lošijeg srebra neka bude spaljen da umre. (...) "[1990, Statut]

Krivični zakonik za Kraljevinu Srba, Hrvata i Slovenaca ovaj problem razmatra u dvadesetoj glavi. U prvom paragrafu u tom nizu, u paragrafu 234. stoji zapisano slijedeće: "Ko izrađuje novac u nameri da ga kao novac stavi u tečaj ili ko istiniti novac preinačuje u nameri da ga stavi u tečaj kao novac od veće vrednosti, kazniće se robijom do deset godina i novčano." [1929, Krivični zakonik]. Zatvorske i novčane kazne i danas su najuobičajenije za krivotvoritelje.

## 2.1. Analiza tipografije papirnato­g novca kroz povijest

Prvi papirnati novac u Hrvatskoj pojavljuje se na otoku Pagu 1778. godine pod nazivom Paški asignat. Do tada je sredstvo plaćanja bila sol. Svaki asignat je imao upisanu svotu i datum izdavanja.



Slika 1. Detalji tipografije Austro-Ugarske krune iz 1912 godine

Kruna je uvedena u uporabu 1900. kao legalna valuta plaćanja u Austro-Ugarskom carstvu (sl. 1). Od ožujka 1919. godine novčanice nisu vrijedile na našem podneblju, ali prije toga su bile legalno sredstvo plaćanja na cijelom teritoriju carstva [Barać]. Na ovim novčanicama tipografija se koristi na nekoliko mjesta, uvijek isti font. Prema klasifikaciji font korišten na ovim novčanicama spada u Individualne oblike, Umjetnička antikva. Sav tekst je smješten na lijevoj strani novčanice. Nominala se ispisuje tri puta. Jednom tekstualno i dva puta brojčano. Brojčane vrijednosti nominale izvedene su u negativu. Sav tekst je ispisan tamno zelenom bojom. Pozadina je izvedena kontinuiranim prijelazom boje iz crveno narančaste u plavu. Sigurnosni elementi na ovim novčanicama su u skladu sa tehnologijom iz tog vremena. Izvedeni su jaki grafički elementi, ručno izvedeni crteži koji otežavaju krivotvorenje. U tipografiji nema nikakvih sigurnosnih elemenata.





Slika 2 Detalji tipografije novčanice SHS iz 1929 godine

Slika 2 prikazuje detalje apoena od 100 dinara iz vremena kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca. Tipografija na ovoj novčanici je vrlo jednostavna. S obzirom na tiskarska tehnološka dostignuća iz tog vremena u tipografiju nisu ugrađene nikakve zaštite. Korišten je jednostavan font tehničkog oblika pisma bez serifa kako bi bio čitljiviji što mu i je osnovna zadaća. Na sredini novčanice pri vrhu crnim tekstom na bijeloj podlozi je ispisano tko izdaje novčanicu. Ispod toga istim fontom, ali drugom veličinom i podebljano ispisana je nominala. Na sredini pri dnu novčanice korišten je drugi font i ponovo je ispisana vrijednost nominala brojkama. Na čitavoj novčanici tipografija je otisnuta na bijeloj podlozi, boji papira.



Slika 3. Tekst na novčanici NDH iz srpnja 1943 godine

U Nezavisnoj Državi Hrvatskoj (1941.-1945.) kao sredstvo plaćanja rabila se kuna (sl. 3), koja se dijelila na 100 banica. Tipografija korištena na ovim novčanicama napravljena je kao obrisno pismo sa serifima. Podloga na kojoj je ispisan tekst ima jako naglašenu rukom crtanu grafiku sa puno sitnih detalja. Ta grafika služi kao zaštita od krivotvorenja jer ovako sitni detalji za ono doba su predstavljali dobar način zaštite i onemogućavali krivotvorenje. Obrisno pismo ispisano preko takve podloge je dobro rješenje jer se i kroz dijelove slovnih znakova vide linije grafike s podloge.



Slika 4. Brojke na novčanici NDH iz srpnja 1943 godine

Na novčanici na pet mjesta je ispisana brojčana vrijednost apoena. Korišten je isti font, ali drugačiji stil. Jednom je izveden kao obrisno pismo kroz koji se vidi grafika pozadine novčanice. Dva puta kao obrisno pismo sa pozadinom papira bez grafike. Ostala dva ispisa izvedena su podebljanim linijama obruba brojaka, dok je unutrašnjost popunjena sa vlastitom grafikom neovisno o pozadini. Brojke su izvedene tamnijom bojom kako bi bile uočljivije (sl. 4).



Slika 5. Serijski broj novčanice NDH iz srpnja 1943 godine

Serijski broj novčanice otisnut je crvenom bojom i potpuno drugačijim fontom (sl. 5). U odnosu na smeđu boju novčanice serijski broj je jako uočljiv. Slovni znak „H“ je font sa serifima. Brojke su tipične za serijske brojeve gdje jedna brojka svojom veličinom i stilom odskače od ostalih. U ovome slučaju je to brojka tri koja je veća, prelazi ispod pismovne linije i izvedena je bez serifa. Ostale brojke su iz istog fonta kao i slovo „H“.



Slika 6. Brojke na novčanici NDH iz rujna 1943 godine

Brojčana vrijednost apoena ispisana po jednom na svakoj strani novčanice. Prema klasifikaciji korišten je individualni oblik fonta. Na naličju novčanice font je izveden kao negativ tako da su slova boje papira na obojanoj podlozi. Na licu su brojke izvedene u bijeloj boji preko vrlo razvijene grafike (sl. 6). Brojke ugrađene na središnjem dijelu novčanice ponavljaju se u pravilnim razmacima nekoliko puta. Izvedene su ručno kombinacijom naglašanih i nenaglašanih linija na mjestima pojedinih brojaka.



Slika 7. Tekst na novčanici NDH iz rujna 1943 godine

Tekst je izveden kao serifno pismo, klasicistička antikva (sl. 7). Ima vrlo naglašene serife. Kod nekih slova kao što su: „K, N i A“ pojedini dijelovi slovnih znakova imaju umjetnički izvedene završetke. Na licu novčanice istim fontom ali drugačije izvedenim ispisan je tekst „pet tisuća kuna“. „Pet tisuća“ je izvedeno kao crveni tekst na svijetloj podlozi, boji papira. Tekst „kuna“ izveden je kao obrisno pismo bijelih rubova ispunjenih tamno plavom bojom koji se ispisuje preko jako razvedene grafike. Na naličju novčanice u negativu je ispisan tekst boje papira na tamno smeđoj podlozi. Na ovoj novčanici po prvi puta u našim krajevima se uvodi i mikrotisak (sl.8.). Izveden je u negativu na naličju novčanice. Iako za današnje pojmove to nije pravi mikrotisak jer je relativno dobro vidljiv golim okom u ono doba to je bila vrhunska zaštita od krivotvorenja.



Slika 8. Mikrotisak na novčanici NDH iz rujna 1943 godine



Slika 9. Serijski broj na novčanici NDH iz rujna 1943 godine

Serijski broj na ovim novčanicama otisnut je na dva mjesta na licu novčanice (sl. 9). Izveden je crvenom bojom tankih linija znakova na tamnoj podlozi. Ovakvo rješenje je vrlo loš izbor jer je serijski broj teško čitljiv, gotovo nečitljiv.



Slika 10. Detalji sa Jugoslavenskog dinara iz 1955 godine

Na slici 10 prikazani su detalji tipografije sa novčanice 100 Jugoslavenskih dinara. Tu se na našim novčanicama po prvi puta pojavljuju deformirane brojke koje su smještene u uglovima lica novčanica. Brojke su svaki puta izvedene u negativu. Prema klasifikaciji font spada u skupinu Temeljnih oblika fontova. Tekst je izveden valovito što stvara određenu dinamičnost. Na ovim novčanicama nema nikakvih zaštitnih elemenata izvedenih u tipografiji. Koriste se najjednostavnija tipografska rješenja. Tekst je izveden u negativu ili kao tekst u boji na podlozi boje papira. Serijski broj je izveden čitljivo i jednostavno: crvena slova na podlozi boje papira.



Slika 11. Brojke na novčanici Jugoslavenskog dinara iz 1974 godine

Brojke na novčanici od 1000 jugoslavenskih dinara izvedene su jednobojno (sl. 11). Na uglovima lica smještene su deformirane brojke izvedene u negativu. U sredini je makrofontom ispisana vrijednost apoen, crnom bojom na podlozi boje papira. Na naličju novčanice u donjem desnom uglu je vrijednost apoen crnom bojom otisnuta preko rukom izvedene grafike. To se može smatrati kao jedini način zaštite izvedene u tipografiji na ovoj novčanici. Bilo bi puno efikasnije da su brojke izvedene kao obrisno pismo pa da se i u njima vide potezi grafike.



Slika 12. Tekst na novčanici Jugoslavenskog dinara iz 1974 godine

Tekst je izveden jednom u negativu i nekoliko puta kao crni tekst otisnut preko jako razvedene grafike (sl. 12). Na ovim novčanicama zaštitni elementi nisu ugrađeni u tipografiju nego su izvedeni kao vrlo zahtjevne i sitne grafike otisnute u nekoliko boja.

Prilikom dizajniranja novčanica posebno se kreiraju fontovi koji se koriste isključivo u tu svrhu. Fontovima se ovisno o primjeni, veličini u kojoj se koriste mogu dodati razna zaštitna svojstva. Zbog toga je ovakva analiza provedena u ovoj disertaciji kako bi se na temelju dobivenih saznanja moglo preporučiti i stvoriti nove zaštite u sigurnosnoj tipografiji vrijednosnica.

## 2.2. Analiza tipografije dizajnerskih prijedloga novčanica EUR-a

Prilikom stvaranja Europske unije dogovoreno je da će se uvesti i nova zajednička valuta pod nazivom EURO. Na natječaj za dizajn nove valute pozvani su najpoznatiji grafički dizajneri iz zemalja članica Europske unije. Postavljeni su određeni uvjeti prema kojima je trebalo prilagoditi dizajn. Određeni su apoeni, veličina papirnatih novčanica i boja. Motivi i tipografija su u potpunosti neovisni o postavljenim uvjetima, pa je svaki dizajner ponudio vlastito, drugačije rješenje. Kako je tipografija tema ove disertacije analizirana su pristigla rješenja, dane su pohvale ili kritike i predložene su neke nove metode izvođenja tipografije na novčanicama.

Tablica 1. Postavljeni uvjeti za dizajn EUR-a

Novčanice EUR-a moraju imati određenu boju i veličinu:		
€ 5	120mm x 62mm	siva
€ 10	127mm x 66mm	crvena
€ 20	133mm x 70mm	plava
€ 50	140mm x 74mm	narančasta
€ 100	147mm x 78mm	zelena
€ 200	153mm x 78mm	žuto-smeđa
€ 500	160mm x 78mm	lila

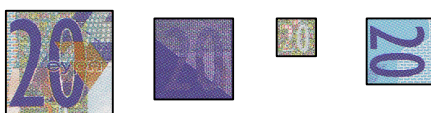
Tablica 1. prikazuje određene uvijete za dizajn EUR-a [Der Euro im Entwurf]. Sva pristigla dizajnerska rješenja poštuju određene parametre: boju i dimenzije apoena. U disertaciji su analizirana s tipografskog stajališta najzanimljivija rješenja poredana od jednostavnijih prema složenijim. Kod pojedinih autora tipografija je izvedena poštujući osnovno tipografsko pravilo – čitljivost. Takva rješenja daju vrlo jednostavnu izvedbu koja ne može zadovoljiti današnje standarde. Uzimajući u obzir i zaštitnu ulogu koju suvremena tipografija mora zadovoljiti takva rješenja su u potpunosti neprihvatljiva za široko rasprostranjene novčanice EUR-a koje su česta meta krivotvoritelja.

Jedno od pristiglih rješenja za odabir novčanica EUR-a kreirao je dizajner Stuart Rost. Tipografija na njegovim novčanicama je napravljena vrlo neobično za vrijednosnice.

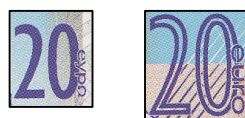


Slika 13. Tekst EURO

Slika 13 prikazuje tekstualni ispis na prijedlogu novčanice od 20 EUR-a. Čitava podloga novčanice je toliko šarena da je nemoguće na prvi pogled uopće pronaći natpis EURO. Korištena su kurentna slova i svaki znak je izveden drugačije što u potpunosti otežava čitljivost. Tolikom kombinacijom boja uništava se jasnoća teksta i gubi se razlika između teksta i pozadine. Tekst je namjerno izveden kao mutan. Zanemareno je osnovno tipografsko pravilo čitljivosti.



Slika 14. S.R. Brojčane vrijednosti apoena na licu novčanice



Slika 15. S.R. Brojčane vrijednosti apoena na naličju novčanice

Brojčana vrijednost apoena ispisana na licu novčanice ponavlja se četiri puta, a na naličju dva puta. Korišten je isti font koji je jednom izveden u negativu i jednom kao obrisno pismo. Čitavo lice novčanice je izvedeno toliko šareno da se gubi osnovno svojstvo prepoznatljivosti. Brojčana vrijednost apoena nisu izvedene niti jednom dovoljno izražajno što prikazuje slika 14. Naličje novčanice je puno bolje izvedeno jer nema toliko detalja i šarenila boja. Tekstualno i brojčano jasno je izražena vrijednost apoena (sl. 15).



Slika 16. Grupa autora tipografija apoena od 5 EUR-a



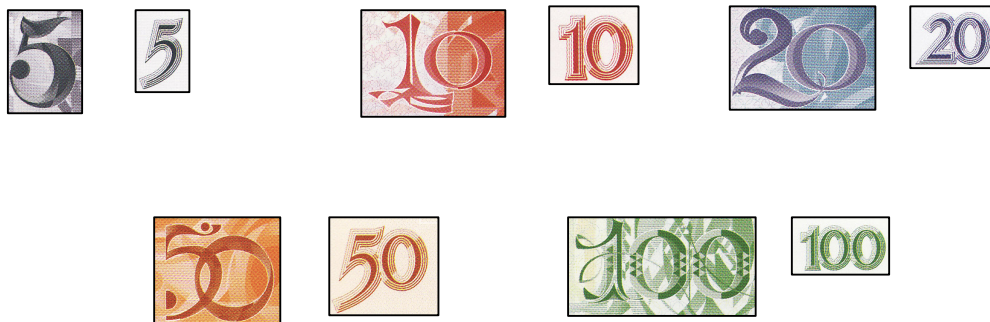
Slika 17. Grupa autora tipografija apoena od 10 EUR-a



Slika 18. Grupa autora tipografija apoena od 20 EUR-a

Grupa od nekoliko dizajnera osmislila je izgled novčanica EUR-a čija je tipografija prikazana na slikama 16, 17 i 18. Izdvojeni su apoeni od 5, 10 i 20 EUR-a. Na svakoj novčanici na licu i naličju je dva puta otisnuta vrijednost apoena. Na svim novčanicama korišten je prema obliku isti font. Kako je ove prijedloge EUR-a dizajnirala grupa autora, iz analize tipografije da se zaključiti kako je pojedini autor dizajnirao pojedini apoenu. Zbog toga postoje toliko velika odstupanja u izgledu pojedinih nominala. Brojke su izvedene na različite načine. Ponekad kao klasično obrisno pismo čija je unutrašnjost ispunjena bijelom bojom papira. Nekoliko puta kao obrisno pismo ispunjeno različitim bojama ovisno o apoenu. Od navedenih primjera najveći nesklad nalazi se na novčanici od 10 EUR-a gdje je na naličju korišten potpuno drugačiji font od uobičajenog. Kod tekstualnih ispisa riječi „EURO“ na latinici i grčkom naročito dolazi do izražaja individualnost autora. U načelu je korišten isti font ali izveden na toliko različitih načina da je teško pronaći zajedničke karakteristike. Tolika raznolikost u tipografiji sigurno otežava krivotvorenje novčanica, jer je za uspješnu krivotvorinu potrebno izvesti puno raznih varijacija istog fonta. Međutim tipografija na novčanicama mora biti prepoznatljiva kako bi korisnici mogli lako zapamtiti kako izgledaju originalne novčanice.





Slika 19. L. F. A tipografija EUR-a

Jedno apstraktnije tipografsko rješenje koje je stiglo na natječaj za dizajn EUR-a je od umjetnika Luis Filipea de Abreua (sl. 19). Na prijedlogu njegovih novčanica na licu i naličju brojčana vrijednost apoena je ispisana tri puta. U pravilu on koristi dva različita fonta. Jedan font je izrađen crtajući i svaka brojka je iscrtana sa nekoliko vanjskih linija dok je unutrašnjost ispunjena bojom ovisno o zadanoj boji novčanice. Drugi font koji se koristi je potpuno umjetnički i individualan za svaku pojedinu nominalu. Grafika na ovim novčanicama nije posebno bogata zato tipografija dominira u dizajnu. Većina pristiglih rješenja u prvi plan stavlja slike, crteže i grafiku pa su tipografska rješenja jednostavnija. Ovdje nema nikakvih slika ni europskih obilježja nego je centralni dio novčanice ispis nominala. Zbog toga je tipografija toliko bogata. Najjednostavnija rješenja su na apoenu najmanje vrijednosti od 5 EUR-a. Kako raste vrijednost apoenima tako i tipografija postaje bogatija i kompleksnija. S tipografskog stajališta ovo je zanimljivo rješenje, ali nedovoljno dobro za novčanice. One ipak zahtijevaju određenu sliku. Slike su upečatljivije i lakše se pamte od slova. Novčanice moraju biti lako prepoznatljive.

Novčanice EUR-a koje su prihvaćene na natječaju dizajnirao je austrijski slikar i umjetnik Robert Kalina. Tipografija izvedena na toj novčanici koristi novodizajnirani font koji se prema klasifikaciji može svrstati u tehničku skupinu fontova. Font je bez serifa sa jednakim debljinama linija. Na licu novčanice nominala je brojčano napisana dva puta i dva puta tekstualno. Tekstualno na latinici i grčkom. Brojčana vrijednost je prikazana i u hologramu. Svaki puta je korištena različita veličina fonta. Na naličju novčanice brojčana vrijednost apoena je ispisana tri puta i tekstualna dva. Ponovo je natpis na latinici i grčkom. Svi brojčani podaci su smješteni u uglove novčanice.



Slika 20. R.K. Brojčane vrijednosti apoena na licu novčanice



Slika 21. R.K. Brojčane vrijednosti apoena na naličju novčanice

Slike 20. i 21. prikazuju izvod tipografije. Svaki ispis je dizajniran drugačije. Korišten je isti font, ali je izveden na drugačiji način u odnosu na podlogu i boju. Najveći ispis nalazi se na svijetloj narančastoj podlozi, slova imaju tamni obrub. Unutar slova napravljen je kontinuirani prijelaz boje iz tamnije smeđe u svijetlosmeđu boju. Brojčana vrijednost ispisana u donjem lijevom uglu lica novčanice također ima prijelaz boje, ali jače izražen i boje prelazi iz narančaste u smeđu. Na naličju novčanice nalaze se tri ispisa. Dva u bojama: tamnocrvena na bijeloj podlozi - boji papira i žuta na blago žutoj podlozi. Treći ispis je najmanji i izveden je u negativu - pozadina u boji, a brojke u boji papira. Ovakvo tipografsko rješenje na prvi pogled je vrlo jednostavno, a opet svaki ispis ima svoje individualne karakteristike. Raznolikost u izvedbi tipografije stvara i zanimljiviju sliku čitave novčanice. Međutim kod ovakvih ispisa treba biti umjeren jer se tolikom raznolikošću gubi prepoznatljivost fonta i teže se pamti izgled originalne novčanice u odnosu na krivotvorine.

Na ovim novčanicama tipografijom je izveden i zaštitni element „pogled kroz“. Dio brojčanog ispisa nalazi se na licu novčanice, a dio se nalazi na naličju. Pogledom prema svijetlu slika postaje potpuna i nastaje broj 50 ispisan narančastom bojom.



Slika 22.

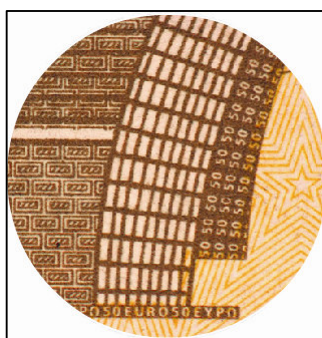
Lice

Naličje

Pogled kroz

Ovakva vrsta zaštite izvediva je jedino na strojevima koji odjednom otiskuju i lice i naličje novčanice. Samo u tome slučaju se potpuna slika savršeno poklapa. U svim drugim pokušajima krivotvorenja dolazi do pomaka registra i pogledom kroz se vrlo lako može utvrditi da se radi o lažnoj novčanici. Na ovaj način mogu se izvesti i znatno složenija rješenja. Ispunjena je zadaća čitljivosti jer se pogledom kroz vrlo jasno vidi da je riječ o broju 50.

Još jedna vrsta zaštite izvedena je tipografijom. To je mikrotisak [Stanić et al. 2007, pp:150-154]. Zahvaljujući razvoju tehnologije, računala i rezolucijske moći mikrotipografija postaje sve zanimljivija, jer nudi različite mogućnosti i nailazi na mnoge primjene [Stanić, 2007, pp:92]. Veličina slova od 0.2 mm golom oku izgleda kao linija ali pod povećanjem vidljivo je da je to tekst. Na originalnim novčanicama takav tekst je oštar i lako čitljiv pod povećanjem. Na novčanicama EUR-a mikrotisak je izveden najjednostavnije (sl. 23). Nekoliko puta je ispisana brojčana vrijednost apoena , a u jednom retku mikroteksta ispisuje se latinski i grčki EURO. Ovakvo rješenje je vrlo siromašno. U mikrotekstu su trebali biti dodani i piktogrami.



Slika 23. Mikrotisak na EUR-u

### 3. RAZVOJ VLASTITIH ALATA ZA IZVOĐENJE EKSPERIMENATA

#### 3.1. Generatori slučajnih brojeva

U eksperimentalnom dijelu disertacije izvode se mnogi primjeri kojima se predstavljaju i predlažu novi načini zaštite tipografskih elemenata u sigurnosnoj grafici [Koren et al. 2008, pp:1487-1490]. Predložene nove metode zaštite baziraju se na jedinstvenosti izvedenih rješenja koja se postiže uvođenjem slučajnih brojeva u zaštitnu tipografiju. Spajajući matematičko znanje i Postscript programiranje stvoreni su vlastiti generatori slučajnih brojeva koji koristeći zadane vrijednosti generiraju nizove brojeva kojima se nadalje u programiranju dodjeljuju određene funkcije. Tako generirani slučajni brojevi mogu zamijeniti vrijednosti mnogih parametra programskih komandi kao na primjer: vrijednost boje, debljinu linije, veličinu fonta.

Originalni Postscript generator prikazujemo ovim naredbama:

```
xxxx srand  
/m {2 31 exp 1 sub} def % relacija 1  $2^{31} - 1$  (1)  
/rn {rand m div} def % relacija 2 rand podijeljeno sa m (2)
```

Funkcija `srand` postavlja inicijalnu vrijednost za generator slučajnih brojeva koji je implementiran u funkciji `rand`. Program može raditi i ako se ne koristi `srand`, ali u tom slučaju `rand` će izgenerirati uvijek isti niz pseudoslučajnih brojeva. Zbog toga se kod programiranja uvijek `srand` zadaje proizvoljno ispred petlje, dok se vrijednosti slučajnih brojeva `rn` generiraju prema relaciji 2. Relacija 1 predstavlja najveći mogući broj u PostScript interpreteru, a to je i najveći broj `s` kojim se određuje broj pseudo ponavljanja.

Algoritam za funkciju `rand` nije nikada objavljen od strane tvorca PostScripta, Adobea, pa se ona ne može potpuno kontrolirati [Adobe Systems Incorporate, 1999]. Drugi nedostatak jednog generatora slučajnih brojeva je potreba za uvođenjem dvaju ili više generatora unutar jednog programa kako bi zaštita izvedene tipografije bila još efikasnija.

Upravo iz tih razloga su izvedeni vlastiti generatori slučajnih brojeva. Koristi se način definiranja algoritma generiranjem pseudoslučajnih brojeva metodom kongruencije bez aditivnog člana:

$$r_i = \text{mod } m (a * r_{i-1})$$

gdje je slučajni broj  $r_i$  izračunat kao modul  $m$  iz množenja konstante  $a$  i prethodnog slučajnog broja  $r_{i-1}$  istog niza.

PostScript relacija je data preko postavljanja vrijednosti konstante  $a$  i varijable prijašnjeg slučajnog broja *S1Broj* na vrh stoga, te se nakon množenja  $i$  postavljanja vrijednosti modula izračunava novi slučajni broj:

```
aa S1Broj mul Modul mod /S1Broj exch def
```

S vrha stoga uzima se vrijednost  $i$  i postavlja u varijablu *SxBroj*. S oznakom  $x$  određen je broj generatora pa se u programima označava kao *S1Broj*, *S2Broj* itd. Taj broj se koristi kao cjelobrojni za naknadno računanje slučajnoga broja u nizu. Ako se dijeli s Modulom tada se dobiva vrijednost između nule i jedan; *SxB01*; za sve kasnije proračune. Taj detalj se nalazi u drugim programima koji koriste ovaj generator.

Generatori su izabrani namjerno s parametrima koji daju različitost diskusije. Krajnji broj „dužina niza“ je ona informacija koja nam govori o nužnom oprezu koji je potreban kod kreiranja vlastitih parametara za kongruencijsku metodu [Žiljak-Vujić:2007, pp:90-92].

```
-----
% kongruencijska metoda generiranja slučajnih brojeva
/s { mark pstack pop } def
/a 715 def % množitelj
/Modul 1405977 def % modul
/Sjeme2 3108 def % sjeme, prvi slucajni broj
/ponavljanje 1 def % 233509 duzina niza za gornje parametre
/ispis {ponavljanje S2Broj Sjeme2 s clear } def
/S2Broj Sjeme1 def
2000000 { a S2Broj mul Modul mod /S2Broj exch def %
Kongruencija
/ponavljanje ponavljanje 1 add def
% kada se postigne ponavljanje, ispisuje se obavijest
S2Broj Sjeme2 eq {ispis} if
} repeat
-----
```

Program procedure testiranja niza slučajnih brojeva

Tablica 2. Testovi parametara modula i sjemena pseudoslučajnih generatora

Broj generatora	a (množitelj)	Modul	Sjeme	Dužina niza
1.	715	1405977	3108	233509
2.	715	1405978	3108	96937
3.	715	1503951	2211	250659
4.	715	1503951	804004	250659
5.	715	2211953	299928	1105977
6.	715	1406877	675822	18565
7.	715	1405978	675822	48469
8.	715	2607990	675822	xxxxxx

U tablici 2. su testirani različiti moduli i sjemena za istog množitelja. Nisu sve kombinacije množitelja, modula i sjemena pogodne za korištenje u praksi.

Ponekad nastaju prekratki nizovi koji ne stvaraju dovoljan broj pseudoslučajnih brojeva za kreiranje sigurnosnih grafičkih rješenja. Zanimljive su dužine nizova dobivene u primjerima 3. i 4. [Tablica 2] Zadana je ista vrijednost modula, sjemena su znatno drugačija, a dobivena je jednaka dužina niza. Primjer osam ne daje kraj iskorištenja brojeva pa ovakvu kombinaciju nije moguće koristiti.

Upravo zbog takvih situacija su i provedena testiranja prije izvođenja eksperimenata kako ne bi došlo do anomalija prilikom izračunavanja funkcije mod unutar Postscripta.

Korištenje vlastitih parametara u generiranju slučajnog niza mora se u potpunosti testirati za primjenu na računalu na kojem se obavljaju eksperimenti.

Ovakvi generatori su zapravo funkcije koje na temelju početnih uvjeta daju izlazni niz pseudoslučajnih brojeva. Ulaz u generator, sjeme mora biti proizvoljno zadan.

Nakon određivanja početnih uvjeta, svaki broj u nizu se može predvidjeti što dovodi do determinističke karakteristike generatora, pa se dobiveni brojevi nazivaju pseudoslučajnima. Tako i slučajni brojevi koji su korišteni u ovoj disertaciji su zapravo pseudoslučajni, ali radi jednostavnosti nomenklature koristi se naziv slučajni broj. Cijeli niz se može reproducirati samo i jedino uz znanje početnih uvjeta. Za reprodukciju niza je potrebno sačuvati samo početne uvjete.

### 3.2. Komandni jezik za potrebe, primjene i izvođenje eksperimenata

Eksperimentalni rad ima svoj cilj i područje ispitivanja. Ako je dobro dizajniran onda se za njega može napraviti jezik pisanja za izvođenje softverskog dijela eksperimenata. U tu svrhu formiran je jezik koji omogućuje ulazak u istraživanje ovog područja. Stvorene su naredbe za izvođenje novih rješenja u sigurnosnoj grafici koje su grupirane po svojoj sličnosti u nekoliko osnovnih grupacija.

Tablica 3. Bazne komande

Redni broj	Bazne komande
1	/CMYKboja {setcmykcolor} def
2	/DebljinaLinije {setlinewidth} def
3	/Isctaj {stroke} def
4	/isprekidaj {setdash} def
5	/K {rn a mul b add} def
6	/krivulja {curveto} def
7	/L {rn a mul b add} def
8	/linija {lineto} def
9	/Novi Sloj {newpath} def
10	/ovojnica {charpath} def
11	/pomak {translate} def
12	/ponovi {repeat} def
13	/popuni {fill} def
14	/PostaviFont {setfont} def
15	/potez {rlineto} def
16	/pozicioniraj {moveto} def
17	/prikazi {show} def

18	/PrikaziStranicu {showpage} def
19	/PronadiFont {findfont} def
20	/RGBboja {setrgbcolor} def
21	/rotiraj {rotate} def
22	/SiviTon {setgray} def
23	/skaliraj{scale}def
24	/SkalirajFont {scalefont}def
25	/slika {image} def
26	/TransformirajFont {makefont} def
27	/Zatvori {closepath} def
28	/ZatvoriRaster {bind setscreen} def

Bazne komande su osnovna grupa komandi kojima se u radnji izvode nova rješenja u sigurnosnoj grafici. Pomoću njih se provode deformacije slikovnih i slovnih elemenata koji se koriste za uvođenje novih prijedloga sigurnosnih rješenja u tipografiji. Služe za uvođenje rastriranja sa slovnim znakovima i novim rasterskim elementima. Koriste se za izvođenje gradacija mikrotipografije. Služe kao osnovni alati za izvođenje stohastičkog odabira boje, promjene položaja i izbora veličina tipografskih elemenata. Kroz programiranje sa baznim komandama mogu se izvesti novi fontovi. Njima se lako programiraju Bezierove krivulje kao osnova za izradu slovnih elemenata.



Tablica 4. Rasterski elementi

Redni broj	Rasterski elementi
1	/r21 { dup mul exch dup mul add 1 mul sqrt 120 mul sin abs 1 exch sub} bind def
2	/r22 {dup 2 index dup dup mul mul mul abs sqrt 3 1 roll dup dup mul mul mul abs sqrt exch sub abs 1 exch sub} bind def
3	/r66 {kory mul dup mul exch 4 exp 2.71828 exch exp exch sub 2 div abs 5 div } bind def
4	/r68 {kory mul dup mul exch 2 exp 0.25 exch exp exch sub 2 div abs 90 mul sin abs 3 div } bind def
5	/r91 {dup mul dup mul 2 div exch dup mul 2 div sub abs} bind def
6	/r93 {dup mul sin exch dup dup mul mul sin sub abs sqrt} bind def
7	/r95 {dup mul exch dup mul 1 index 1 index add sqrt exch 2 index dup mul sub sin add exch pop 4 div} bind def
8	/r98 {dup 2 index dup mul exch dup mul add 8 mul sin 1 index 3 index dup dup dup dup mul mul mul mul exch dup dup dup dup mul mul mul mul sub abs add sqrt exch pop exch pop 2 div} bind def
9	/romb {exch 2 mul sin exch dup 3 1 roll add abs sqrt exch abs sqrt exch sub abs} def
10	deformacija 1 def % deformacija u r74 s vrijednostima od 0 do 1 /r74 {deformacija mul dup dup mul 3 2 roll dup mul add neg exch abs add abs} bind def

U radnji se za izvođenje eksperimenata koristi nekoliko rasterskih elemenata. Neki od njih su već ranije objavljeni, dok su neki prvi puta prezentirani u ovoj radnji. Radi bolje preglednosti svi rasterski elementi, odnosno njihove PostScript definicije nalaze se u tablici br.4. U poglavlju 5.1. Novi rasterski elementi i njihovi algoritmi predstavljani su i detaljno objašnjeni novi rasterski elementi. Predstavljen je njihov analitički zapis, trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa i promjena u izgledu rasterskih elemenata sa kutom od 0° i pokrivenošću od 95% do 5%.

Tablica 5. Generatori slučajnih brojeva

Redni broj	Generatori slučajnih brojeva
1.	/Sjeme1 S1 def % generator br.1
2.	/Sjeme2 S2 def % generator br.2
3.	/Sjeme3 S3 def % generator br.3
4.	/S11 {a Sjeme1 mul m mod dup /Sjeme1 exch def Modul div } def
5.	/S12 {a Sjeme2 mul m mod dup /Sjeme2 exch def Modul div } def
6.	/S13 {a Sjeme3 mul m mod dup /Sjeme3 exch def Modul div } def

Vlastiti generatori slučajnih brojeva predstavljeni su u tablici br.5. Vlastitim generatorima se potpuno može kontrolirati pseudoslučajnost. Stvoreno je nekoliko generatora slučajnih brojeva. Unutar istog programa može se djelovati na svaki parametar zasebno potpuno neovisno od drugog generatora. To je i prezentirano u izvedenim eksperimentima u sedmom poglavlju.

#### 4. INDIVIDUALIZIRANJE DEFORMACIJE PIKSELA KAO VLASTITO RJEŠENJE SIGURNOSNE GRAFIKE

Razrađuju se rutine u cilju deformacije slikovnih elemenata, te podvrgavanje piksla stohastičkim interpretacijama. Individualnim manipulacijama pikselima ostvaruju se jedinstvena rješenja u području sigurnosne grafike [Žiljak V. et al. 1995, pp:155-163]. Osim na slikama ovakva rješenja po prvi puta se uvode i u tipografiju. Svaki piksel može se pojedinačno ili grupno tretirati preko programskog koda. Programski paketi poput Adobeovog CS4 (Photoshop, InDesign, Illustrator) i Macromedia Freehanda ne dozvoljavaju manipulacije sa deformacijom pojedinačnog piksla, međutim prihvaćaju vanjsko nametanje Postscript komandi i izvršavaju takve naredbe. Ovim programskim kodovima postižu se individualna i sigurnosna rješenja u zaštitnom tisku. Zbog toga se sigurnosne grafike posebno programiraju. Svaki piksel na cijeloj svojoj površini ima isti ton, sivoću ako govorimo o crno bijeloj slici. Kao digitalni zapis piksel je definiran 1, 2, 4 ili 8-bitno. Programiranjem se ostvaruje zaštita kroz vlastito određenje dubine informacije koju nosi slikovni element. U 8-bitnom zapisu raspon od bijelog do crnog podijeljen je u 256 stepenica sivih tonova. Kako ljudsko oko razlikuje samo 50 stepenica sivih tonova ovakav način prikaza tonova u potpunosti zadovoljava nastajanje vrlo kvalitetnih digitalnih slika. Razdiobu od 256 stepenica doživljavamo kao kontinuirani ton. Slika se definira nizom brojaka i PostScript interpreter je ispisuje počevši od gornjeg lijevog ugla, horizontalno desno tvoreći retke od vrha slike do dna, završavajući sa desnim uglom kao zadnjim pikslom. Prikaz slike na ekranu ili pisaču traži podatke o broju piksla u retku, broju stupaca, veličini otisnutog piksla i položaju slike na stranici [Pap, Žiljak, 2002, p:118]. Ovo razmatranje nam služi kao uvod za algoritamsko deformiranje piksela.

```
50 100 pomak
10 1 8
[0.03 0 0 0.04 0 0]
{<C2 00 FF AD 57 E6 34 AF F4 81>} slika
PrikaziStranicu
```

Prikaz piksel slike izvodi se jednim od grafičkih programa ovisno o tome koji stupanj informacije želimo vidjeti. Programski kod prihvaćaju današnji programi translirajući ga u svoj sustav prezentacije. Piksel interpretacija biti će u Photoshopu i Illustratoru,

dok se u Freehandu izvrši transformacija prema vektorskoj grafici. U GhostScriptu ostaju zapisi u dvostrukom stanju: piksel u pikslu a vektor u vektorskom ispisu. Gsveiw omogućuje i prikaz rasteskih elemenata pa će se s njim izvesti većina pokusa.



Slika 24. Niz piksela

Za prikaz piksel slike općenito vrijedi formalizam:

```
S R G
[A B C D tx ty]
{podaci slike} slika
```

Prvi redak programa određuje poziciju slike na stranici prema vrijednosti x i y koordinata. Drugi redak programa definira broj stupaca (S) i redaka (R) kako će se ispisivati pikseli definirani u nizu podataka slike. U ovdje danom primjeru imamo 10 stupaca, i jedan redak. Treći parametar drugog retka (G) određuje broj bitova za sivu skalu:  $2^8 = 256$  sivih razina. Treći redak je transformacijska matrica kojom se određuje veličina piksela. Četvrti redak je niz podataka koji određuje stupnjeve sivih tonova pojedinih piksela. Vrijednosti zacrnjenja prikazane su u 8-bitnom heksadecimalnom sustavu sa po dva hekza znaka po pikslu. Radi lakšeg snalaženja priložena je tablica vrijednosti izražena u decimalnom sustavu, 255 decimalnom sustavu i postocima razine sivog.

Tablica 6. Sivi tonovi

hex	dec	255 dec	postotak
C2	194	61	24%
00	0	255	100%
FF	255	0	0%
AD	173	82	32%
57	87	168	66%
E6	230	25	10%
34	52	203	80%
AF	175	80	31%
F4	244	11	4%
81	129	126	49%

#### 4.1. Transformacijska matrica piksela

Izraz slikovni element se u radnji naziva piksel. Budući da je cilj individualizacija oblika slikovnih elemenata matematički je objašnjena i transformacijska matrica. Matrica potpuno definira oblik slikovnog elementa. Deformacija piksela može se postići individualno, potpuno neovisno o deformaciji susjednih piksela.

Dvodimenzionalne deformacije piksela opisane su matematički preko matrice:

$$\begin{bmatrix} A & B & 0 \\ C & D & 0 \\ t_x & t_y & 1 \end{bmatrix}$$

Matrica predstavlja objekt od šest elemenata  $[ a \ b \ c \ d \ t_x \ t_y ]$  izostavljajući treći stupac matrice jer on uvijek ima konstantne vrijednosti.

Matrica transformira koordinatni par  $(x, y)$  u drugi koordinatni par  $(x', y')$  prema ovim relacijama:

$$\begin{aligned} x' &= Ax + Cy + t_x \\ y' &= Bx + Dy + t_y \end{aligned}$$

Ako transformacijsku matricu piksela definiramo s vrijednostima  $[1 \ 0 \ 0 \ 1 \ t_x \ t_y]$  dobili smo dimenziju piksela kao kvadrat od 1 točke, a time je širina slike od S piksela jednaka S točaka, a visina slike od R piksela je R točaka. Za transformacijsku matricu  $[2 \ 0 \ 0 \ 5 \ t_x \ t_y]$  piksel je pravokutnik širine  $1/2=0,5$  točke i visine  $1/5=0,2$  točaka. Širina cijele slike iznosi  $0,5S$  točaka, a visina  $0,2R$  točaka.

## 4.2. Definicija piksela preko inverzne transformacije

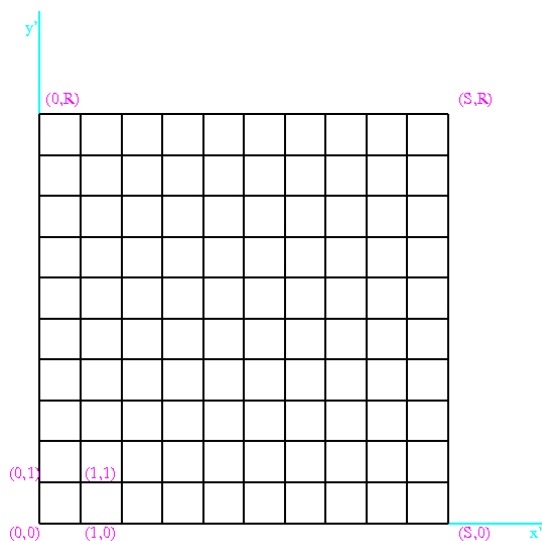
Uobičajeno je da piksel ima oblik kvadrata jer mnogi programi imaju samo takvu mogućnost baratanja sa pikselima. Prilikom izvođenja vlastitih rutina moguće je deformirati piksel [Pap, Žiljak, 2002, pp:124-128], [Pap, Žiljak, 2007], [Pap, Žiljak, 1999, pp:1-11].

Koordinatni prostor slike je zaseban koordinatni prostor u kojem je piksel definiran ako kvadratična površina od jedne točke. Kutne koordinate prvog piksela su: (0,0), (1,0), (1,1) i (0,1) , a kutne koordinate cijele slike su: (0,0), (S,0), (S,R) i (0,R) .

Stvarne koordinate svakog piksela dobivaju se inverznom transformacijom zadanom sa transformacijskom matricom  $[A \ B \ C \ D \ t_x \ t_y]$  na način da je ciljni koordinatni prostor jedinični koordinatni prostor slike. Transformacijska matrica definira relacije s time da su koordinate  $(x', y')$  iz jediničnog koordinatnog prostora slike.

$$x' = Ax + Cy + t_x$$

$$y' = Bx + Dy + t_y$$



Slika 25. Koordinatni prostor slike

Koordinate prvog piksela izračunavaju se iz četiri sustava jednadžbi sa dvije nepoznanice:

$$0 = Ax + Cy + t_x$$

$$0 = Bx + Dy + t_y$$

$$1 = Ax + Cy + t_x$$

$$1 = Bx + Dy + t_y$$

$$1 = Ax + Cy + t_x$$

$$0 = Bx + Dy + t_y$$

$$0 = Ax + Cy + t_x$$

$$1 = Bx + Dy + t_y$$

Točka (x,y) koja se dobiva kada je (x',y') = (0,0) označena je sa (T<sub>x</sub>,T<sub>y</sub>) jer ona predstavlja translaciju slike:

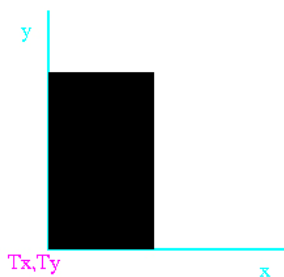
$$T_x = \frac{Ct_y - Dt_x}{AD - BC} \quad ; \quad T_y = \frac{Bt_x - At_y}{AD - BC}$$

Tablica 10 prikazuje transformacije slika piksela sa konstantnim vrijednostima naredbe skaliraj izvedene programom:

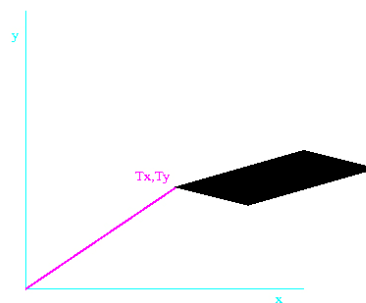
```
200 200 skaliraj
1 1 8
[A B C D tx ty]
{<00>} slika
```

Naredbom `skaliraj` određuje se dimenzija slike, odnosno njena visina i širina u samome prikazu. U matrici faktor `W` određuje horizontalnu dimenziju, a faktor `H` vertikalnu dimenziju. Matematički zapis:

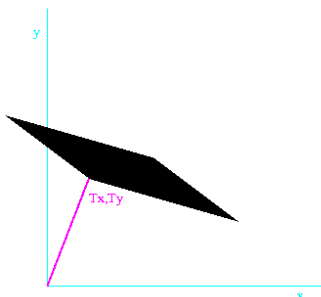
$$\begin{bmatrix} W & 0 & 0 \\ 0 & H & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



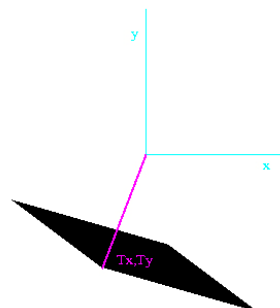
[5 0 0 3 0 0]



[-2 1 7 4 -0.5 -2]



[3 2 4 7 -2 -3]



[3 2 4 7 2 3]

Slika 26 a, b, c i d. Transformacije piksela

Tablica 7. Vrijednosti transformacije slikovnih elemenata

A	B	C	D	$t_x$	$t_y$	$T_x$	$T_y$
5	0	0	3	0	0	0	0
-2	1	7	4	-0.5	-2	80	30
3	2	4	7	-2	-3	15,4	38,5
3	2	4	7	2	3	-15,4	-38,5

Slika 26 prikazuje transformacije slikovnih elemenata u unutar dvodimenzionalnog koordinatnog sustava. Na slici a nalazi se piksel bez deformacije i translacije.

Njegove dimenzije zadane unutar matrice određuju samo vrijednosti dužine i visine piksela. Slika b prikazuje deformiran piksel i njegovu transformaciju u pozitivnom dijelu koordinatnog sustava.

Slike c i d prikazuju isti slikovni element, jednakih deformacija kako bi se naglasio utjecaj  $t_x$  i  $t_y$  vrijednosti na transformaciju piksela. Negativne  $t_x$  i  $t_y$  vrijednosti uvrštene u  $T_x$  i  $T_y$  relacije daju pozitivan pomak piksela u koordinatnom sustavu. Vrijednosti oblika, deformacije piksela, te njihove translatacije po x i y osi prikazane su u tablici 7.

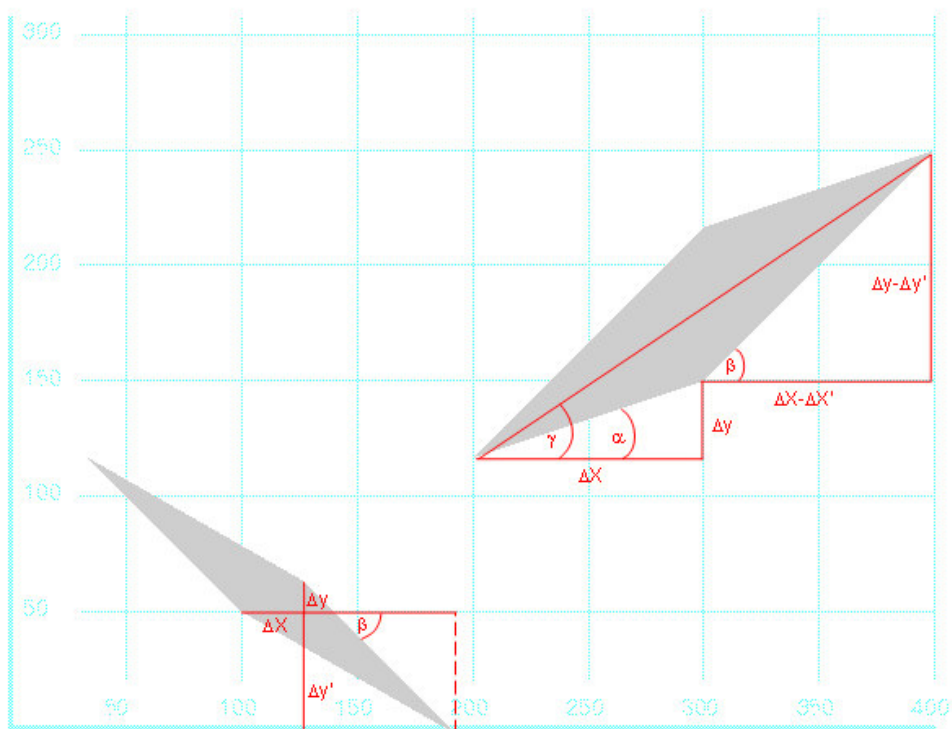
Relacije preko kojih se vide nagibi i izduženja jednog piksla:

$$\Delta x = \frac{D-C}{AD-BC} \quad \text{tg } \gamma = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{tg } \gamma = \frac{A-B}{D-C} \quad \Delta y = \frac{A-B}{AD-BC}$$

$$\Delta x' = \frac{D}{AD-BC} \quad \text{tg } \alpha = \frac{\Delta y'}{\Delta x'} \quad \text{tg } \alpha = \frac{-B}{D} \quad \Delta y' = \frac{-B}{AD-BC}$$

$$\Delta x - \Delta x' = \frac{-C}{AD-BC} \quad \Delta y - \Delta y' = \frac{A}{AD-BC} \quad \text{tg } \beta = \frac{\Delta y - \Delta y'}{\Delta x - \Delta x'} \quad \text{tg } \beta = \frac{-A}{C}$$





Slika 27. Nagibi i izduženja piksela

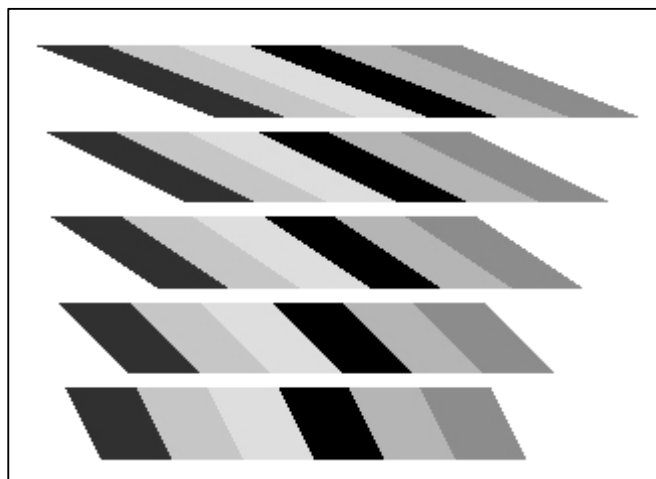
Piksel pod nazivom „prvi“ nalazi se na lijevoj strani slike i definiran je matricom [ 5 4 5 7 0 0 ], a piksel pod nazivom „drugi“ nalazi se na desnoj strani slike i definiran je matricom [3 -1 -3 3 -0.5 -0.5]. Vrijednosti nagiba i izduženja piksela grafički su prikazane na slici, a brojčane vrijednosti dane su u tablici:

Tablica 8 Vrijednosti nagiba i izduženja piksela

Piksel	$\Delta x$	$\Delta y$	$\gamma$	$\Delta x'$	$\Delta y'$	$\alpha$	$\Delta x - \Delta x'$	$\Delta y - \Delta y'$	$\beta$
prvi	13,33	6,67	26°34'	46,67	-2667,	-29°44'	-33,33	33,33	45°
drugi	100	66,67	33°41'	50	16,67	18°26'	50	50	45°

### 4.3. Deformacije slikovnih elemenata

U današnje vrijeme ubrzanog tehnološkog razvoja potreba za uvođenjem novih sigurnosnih rješenja u grafici je neophodna. Piksela kao temeljni element svake tiskane slike nudi mnoge mogućnosti u poboljšanju zaštite protiv krivotvorenja. Deformacije piksela nude dizajnerski zanimljiva sigurnosna rješenja [Rudolf et al. 2010, pp:1947-1952] Transformacijska matrica je temelj novih načina zaštite u sigurnosnoj izvedbi slikovnih elemenata. Njome se u potpunosti kontroliraju dimenzije slikovnih elemenata. U nastavku dajem primjere deformacije piksela i programskih rješenja od jednostavnijih prema složenijim. Svrha izrade ovih eksperimentalnih rješenja prikazuje nove mogućnosti zaštite u grafici.

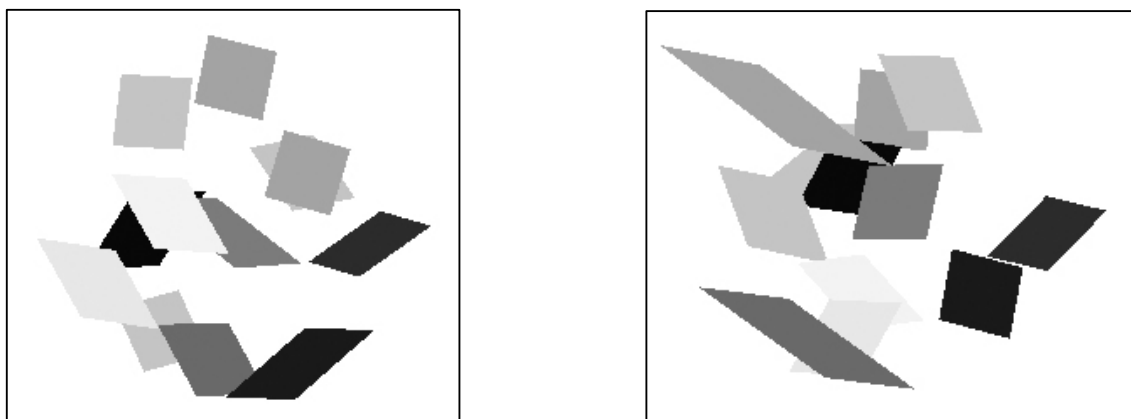


Slika 28. Deformacije piksela

```
/C 0.02 def
5{10 30 pomak
 6 1 8
[0.04 0 C 0.04 0 0 /C C 0.02 add def]
{<34C2DA00AF88>} slika} ponovi
PrikaziStranicu
```

Prikazuju se deformacije niza piksela izvedenih datim kodom. Svi pikseli u jednom retku imaju jednaku deformaciju po x i y osi. Niz od pet piksela ponavlja se pet puta i svaki novi ispis ima drugačiji oblik slikovnih elemenata. Ovdje se djeluje na čitavi

redak, a ne pojedinačno na svaki element. Deformacija je postignuta uvođenjem  $C$  varijable koja je postavljena unutar transformacijske matrice na mjestu vertikalne dimenzije piksela. Varijabla iz kruga u krug petlje mijenja svoju vrijednost, a samim time utječe na izgled piksela. Ovakvo vrlo jednostavno rješenje gdje nema nikakvih dodatnih zaštitnih elemenata pruža zaštitu od krivotvorenja. Brojčani podaci o promjeni vrijednosti varijable određuju deformaciju i ovakav ispis piksela je teško ponoviti ako je taj podatak nepoznat. Jednostavnije deformacije piksela mogu naći primjenu u sigurnosnom tisku dokumenta unutar određenih institucija.



Slika 29. Pojedinačne deformacije piksela

Prikazana su rješenja sa znatno složenijom strukturom slikovnih elemenata. Na svakoj slici se nalazi dvanaest piksela koji su postavljeni u tri retka i četiri stupca. Korišten je isti program za izvedbu oba rješenja. Deformacije su potpuno individualne za svaki pojedini element neovisno o susjednim pikselima. Kod ovakvog načina programiranja promjena oblika se izvodi stohastički preko generatora slučajnih brojeva. Zacrtnjenja piksela su, kao i u prethodnom primjeru dana u nizu podataka slike

<D1BCD1179ABDCFF34EE98A33>.

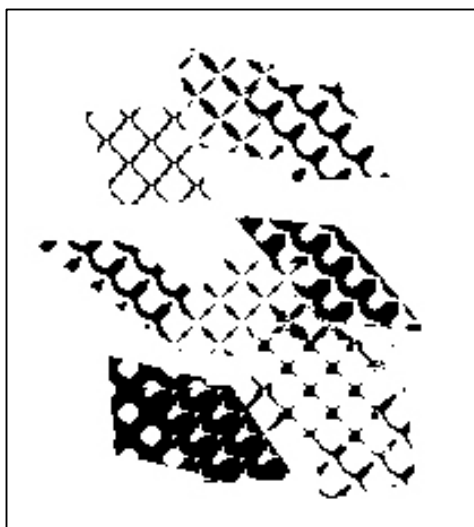
Transformacijska matrica

```
[dpixl 0.2 rn mul 0.1 sub neg rn 0.5 sub dpixl 3 rn 0.5 sub ]
```

je napunjena varijablom `dpixl` kojom se preko matematičkih operacija sa slučajnim brojevima za svaki piksel generiraju drugačije vrijednosti. Transformacijskom matricom, preko slučajnih brojeva određuje se izgled svakog pojedinog piksela.

Ovakav primjer nemoguće je ponoviti ako nisu poznati podaci o generiranju slučajnih

brojeva. Samo promjenom sjemena generatora dobije se potpuno drugačija pozicija i deformacija piksela što je dokazano ovim primjerima. Kao sjeme za generiranje slučajnih brojeva uzeti su datumi rođenja dviju osoba iz moje obitelji. Ovakvo programiranje omogućuje stvaranje potpuno individualnih rješenja u kontroliranim uvjetima u svrhu poboljšanja zaštitnih elemenata u sigurnosnoj grafici.



Slika 30. Deformacija rastriranih piksela

Izvedeno rješenje postignuto je istom programskom procedurom uz proširenje uvođenja četiriju rasterskih elemenata. Korišteni su rasteri pod nazivima r91, r93, r95 i r98 čije procedure su date u trećem poglavlju:

```
/r91 :rasterski element broj 91
```

```
/r93 :rasterski element broj 93
```

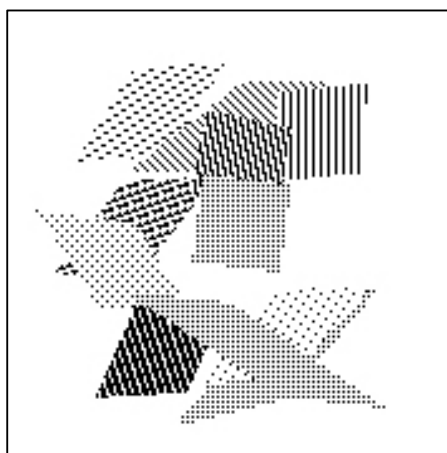
```
/r95 :rasterski element broj 95
```

```
/r98 :rasterski element broj 98
```

Izmjena rasterskih oblika u pojedinim pikselima se odvija slučajno preko relacija:

```
/ros [ {r91} {r93} {r95} {r98} ] def  
10 45 ros IR get ZatvoriRaster
```

IR oznaka u programu osigurava dobivanje cijelih brojeva kod izmjene vrste rastera. Linijatura i kut rastera su konstantni za sve piksele. Linijatura iznosi 10 linija po inču, a kut je 45°. Položaj piksela i njihove deformacije ovise o sjemenu za generiranje slučajnih brojeva, ovdje je 461945679.



Slika 31. Deformacija rastriranih piksela 1

Izvedeni primjer prikazuje najsloženiji način izvedbe individualnih slikovnih elemenata. Deformacije piksela su individualne i određuju se kongruencijskom metodom generiranja slučajnih brojeva. Stohastički se određuju linijatura i kut svih rasterskih elemenata u pojedinim pikselima. Linijatura i kut rasterskih elemenata programski su određeni relacijama

$/L \text{ i } /K.$

Linijatura je određena sa veličinama  $a=20$  i  $b=5$  koje će definirati slučajne brojeve između 5 i 25. Kut je određen sa veličinama  $a=90$  i  $b=30$  koje će definirati slučajne brojeve između 30 i 120.

Rasterski oblici su aktivirani generatorom slučajnih brojeva s vrijednostima u kongruenciji

3108978 srand

sjemena. Ovakvo potpuno individualno i neponovljivo rješenje primjenjivo je u osiguranju tiskovina od krivotvorenja. Rješenje je nemoguće izvesti bez poznavanja

parametara koji određuju vrstu rastera, njihovu linijaturu i kut. Dodatna zaštita je u deformaciji slikovnih elemenata koja se zasada može postići jedino programskim rješenjima. Pozicija piksela u samoj slici također je izvedena stohastičkom metodom.

Deformacije slikovnih elemenata prikazane su i objašnjene kako bi kasnije izvedena rješenja unutar eksperimentalnog rada bila u potpunosti jasna. Kontrolirane deformacije piksela koriste se kasnije u disertaciji za izvođenje rješenja u sigurnosnoj grafici. Uvođenjem novih rasterskih oblika i deformacija piksela omogućeno je kreiranje jedinstvenih slikovnih rješenja. Portreti izvedeni na ovakav način stvaraju sigurnosna rješenja kod kreiranja raznih vrsta vrijednosnica i osobnih dokumenata.

## 5. EKSPERIMENTALNI RAD

### 5.1. Novi rasterski elementi i njihovi algoritmi

U radnji su predstavljeni novi rasterski elementi izvedeni korištenjem matematičkog programa Mathematica [Pap, Žiljak, 2001]. Njihovi matematički izrazi prevedani su u Postscript programski jezik. Za svaki raster dat je njegov algoritam, izvedbena PostScript prezentacija te primjeri u dizajnu [Pap et al.2009, pp: 763-770] [Pap disertacija,2004, pp: 52-55]. Testirana je upotreba u vektorskoj grafici i tipografskim elementima. Primjena novih rastera provedena je i za višebojnu reprodukciju. Dati su prijedlozi primjene u individualiziranoj grafici te tipografskim rješenjima u zaštitnom tisku.

Priložen je program za kontinuirano promjenu pokrivenosti od 95% do 5% u kojem su izvedeni svi predstavljeni rasteri:

```
/pokrivenost {gsave /tekst 3 string def /Helvetica PronadiFont
10 SkalirajFont PostaviFont
5 5 95 { /x exch def 488 x 5.0 mul sub 25 pozicioniraj x
tekst cvs show } for grestore } def
0 SiviTon
pokrivenost
  clear
25 DebljinaLinije
0 14 pomak
11{/lin 3 def
/kut 0 def
/sivo 0.05 def
-5 5 pomak
lin kut {raster} ZatvoriRaster
  19 {sivo SiviTon 10 30 pozicioniraj 25 0 potez Iscrtaj
/sivo sivo 0.05 add def
25 0 pomak } ponovi
-470 19 pomak } ponovi
```

Program radi na principu ponavljanja istih linija rastriranih sa određenim rasterom. U ovim eksperimentima linijatura iznosi 3 a kut je 0°. Kontinuirano se mjenjaju postoci pokrivenosti od 5% do 95%.

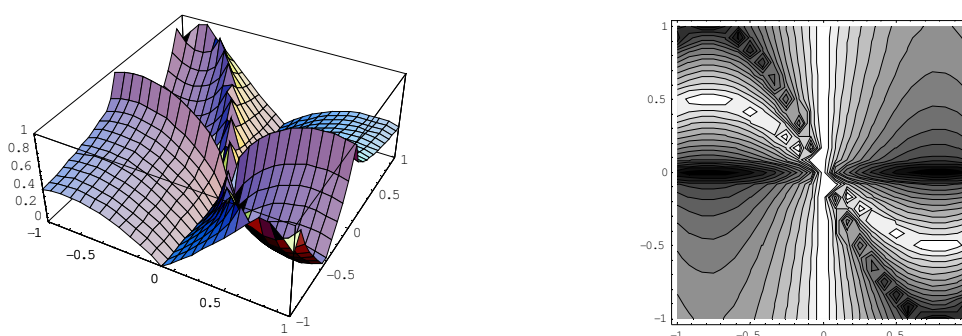
### Mutirajući romb

Formula novog rasterskog elementa je definirana kroz program Matematica i izgleda ovako:

$$Z = \left( \sqrt{\text{Abs}(y)} - \sqrt{\text{Abs}(y + \sin(2x) + y)} \right),$$

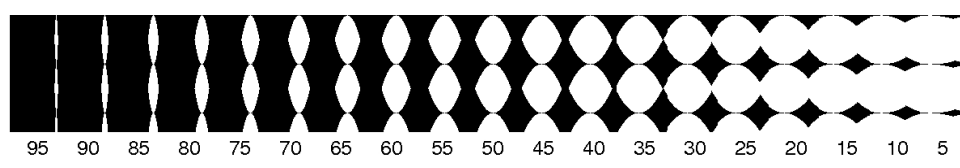
a njezina Postscript definicija je:

```
/romb {exch 2 mul sin exch dup 3 1 roll add abs sqrt exch abs sqrt exch sub abs} def
```



Slika 32. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa romba

Prilikom upotrebe konvencionalnih rasterskih oblika dojam promjene položaja rastera unutar rasterske čelije postiže se promjenom kuta rastriranja. Kod ovog rastera dojam promjene položaja postiže se promjenom postotka zacrnjenja, dok kut rastriranja ostaje isti.



Slika 33. Izgled rasterskog elementa mutirajući romb sa kutem od 0° sa pokrivenošću od 95% do 5%

Novi rasterski element “mutirajući romb”, kod manjih zacrnjenja od 5% do 15 % površine uzima oblik tanje horizontalne linije, kod srednjih zacrnjenja od 20% do 75 % preuzima romboidni oblik, dok kod maksimalnih zacrnjenja od 80% do 95 % prelazi u deblju vertikalnu liniju.



## R74 - osmica

Analitički zapis rasterskog elementa je:

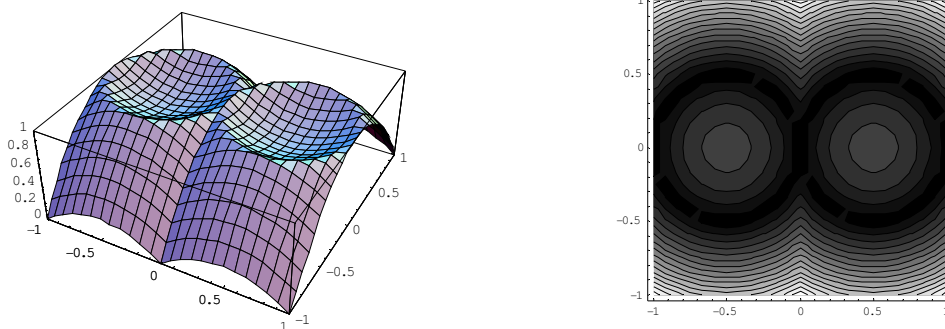
$$1 - \text{Abs}[-x^2 - y^2 + \text{Abs}[x]],$$

a njegova Postscript definicija je:

deformacija 1 def % deformacija u r74 s vrijednostima od 0 do 1

/r74 {deformacija mul dup dup mul 3 2 roll dup mul add neg exch abs add abs} bind

def



Slika 34. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa R74

Rasterski element osmica vizualno asocira na broj osam pa mu je zato i dato takvo ime.



Slika 35. Izgled rasterskog elementa R74 sa kutem od 0°  
sa pokrivenošću od 95% do 5%

Sa porastom pokrivenosti raster kontinuirano mijenja oblik iz tanke vertikalne linije nalik na križ u širu vertikalnu liniju sa manjim ispupčenjima na obje strane.

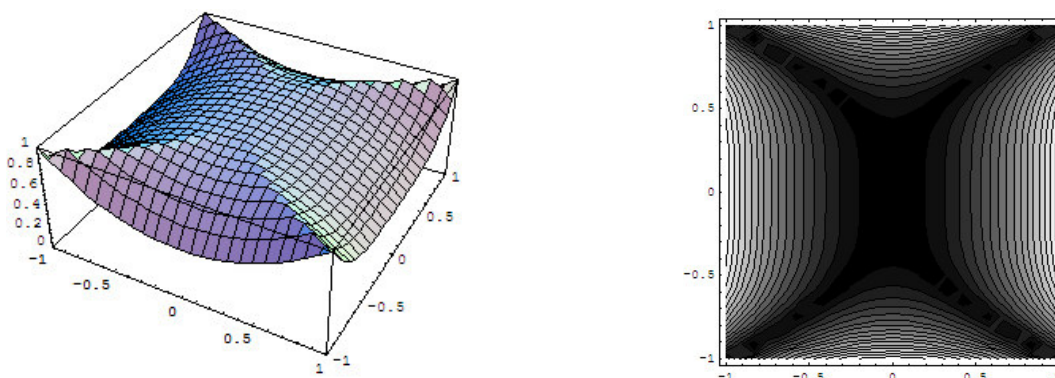
## Raster R91

Analički izraz rasterskog elementa R91 je:

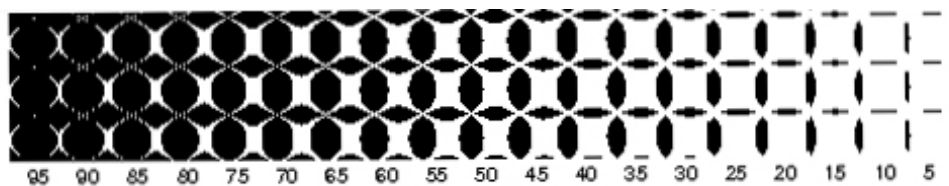
$$\text{Abs} \left[ \frac{\text{Abs}[x]^2}{2} - \frac{\text{Abs}[y]^4}{2} \right],$$

a njegov Postscript izraz je:

```
/r91 {dup mul dup mul 2 div exch dup mul 2 div sub abs } bind def
```



Slika 36. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa R91



Slika 37. Izgled rasterskog elementa R91 sa kutem od 0°  
sa pokrivenošću od 95% do 5%

Kod najmanjih pokrivenosti raster R91 ima oblik tankih vertikalnih i horizontalnih linija. U rasponu pokrivenosti od 15% do 85% raster mijenja svoj oblik iz linija u oblik lista, s time da vertikalni oblici "rastu" brže od horizontalnih. Kod pokrivenosti od 85% na više oblik vertikalnog dijela rastera postaje kružni dok horizontalni dio postaje romb.

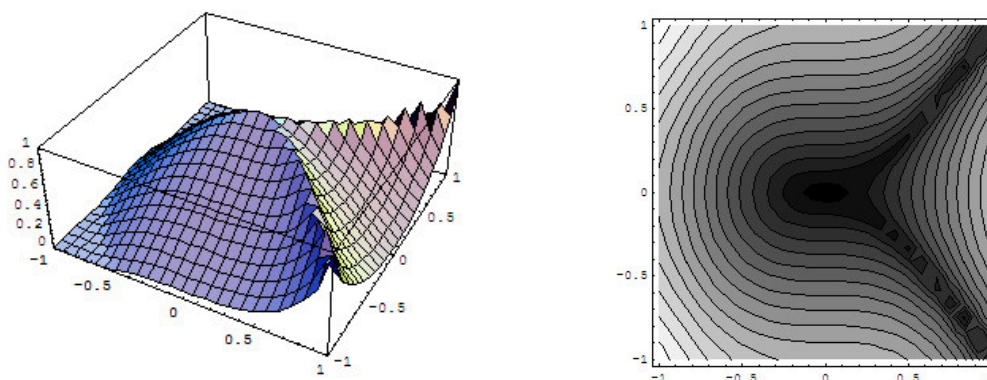
**R93**

Analitički zapis ovog rasterskog elementa je:

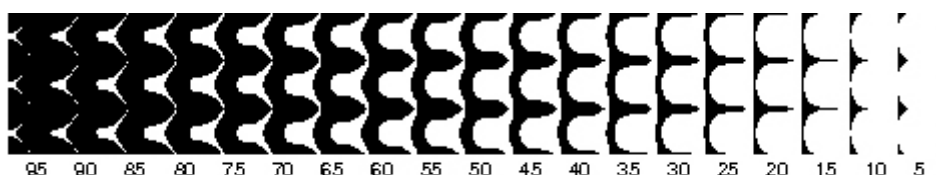
$$\sqrt{\text{Abs}[\text{Sin}[x^3] - \text{Sin}[y^2]]}$$

a Postscript definicija:

```
/r93 {dup mul sin exch dup dup mul mul sin sub abs sqrt } bind def
```



Slika 38. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa R93



Slika 39. Izgled rasterskog elementa R93 sa kutem od 0°  
sa pokrivenošću od 95% do 5%

Raster R93 kod pokrivenosti do 5% poprima oblik tanke vertikalne linije. Kod veličina u rasponu od 10% do 85% dobiva bočno ispupčenje u desnu stranu i sa porastom pokrivenosti postaje sve deblji. Kod velikih pokrivenosti preko 80% raster polako gubi svoj oblik.

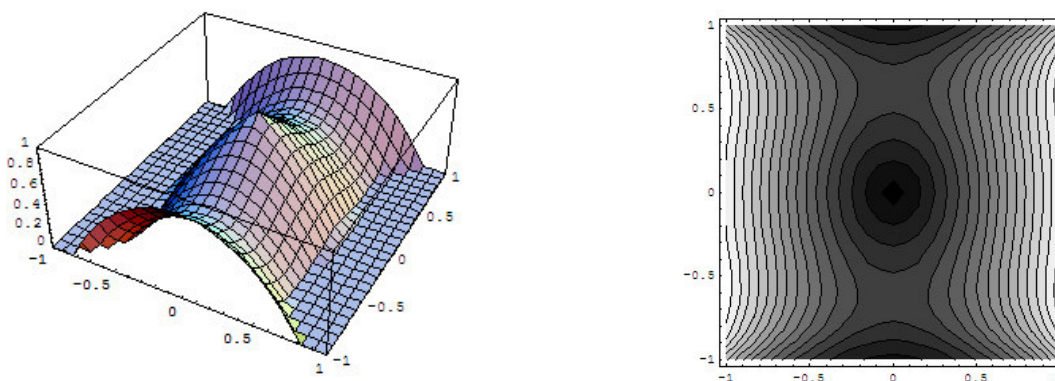
### Raster R 95

Analitički zapis za ovaj rasterski element je:

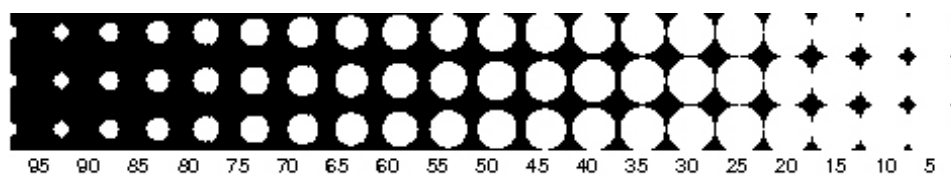
$$\sqrt{x^2 + y^2} + \sin[x^2 - y^4]$$

a Postscript definicija:

```
/r95 {dup mul exch dup mul 1 index 1 index add sqrt exch 2 index dup
      mul sub sin add exch pop 4 div } bind def
```



Slika 40. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa R95



Slika 41. Izgled rasterskog elementa R95 sa kutem od 0°  
sa pokrivenošću od 95% do 5%

Raster R95 kod nižih pokrivenosti do 40% ima oblik nepravlnog romba. Nadalje se uglovi romba počnu podebljavati i oblik se izgubi.

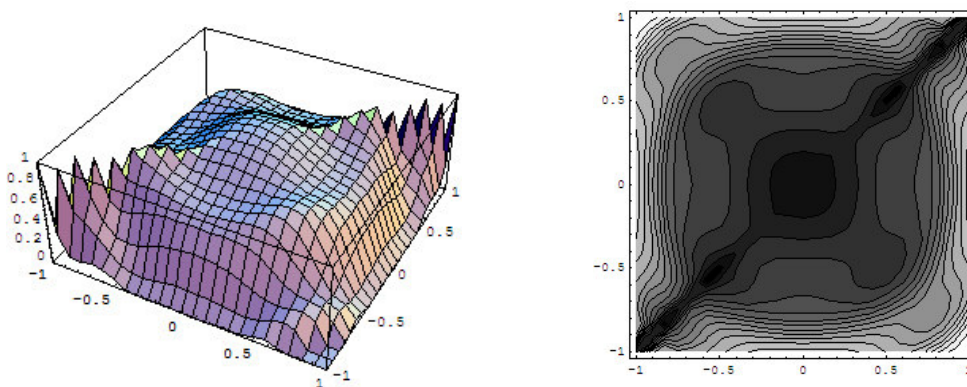
## Raster R 98

Analitički zapis rasterskog elementa R98 je:

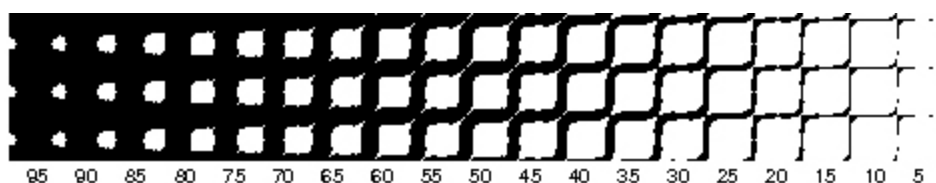
$$\sqrt{\text{Abs}[x^5 - y^5]} + \frac{1}{10} \text{Sin}[8(x^2 + y^2)]$$

a Postscript definicija:

```
/r98 {dup 2 index dup mul exch dup mul add 8 mul sin 1 index 3 index dup dup dup
      dup mul mul mul mul exch dup dup dup dup mul mul mul mul sub abs add
      sqrt exch pop exch pop 2 div } bind def
```



Slika 42. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa R98

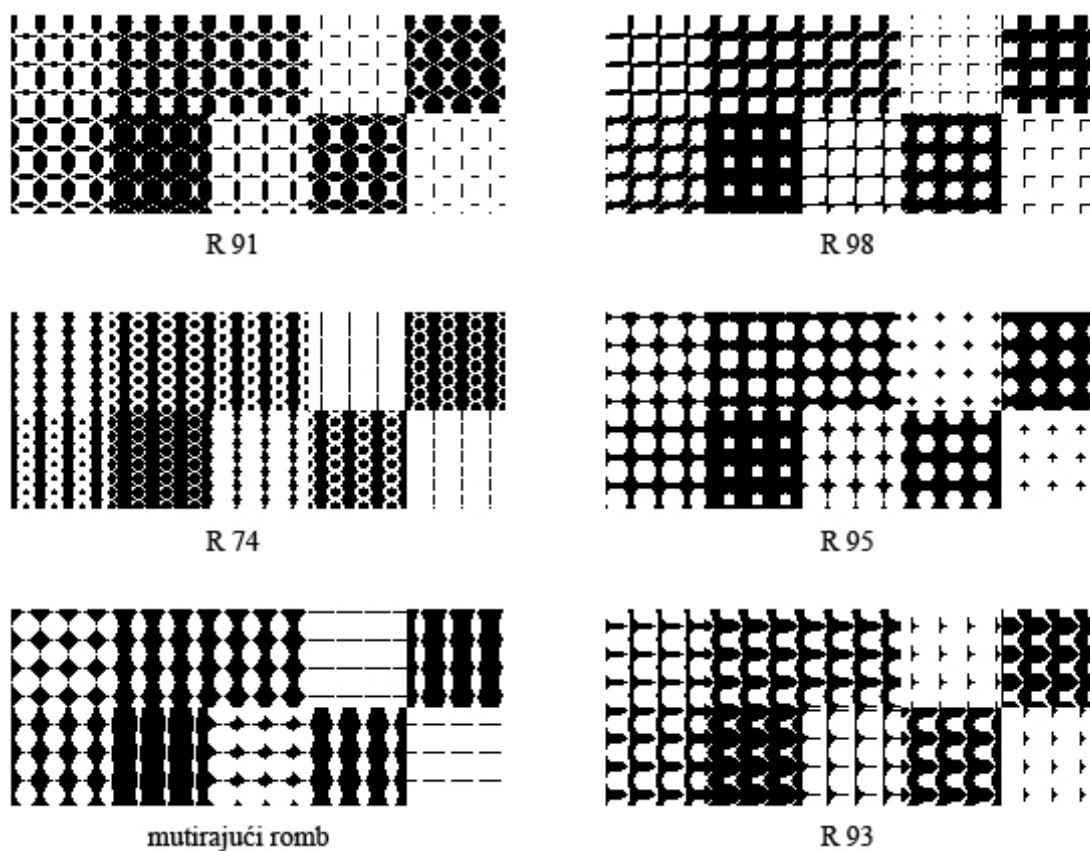


Slika 43. Izgled rasterskog elementa R98 sa kutem od 0°  
sa pokrivenošću od 95% do 5%

Rasterski elemenat R98 u rasponu pokrivenosti od 15% pa sve do 70 % ima stepenasti oblik. Kod pokrivenosti manjih od 15% i većih od 70% taj stepenasti oblik se u potpunosti gubi.

S prezentiranim rasterima želi se poboljšati dosadašnja zaštita u sigurnosnoj grafici [Žiljak I, Žiljak J, 2004]. Stvaranjem novih oblika rasterskih elemenata otvaraju se nove mogućnosti u dizajnu – novi dizajnerski alati [Žiljak, 2003,]. Ugrađivanje novih rasterskih oblika u dizajn vrijednosnica osigurava zaštitu informacija [Žiljak, V. et al. 2007, pp:299-302]. Novi rasterski elementi izvedeni za potrebe ove radnje služe za izvođenje eksperimenata novih tipografskih rješenja u sigurnosnoj grafici. Uloga novih rasterskih oblika pridonosi neponovljivosti ponuđenih rješenja i poboljšava načine zaštite tipografije od krivotvorenja.

Novi rasterski oblici prezentirani u ovome radu testirani su na više načina kako bi se potvrdila i opravdala mogućnost upotrebe u sigurnosnoj grafici. Uvođenje rastriranih tipografskih rješenja u sigurnosnu grafiku doprinosi boljoj zaštiti i neponovljivosti prikazanih rješenja bez poznatih parametara. Rasteri su testirani u piksel grafici i u tipografiji [Ivančić et al. 2010, pp:1921]. Izvode se razna rješenja kao prijedlozi u budućoj zaštiti vrijednosnica od krivotvorenja.



Slika 44. Novi rasterski oblici

Testiranje novih rasterskih elemenata provedeno je u piksel grafici preko programske procedure. Definirano je deset piksela različitih heksadecimalnih vrijednosti što predstavlja stupnjeve pokrivenosti. Pikseli su raspoređeni u dva retka i pet stupaca. Dimenzije piksela određene su transformacijskom matricom. Linijatura je za ovaj testni program vrlo mala kako bi rasterski oblici bili bolje uočljivi. Iz istog razloga je i kut rastera nula stupnjeva.

```
/lin 5 def
/kut 0 def

lin kut {RASTER} ZatvoriRaster
5 2 8 [1 1 div 0 0 1 1 div neg 0 0 ]
{<aa6677ee448822cc55f0>}
slika
```

Svi rasteri su izvedeni sa istom programskom procedurom i jednakim pokrivenostima piksela definiranim preko heksadecimalnih vrijednosti kako bi se mogla vidjeti promjena rasterskih oblika pri promjeni pokrivenosti površine. Svaki piksel na cijeloj svojoj površini ima isti ton.



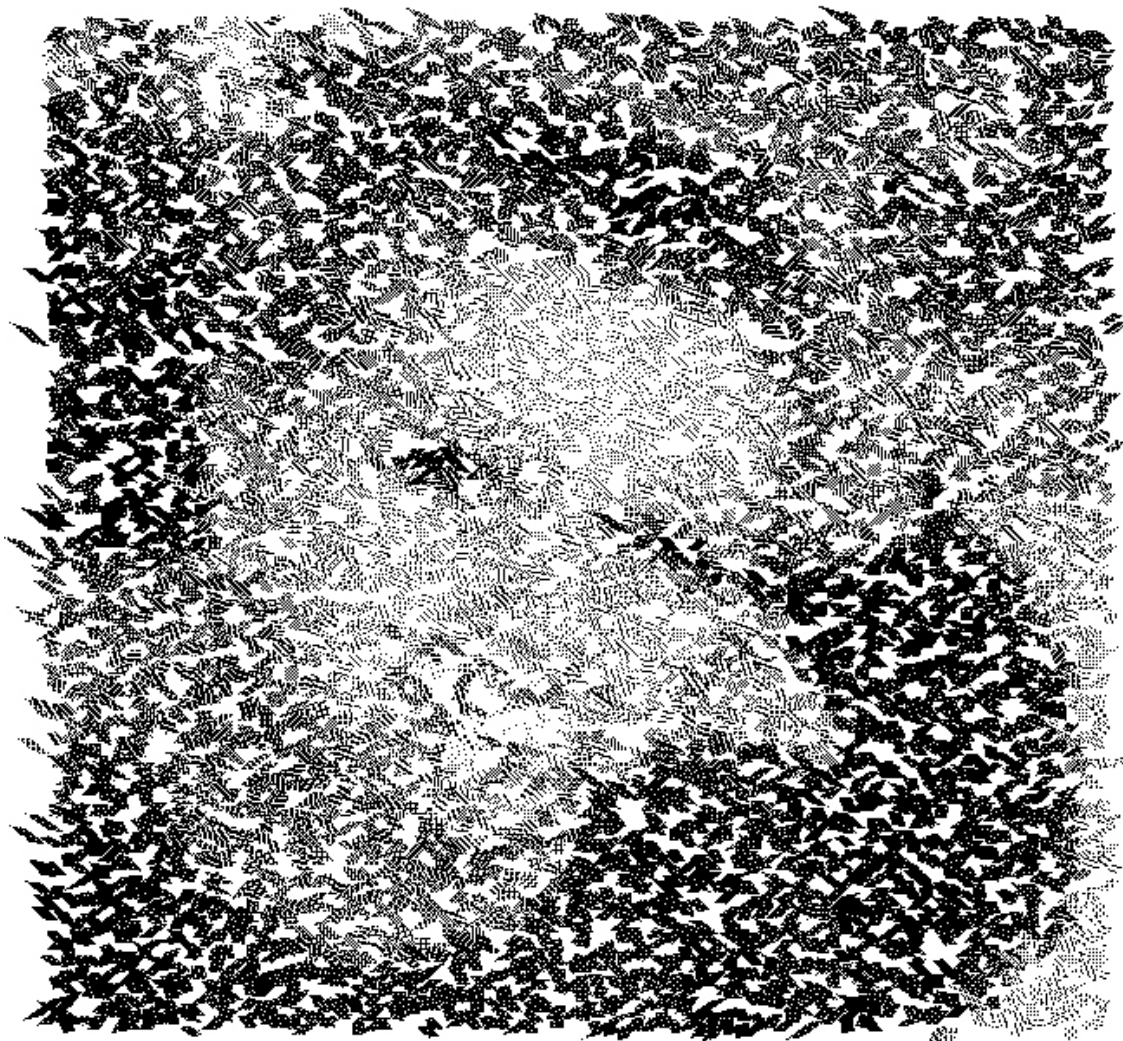
Slika 45. Test rastera R91 lin=10; kut=0°;

Slika 45. prikazuje primjenu rastera R91 na zadano tipografsko rješenje. Korišten je samo jedan raster za pozadine i tekst. Tekst je svjetliji jer ima pokrivenost površine samo 15% i ispisan je na tamnijoj liniji od 85% pokrivenosti. Tako je dobiven tekst u

negativu. Svjetlija pozadina ima pokrivenost od 30%. Programska procedura izvedena je u Postscript jeziku. Korišten je font Helvetica. Na ovome eksperimentu se jako dobro vidi promjena u obliku rastera pri različitim pokrivenostima. Jednostavnom programskom procedurom stvoreno je kompleksno tipografsko rješenje koje svoju primjenu nalazi u sigurnosnoj grafici.

```
lin kut {r91} ZatvoriRaster
0.7 SiviTon
0 0 pozicioniraj 700 0 potez 0 700 potez -700 0 potez Zatvori
popuni
0.15 SiviTon
gsave
90 10 pozicioniraj
120 0 potez 0 500 potez -120 0 potez Zatvori
popuni
grestore
50 100 pomak
130 0 pozicioniraj
90 rotiraj
0.85 SiviTon
/Helvetica PronadiFont
100 SkalirajFont PostaviFont (grafika) prikazi
```





Slika 46. Portret sa stohastičkim rasporedom piksela

Dosadašnji primjeri prikazuju nekoliko rješenja deformacije piksela. Na svaki piksel djelovalo se pojedinačno neovisno od susjednih piksela. Svi primjeri su uvećani i izvedeni na malom broju piksela kako bi se jače istaknula njihova deformacija. Deformacija piksela svoju primjenu može naći u izvedbi raznih portretnih rješenja. Slika 46 prikazuje portret izveden kao crnobijela fotografija. Uveden je stohastički izbor rasterskih elemenata [Žiljak I et al. 2008, pp:1553-1554].

```
/r22 {dup 2 index dup dup mul mul mul abs sqrt 3 1 roll dup  
dup mul mul mul abs sqrt exch sub abs 1 exch sub} bind def
```

```
/r21 { dup mul exch dup mul add 1 mul sqrt 120 mul sin abs 1  
exch sub} bind def % prsten neg
```

```
/r66 {kory mul dup mul exch 4 exp 2.71828 exch exp exch sub 2  
div abs 5 div } bind def
```

```
/r68 {kory mul dup mul exch 2 exp 0.25 exch exp exch sub 2 div  
abs 90 mul sin abs 3 div } bind def
```

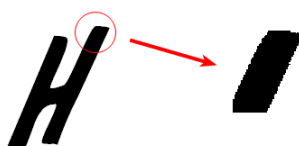
Odabir rasterskih elemenata se odvija stohastički preko generatora slučajnih brojeva.

Linijatura i kut također su određeni slučajno, preko definiranih relacija. Kut je slučajni broj između 0 i 40, dok je linijatura broj između 0 i 90.

```
/L {40 0 rn mul add } def %sluc broj između 10 i 40  
/K {0 90 rn mul add } def %sluc broj između 0 i 90
```

## 5.2. Rastriranje sa tipografskim elementima

Mjerenja pokrivenosti slovnih znakova pojedinih fontova provedena su kao predistraživanja u stvaranju fontova za rastriranje slika. Do tih rezultata došlo se upotrebom računarskog programa razvijenog posebno u tu svrhu. Rezultati mjerenja prikazani su tablično i grafički. Postupak mjerenja pokrivenosti provodi se na računalu. Odvija se tako da se slovni znakovi kojima će se mjeriti pokrivenost pretvore u sliku. Rezolucija je takva da se svaki slovni znak podijeli na piksele u rasponu od 100 do 500 piksela. Da bi rezultati bili što precizniji mjeri se uvijek nekoliko istih slova ispisanih u nizu bez razmaka. Mjerenje se provodi na način da se svim pikselima mjeri pokrivenost, onima koji čine slovni znak i onima koji su u njegovoj okolini. Slovni znakovi pretvarani u crno-bijele slike sastoje se od crnih i bijelih piksela. Takvim fontovima se pokrivenost može izmjeriti sa velikom preciznošću.



Slika 47. Slovo H

Za potrebe ovog rada izvedeno je nekoliko različitih vrsta fontova sa slovnim znakovima i piktogramima kako bi se što bolje prikazale vrlo široke i raznolike mogućnosti upotrebe ovakvih rješenja u sigurnosnoj grafici. Korištene su i izmjerene vrijednosti pokrivenost i nekih opće poznatih fontova. Važno je naglasiti da su kod svih fontova izrađenih i korištenih upravo za ove eksperimente svi slovni znakovi izvedeni u četvercima sa jednakim debljinskim vrijednostima. To je potrebno radi preciznog mjerenja pokrivenost i pozivanja slovnih znakova na mjesta piksela u stvaranju slike. Svi pikseli imaju jednaku veličinu, tako i slovni znakovi, odnosno četverci, koji dolaze na njihova mjesta moraju biti jednake veličine.

### 5.2.1. Slovni znakovi kao rasterski elementi u sigurnosnoj grafici

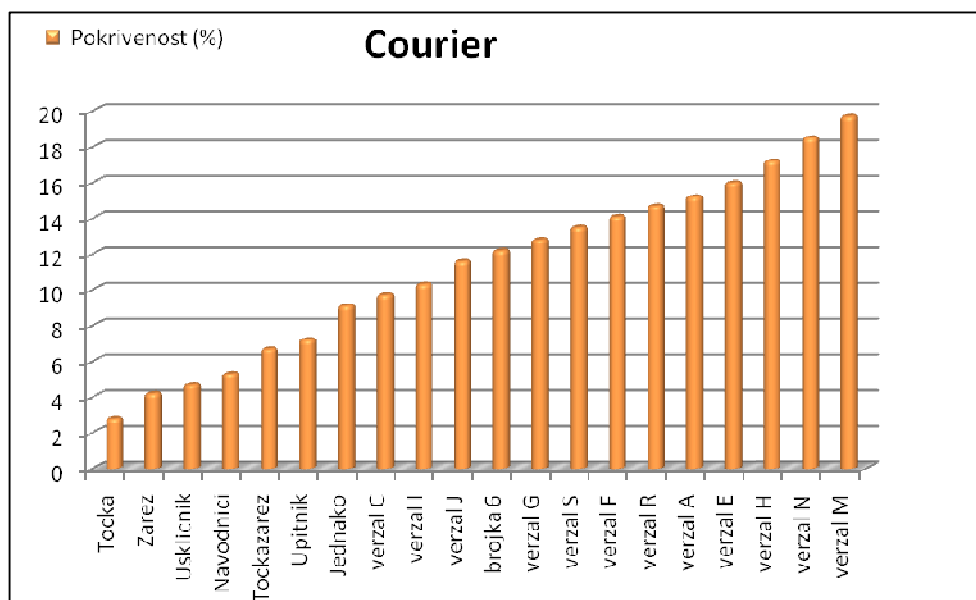
Font Courier dizajnirao je Howard Bud Kletter 1955. godine. Naručitelj fonta bila je IBM kompanija i služio je za pisanje na mehaničkim pisaćim strojevima. Zbog toga svi njegovi slovni znakovi imaju jednake debljinske vrijednosti, odnosno iste širine četverca bez obzira na širinu slovnih znakova. IBM je zaboravio tražiti ekskluzivna prava na korištenje tog fonta pa je ubrzo Courier postao standardni font na pisaćim strojevima i to ostao nekoliko desetljeća. Kasnije prilikom proizvodnje električnih pisaćih strojeva Adrian Frutiger je za potrebe IBM-a redizajnirao Courier. U digitalno doba Courier je zbog jednakih debljinskih vrijednosti svih slovnih znakova postao učestalo korišten za tekstove koji su morali imati poravnanje na puni format. Razne varijante Couriera danas su postavljene kao jedan od osnovnih fontova u mnogim operativnim sustavima računala. Neke varijante Couriera imaju meke, zaobljene linije, dok drugi imaju tupe, kvadratne završne poteze [Riggs, Grieshaber, 2009, pp:62-63].

Tablica 9. Zacrnjenje fonta Courier

Naziv	Izmjereni slovni znak	Pokrivenost (%)
<b>Točka</b>	.	2,8
<b>Zarez</b>	,	4,2
<b>Usklicnik</b>	!	4,7
<b>Navodnici</b>	„	5,3
<b>Točkazarez</b>	;	6,7
<b>Upitnik</b>	?	7,2
<b>Jednako</b>	=	9,1
<b>verzal C</b>	C	9,7
<b>verzal I</b>	I	10,3
<b>verzal J</b>	J	11,6
<b>brojka 6</b>	6	12,2
<b>verzal G</b>	G	12,8
<b>verzal S</b>	S	13,5
<b>verzal F</b>	F	14,1

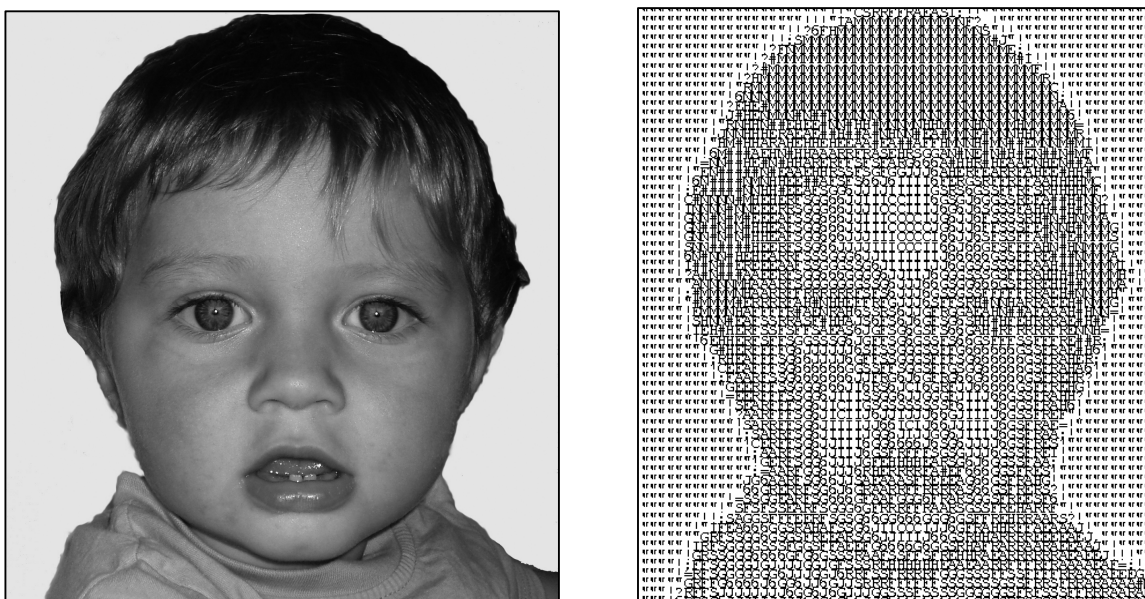
<b>verzal R</b>	R	14,7
<b>verzal A</b>	A	15,2
<b>verzal E</b>	E	16,0
<b>verzal H</b>	H	17,2
<b>Ljestve</b>	#	17,8
<b>verzal N</b>	N	18,5
<b>verzal M</b>	M	19,7

Tablica 9. prikazuje izmjerene vrijednosti pokrivenosti na općepoznatom fonu Courier. Izmjerene su vrijednosti svih slovnih znakova, uključujući brojke i znakove interpunkcije. U tablici su prikazane vrijednosti samo nekih znakova jer pojedini znakovi imaju isti stupanj pokrivenosti pa nije potrebno prikazivati sve takve znakove. U programima za izvođenje slike sa slovnim znakovima treba imati što veći raspon pokrivenost da bi slika bila što kvalitetnija odnosno da bi se mogao prikazati što veći raspon tonova. Kod fonta Courier mjerenja su provedena na originalnim slovnim znakovima bez dodatnih intervencija. Kako je font rađen sa tankim linijama i sva slova imaju jednake debljinske vrijednosti, raspon pokrivenosti iznosi svega 16,9 %. To nije dovoljno da se prikaže široki raspon sivih tonova, pa tako izvedene slike imaju prilično jednoličan ton.



Grafikon 1. Pokrivenost fonta Courier

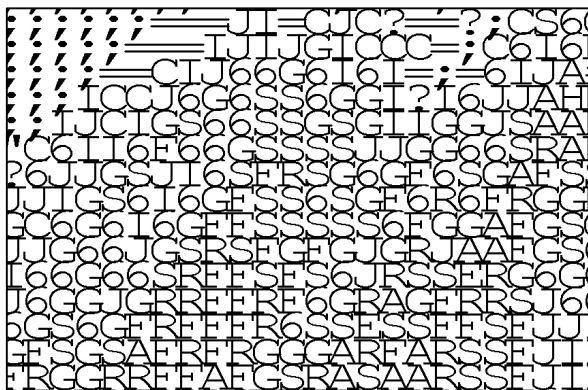
Radi bolje preglednosti podaci iz tablice br.1. prebačeni su u grafikon kako bi se vidio porast zacrnjenja pojedinih slovnih znakova. Vertikalna os prikazuje vrijednosti izmjerene pokrivenosti, a horizontalna os izmjerene slovne znakove. Iz grafikona je dobro vidljiv ne kontinuirani porast pokrivenosti pojedinih slova. Da bi postigli kvalitetna grafička rješenja bilo bi potrebno izvoditi veće zahvate prilikom redizajna ovog fonta pa se u ovom slučaju odustalo od takvih ispitivanja i prešlo se na druge fontove.



Slika 48. Bartol original i rastrirano sa fontom Courier

Slika 48. prikazuje dječaka Bartola kao crnobijeli original, te njezinu izvedbu rastriranja sa fontom Courier dimenzija 60 x 64 piksela. Za rastriranje se koriste svi slovnji znakovi izmjerenih pokrivenosti čije vrijednosti su prikazane i opisane u Tablici 9. Kako je izmjereni raspon pokrivenosti kod ovog fonta prilično uzak, svega oko 17%, proporcionalno tome nema izraženog kontrasta između tonova. Izvedena rastrirana slika ima vrlo malo razina sivih tonova. Kod dječaka se jasno vidi samo obris glave u odnosu na svjetliju pozadinu. Različiti stupnjevi sivoće kose, majice, očiju i lica su potpuno stopljeni i u rastriranoj verziji prikazani gotovo kao jednako sivi. Ovaj primjer izveden sa fontom Courier prikazan je kako bi se vidjelo da se sa relativno malim rasponom pokrivenosti ne mogu postići visokokvalitetne reprodukcije

slika. Međutim ovakva izvedba slike može pronaći svoju primjenu npr. na nekim ulaznicama ili loto listićima kao pozadina, ako joj se smanji svjetlina, na koju će se dalje otisnuti svi ostali podaci o događaju koji predstavljaju i za koji su dizajnirane.



Slika 49. Detalj Bartol font Courier

Uvećano je prikazan detalj slike Raster Courier da bi se vidjelo da je ta slika sastavljena od raznih slovnih znakova. Kod ovog fonta slovni znakovi imaju iste debljine linija pa stupnjevi pokrivenosti nastaju samo s količinom linija. Što znači da će jednostavni znakovi kao što su: „ i, !, 1, l, L, V, -, /, .“ koji su sastavljeni od samo jedne ili dvije linije imati malu pokrivenu površinu u četvercu pa će i iznos izmjerene pokrivenosti biti mali.

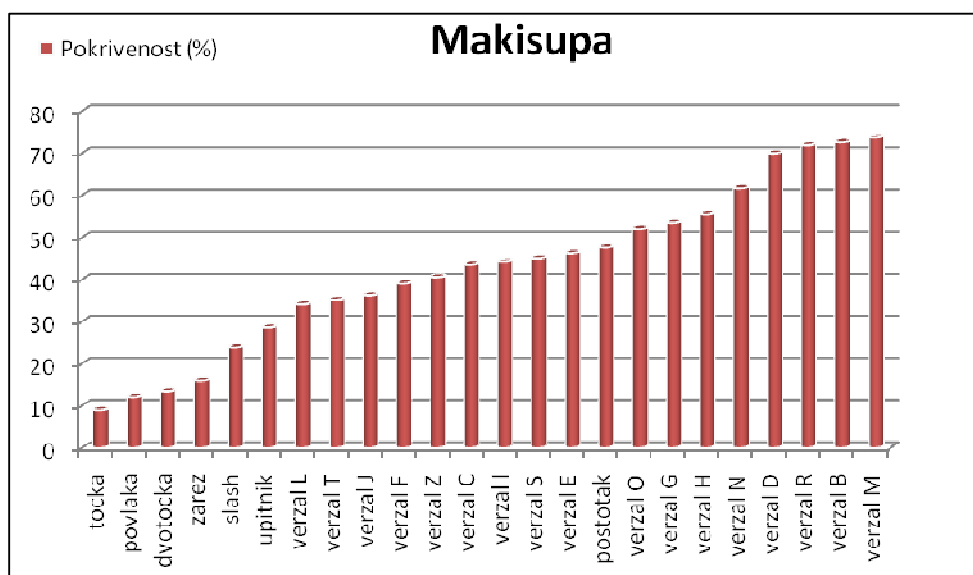
Tablica 10. Pokrivenost fonta Makisupa

Naziv	Izmjereni slovni znak	Pokrivenost (%)
točka	.	9,1
povlaka	–	12,1
dvotočka	:	13,4
zarez	,	16,1
slash	/	23,8
verzal L	<b>L</b>	34,1
verzal T	<b>T</b>	35,2
verzal J	<b>J</b>	36,3
verzal F	<b>F</b>	39,0
verzal Z	<b>Z</b>	40,6
verzal C	<b>C</b>	43,5
verzal I	<b>I</b>	44,2
verzal S	<b>S</b>	45,1
verzal E	<b>E</b>	46,3
postotak	<b>%</b>	47,6
verzal O	<b>O</b>	52,0
verzal G	<b>G</b>	53,4
ljestve	<b>#</b>	54,4
verzal H	<b>H</b>	55,6
verzal N	<b>N</b>	61,7
verzal D	<b>D</b>	70,0
verzal R	<b>R</b>	71,9
verzal B	<b>B</b>	72,6
verzal M	<b>M</b>	73,7

Font Makisupa je digitalni font izrađen za upotrebu na računalima. Kod njega postoje veće razlike između pojedinih slovnih znakova pa je i izmjereni raspon pokrivenosti mnogo veći nego kod fonta Courier. Raspon pokrivenosti ovdje iznosi 64,7%. Mjereni su originalni slovni znakovi bez ikakvog redizajna. U tablici su prikazani samo rezultati mjerenja za verzalna slova i znakove interpunkcije. Kurentna slova kod ovog fonta su izvedena u varijant i “ Small caps“ i imaju pretežno jednaku pokrivenost kao i verzali pa se njih kod ovog fonta neće koristiti za izvedbu slika. Nije potrebno imati

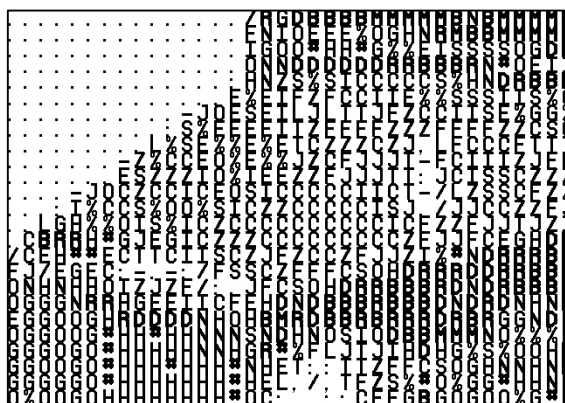
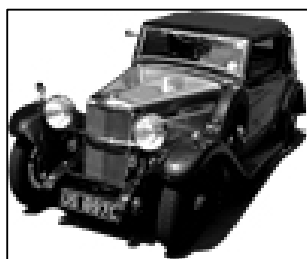


više slovnih znakova vrlo sličnih vrijednosti pokrivenosti. Da bi se dobile što kvalitetnije slike građene od slova na mjestima piksela potrebno je imati font sa što većim rasponom pokrivenosti slovnih znakova. Svaki slovni znak dolazi na mjesto određenog piksela. Najmanja izmjerena pokrivenost je kod slovnog znaka točke i iznosi 9,1%. Taj slovni znak će unutar programa za stvaranje slika od slova biti pozvan na najsvjetlijim mjestima na slici. Verzalno slovo „M“ ima najveću izmjerenu pokrivenost kod ovog fonta i iznosi 73,7%. To slovo će biti smješteno u pikselima sa maksimalnim pokrivenošću. Ove vrijednosti pokrivenosti odnose se na originalan font bez ikakvih promjena u izgledu slova.



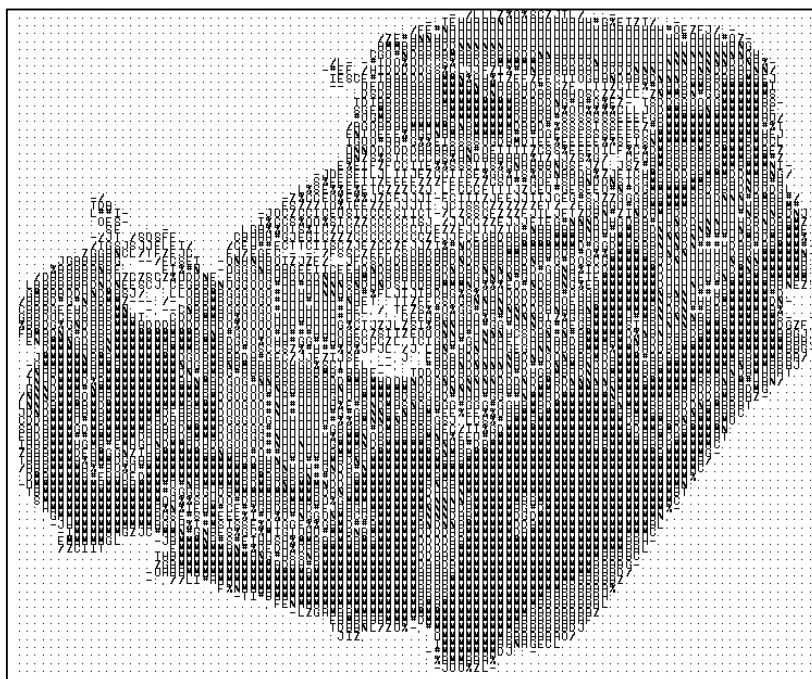
Grafikon 2. Pokrivenost fonta Makisupa

Grafikon izmjerenih slovnih znakova fonta Makisupa prikazuje relativno kontinuirana povećanja pokrivenosti kod izdvojenih znakova za ove eksperimente. Upravo zbog toga je font uzet u razmatranje jer bez dodatnih intervencija na slovnim znakovima postoji 24 različita stupnja pokrivenosti sa relativno velikim rasponom. Ovakav font u odnosu na Courier omogućava nastajanje kvalitetnijih rastriranih slika. Porast pokrivenosti između susjednih znakova nije kontinuiran, ali postoji određeno povećanje. Izmjereni su svi verzalni slovni znakovi i znakovi interpunkcije. Za rastriranje su izabrani samo oni znakovi među kojima postoji određeni porast pokrivenosti što se dobro vidi u grafičkom prikazu.



Slika 50. Original i detalj Auto Font Makisupa

Slika Auto je rastrirana sa fontom Makisupa odnosno sa njezina 24 različita stupnja pokrivenosti. Slika je rastrirana u veličini od 6,34 x 5,27 cm. Prikazana je originalna slika, rastrirani detalj i čitava rastrirana reprodukcija. Detalj ističe od kojih znakova je složena slika. Na najsvjetlijim mjestima pozadine slike dolaze slovni znakovi sa najmanjom pokrivenošću. Pokrivenost ne ide od nule zato da bi na svim mjestima u slici bili slovni znakovi, odnosno da ne bi bilo bjelina. Rastrirana reprodukcija dovoljno jasno prikazuje auto. Slovni znakovi bi bili bolje uočljivi kada bi se još povećala, a potpuno bi se izgubili za golo oko kada bi se radilo o visokim rezolucijama za tisak.

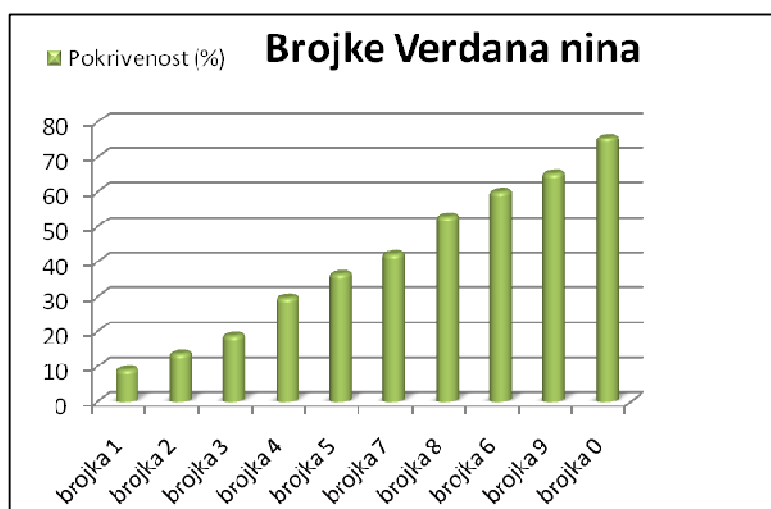


Slika 51. Auto rastrirano fontom Makisupa

Tablica 11. Pokrivenost brojaka fonta Verdana nina

Naziv	Izmjereni slovni znak	Pokrivenost (%)
1.eps	1	9,1
2.eps	2	13,7
3.eps	3	18,9
4.eps	4	29,8
5.eps	<b>5</b>	36,6
7.eps	<b>7</b>	42,3
8.eps	<b>8</b>	53,0
6.eps	<b>6</b>	60,1
9.eps	<b>9</b>	65,4
0.eps	<b>0</b>	75,6

U tablici 11. prikazani su rezultati pokrivenosti brojaka kod fonta Verdana nina. Ovaj font je dobiven redizajnom postojećeg općepoznatog fonta Verdana. To je font bez serifa. Raspon pokrivenosti je kod ovog fonta mnogo veći jer se to ciljano željelo postići prilikom redizajniranja pojedinih slovni znakova. Namjerno su se neke brojke deformirale kako bi se dobila željena pokrivenost. Kod ovog fonta deformacija slovni znakova je u granicama čitljivosti i svaki slovni znak je prepoznatljiv što je i prikazano u izvedenim primjerima rastriranja slika sa slovni znakovima.



Grafikon 3. Pokrivenost fonta Brojke Verdana nina

Grafikon 3 grafički prikazuje izmjerenu pokrivenost fonta Brojke Verdana nina. Raspon pokrivenosti iznosi 66,5 % sa 10 različitih stupnjeva. Što znači da se na ovakvim slikama može prikazati 10 različitih sivih tonova. Iako je postignut relativno veliki raspon pokrivenosti problem nastaje kod izvođenja reprodukcija sa velikim brojem razina sivih tonova. Sve brojke iz ovog fonta se mogu rasporediti tako da pokrivaju samo deset različitih stepenica sivih tonova. To znači da će se kod reprodukcije izgubiti određeni tonovi, odnosno stopiti će se u jednu brojku koja će zamjenjivati više nijansi sivih tonova kod originala. Posebno su prikazani rezultati za brojke zato što se prikazuje i pojedinačna primjena brojaka u izvedbi slika u sigurnosnoj grafici. Dokazano je da brojke samostalno nisu dovoljne za izvođenje kvalitetnih reprodukcija rastriranjem jer pokrivaju premalo razina sivog.



Slika 52. Dora font Verdana nina brojke

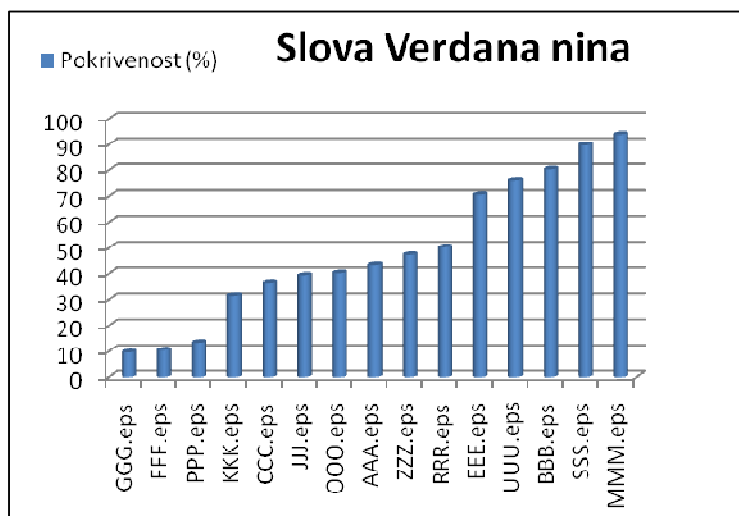
Rastrirana slika prikazuje deset razina sivih tonova. Zato su naglašeni prelazi od najtamnijih do najsvjetlijih tonova. Reprodukcijska je prepoznatljiva i može biti upotrijebljena za izvođenje nekih jednostavnijih primjera u sigurnosnoj grafici.

Preporuča se u izvođenje ovakvih rješenja dodati i slovne znakove ili znakove interpunkcije kako bi se povećao raspon pokrivenosti i podigla kvaliteta rastriranja. Kombinacijom brojaka i slovnih znakova mogu se izvesti individualna rješenja kod osobnih dokumenata. Slika može biti rastrirana sa brojkama koje označuju datum rođenja osobe i slovima koja čine ime i prezime osobe. Na taj način osigurava se potpuna zaštita od krivotvorenja dokumenata.

Tablica 12. Pokrivenost fonta Verdana nina

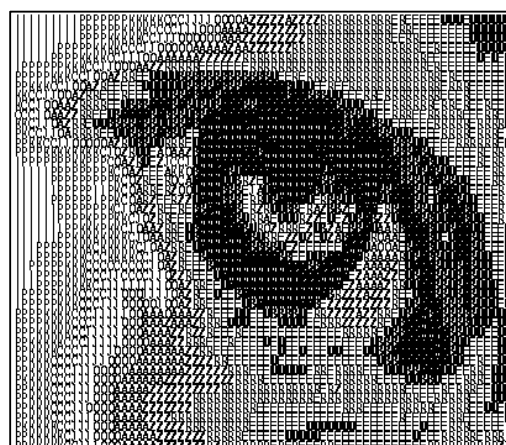
Naziv	Izmjereni slovni znak	Pokrivenost (%)
GGG.eps	G	9,6
FFF.eps	F	10,4
PPP.eps	P	13,3
KKK.eps	K	31,5
CCC.eps	<b>C</b>	36,5
JJJ.eps	<b>J</b>	39,3
OOO.eps	<b>O</b>	40,2
AAA.eps	<b>A</b>	43,6
ZZZ.eps	<b>Z</b>	47,4
RRR.eps	<b>R</b>	50,3
EEE.eps	<b>E</b>	70,6
UUU.eps	<b>U</b>	76,2
BBB.eps	<b>B</b>	80,3
SSS.eps	<b>S</b>	89,9
MMM.eps	<b>M</b>	93,8

Tablica 12. prikazuje rezultate pokrivenosti kod verzala fonta Verdana nina gdje je redizajnom postignut zadovoljavajući raspon pokrivenosti za interpretaciju slika. Ovdje raspon iznosi 84,2% i postignut je sa 15 različitih slova, odnosno 15 različitih stupnjeva pokrivenosti. Ovakve reprodukcije će imati poboljšanu kvalitetu u odnosu na rastriranje sa brojkama jer je dodano još 5 stupnjeva pokrivenosti



Grafikon 4. Pokrivenost fonta Verdana nina

Grafički prikaz pokrivenosti fonta Slova Verdana nina prikazuje prilično neujednačene razlike u pokrivenostima između slovnih znakova. Preveliki razmak je između rasterskih elemenata slova „P“ i „K“ 13,3% i 31,5%. Svi tonovi u tome rasponu pokrivenosti će kod reprodukcije slike biti svedeni na ta dva znaka. Tako se gube određeni detalji kod reprodukcija. Isto tako prevelika razlika u pokrivenosti je i kod rasterskih elemenata slovnih znakova „R“ i „E“ 50,3% i 70,6%. U tom rasponu pokrivenosti se kod reprodukcije ponovo gube svi ti tonovi. Fontovi koji u potpunosti zadovoljavaju i stvaraju kvalitetne reprodukcije prikazani su i opisani kasnije u radnji.



Slika 53. Original i rastrirano oko font Verdana nina slova

Slika Oko rastrirana je fontom Verdana nina slova. U usporedbi originala i rastrirane slike vide se nedostaci ovog fonta. Rastriranjem se izgubilo puno detalja, odnosno međutonova. Iako je raspon zacrnjenja zadovoljavajući rast pokrivenosti između znakova je prevelik da bi se dobila kvaliteta kod rastriranja.



Slika 54. Detalj Oko font Verdana nina slova

Detalj rastrirane slike prikazuje preveliku razliku u pokrivenosti između rasterskih elemenata- slovnih znakova „P“ , „K“ i „C“. To je dobro uočljivo kod grafičkog prikaza izmjerenih pokrivenosti. Zbog toga nastaju tako nagli prijelazi u razinama sivog jer se gube tonovi između ovih rasterskih elemenata. Za kvalitetne reprodukcije ovaj font se mora doraditi u smislu nastajanja novih znakova koji će smanjiti razlike između izmjerenih pokrivenosti susjednih znakova.

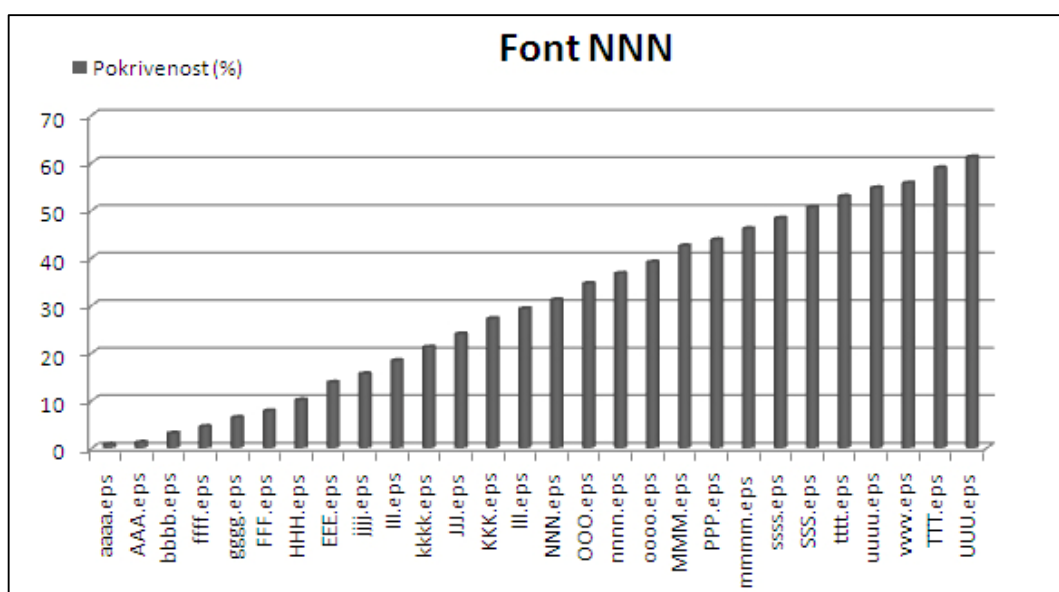
Tablica 13. Pokrivenost fonta NNN

Naziv	Izmjereni slovni znak	Pokrivenost (%)
aaaa.eps	.	0,8
AAA.eps	.	1,2
bbbb.eps	ˆ	3,1
ffff.eps	ˆ	4,5
gggg.eps	ˆ	6,4
FFF.eps	ˆ	7,8
HHH.eps	ˆ	10,1
EEE.eps	ˆ	13,8
jjjj.eps	ˆ	15,6
III.eps	ˆ	18,4
kkkk.eps	ˆ	21,2
JJJ.eps	ˆ	24,0
KKK.eps	ˆ	27,2
lll.eps	ˆ	29,3
NNN.eps	ˆ	31,2
OOO.eps	ˆ	34,6
nnnn.eps	ˆ	36,7
oooo.eps	ˆ	39,1
MMM.eps	ˆ	42,5
PPP.eps	ˆ	43,8
mmmm.eps	ˆ	46,1
ssss.eps	ˆ	48,3
SSS.eps	ˆ	50,6
tttt.eps	ˆ	52,9
uuuu.eps	ˆ	54,7
vvvv.eps	ˆ	55,7
TTT.eps	ˆ	58,9
UUU.eps	ˆ	61,2

Tablica 13. prikazuje font NNN koji je izveden od samo jednog verzalnog rukopisnog slovnog znaka. Raspon pokrivenosti je 60,41%. Font se sastoji od 28 različitih verzalnih slova "N". U programu za izradu fontova rađene su takve deformacije slova da se kod mjerenja pokrivenosti postigla promjena za 2- 3% kod svakog slijedećeg

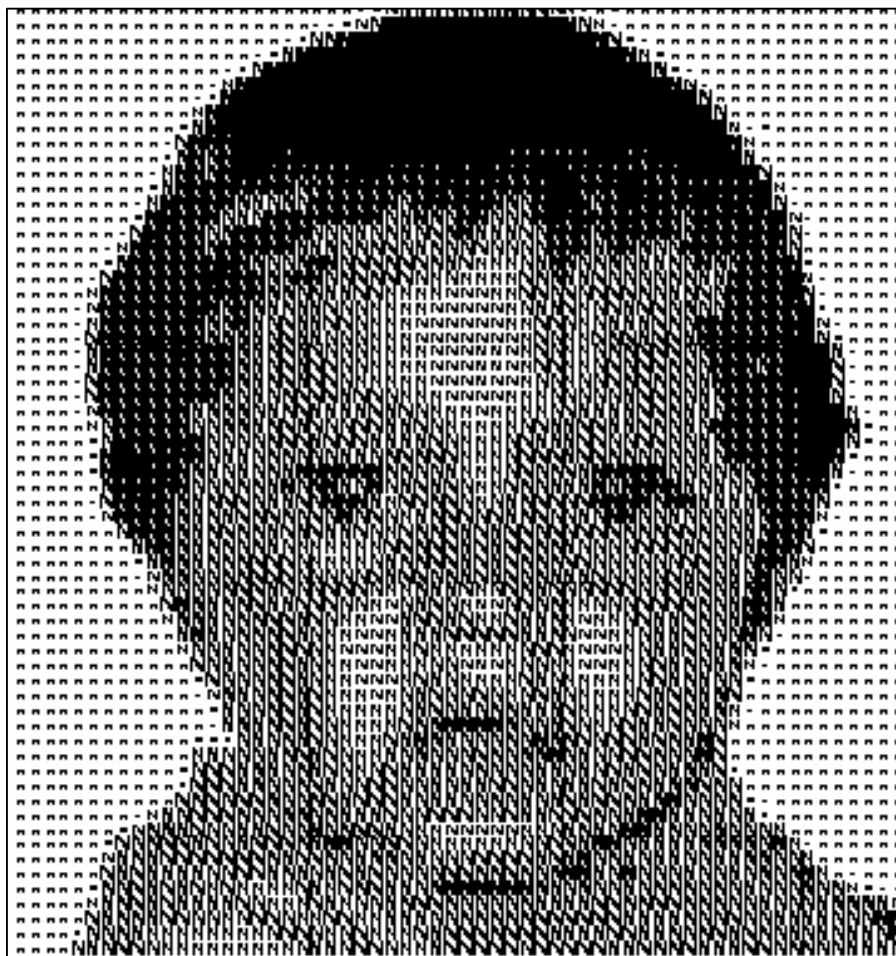


slova. Pojedini slovni znakovi sa ekstremno velikim vrijednostima zacrnjenja su namjerno deformirana do nečitljivosti da bi se postigla velika pokrivenost i što vjernije prikazali tamni tonovi na slikama. Na takav način dobio se dovoljno veliki raspon pokrivenosti i kontinuirani prelaz od svjetlijih prema tamnijim tonovima.



Grafikon 5. Pokrivenost fonta NNN

Grafikon 5. Grafički prikazuje izmjerene vrijednosti pokrivenosti slovni znakova fonta NNN. Ovaj font je izrađen tako da se prvo kreirao znak „N“ koji se u programu za izradu fontova prema UNICODE-u nalazi na heksadecimalnom kodu 004E [Pap et al. 1998, pp:396-400, [www.unicode.org](http://www.unicode.org)]. Nadalje su se izrađivali slovni znakovi programskim alatima koji smanjuju veličinu slovnog znaka za 20 em relativnih jedinica. S druge strane izrađivani su znakovi koji su se povećavali za 20 em relativnih jedinica. Iz grafikona 5 je vidljivo da takvim automatizmom nije moguće postići kontinuirani porast pokrivenosti kod slovni znakova. Vrlo brzo se primijetilo da se slovni znakovi moraju ručno doradivati. Automatski alati proporcionalno povećavaju ili smanjuju slovne znakove horizontalno ili vertikalno što u ovome slučaju nije poželjno. Nakon izrade velikog broja fontova ručnom doradom se prema osobnoj procjeni uspio postići relativno kontinuirani porast pokrivenosti kod ovog fonta.



Slika 55. Bartol rastrirano sa fontom NNN

Kao i fontom Courier rastrirana je slika dječaka Bartola sa fontom NNN. Namjerno je uzeta ista fotografija kako bi se istaknula prednost u kvaliteti rastriranja slika sa fontovima koji imaju veliki raspon pokrivenosti. Ovdje je uočljivo puno više detalja nego na slici 48. Naročito se ističu oči i kosa u kojima prevladavaju slovni znakovi od 61.2% pokrivenosti. Ti slovni znakovi dolaze na mjesta najtamnijih piksela. Pozadina oko dječakove glava izvedena je sa elementima koji imaju pokrivenost između 0,8 do 6,4%. To su slovni znakovi sa najmanjom izmjerenom pokrivenošću koji zamjenjuju najsvjetlije piksele da ne bi bilo praznina na slici. Da bi na slici rasterski elementi, odnosno slovni znakovi koji ih zamjenjuju bili vidljivi golim okom slika je prikazana uvećano. Ovo je individualno rješenje u kojem se rasterski elementi, odnosno slovni znakovi biraju stohastički. Na taj način je osigurana originalnost i jedinstvenost izvedenog rješenja.

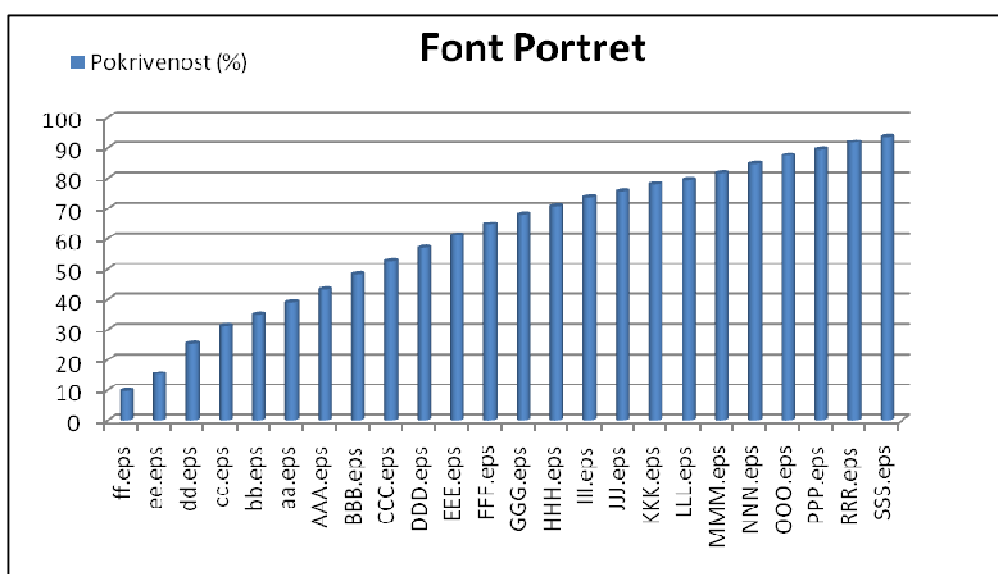
### 5.2.2. Piktogrami kao rasterski elementi u sigurnosnoj grafici

Osim slovnih znakova za rastriranje slika izrađeni su i testirani i piktogram fontovi. Iz mnoštva izrađenih fontova ovdje su prezentirana dva, te su priložene tablice i grafikoni pokrivenosti pojedinih znakova. Kao rasterski elementi piktogram fontovi mogu biti izrađivani kao jedan znak sa mnoštvom deformacija ili kao font od više različitih znakova.

Tablica 14. Pokrivenost fonta Portret

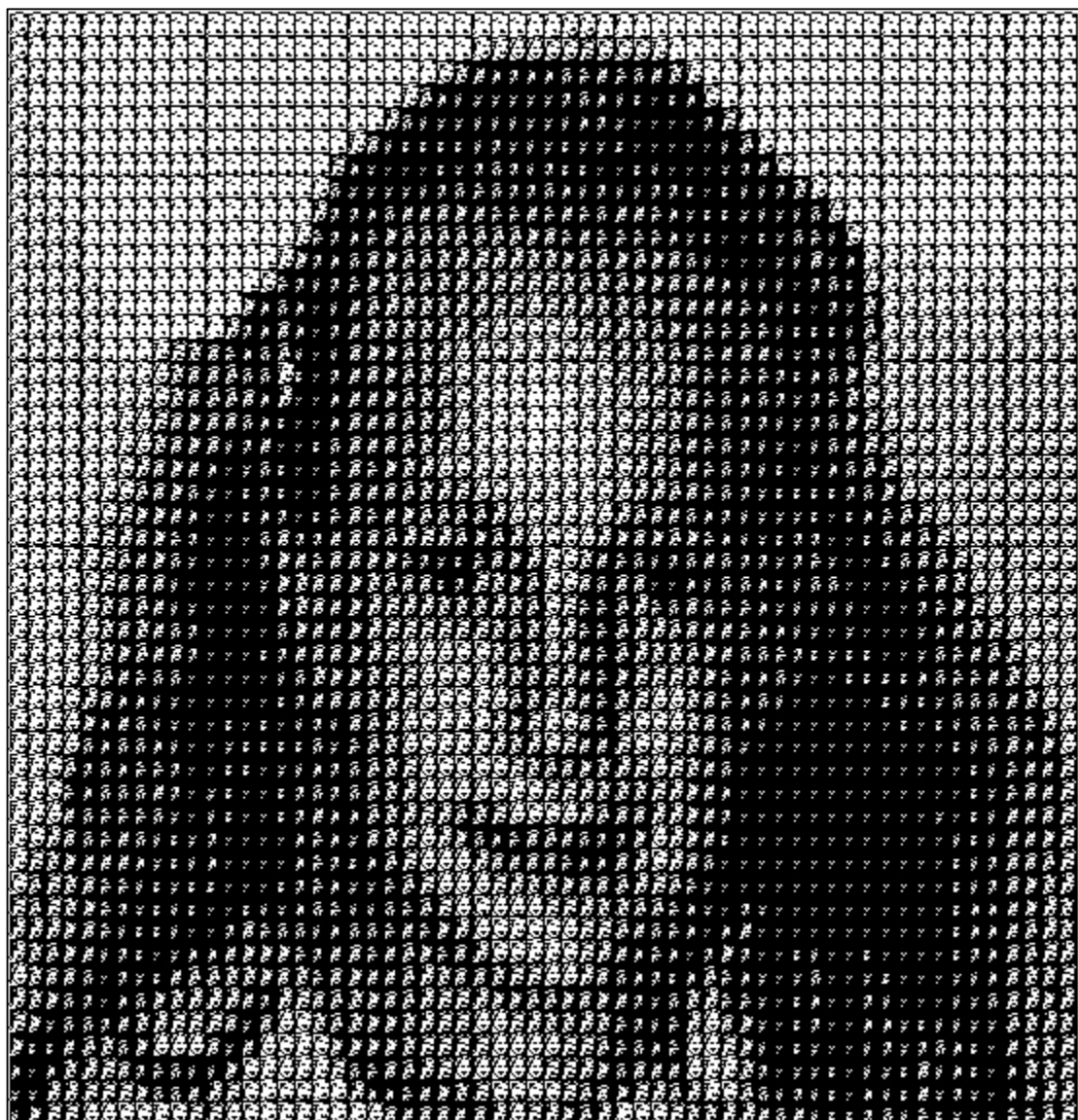
Naziv	Izmjereni slovni znak	Pokrivenost (%)
ff.eps		9,7
ee.eps		15,3
dd.eps		25,5
cc.eps		31,2
bb.eps		35,0
aa.eps		39,1
AAA.eps		43,4
BBB.eps		48,4
CCC.eps		52,7
DDD.eps		57,2
EEE.eps		61,1
FFF.eps		64,7
GGG.eps		67,9
HHH.eps		70,8
III.eps		73,5
JJJ.eps		75,7
KKK.eps		77,9
LLL.eps		79,5
MMM.eps		81,6
NNN.eps		84,8
OOO.eps		87,5
PPP.eps		89,5
RRR.eps		91,8
SSS.eps		93,7

Tablica 14. prikazuje rezultate pokrivenosti fonta Portret. To je piktogram font napravljen od mojeg portreta. Sastoji se od 24 portreta. Stupnjevi pokrivenosti postignuti su promjenom veličine portreta u pojedinim slovnim znakovima i njegovom deformacijom. Portret je izveden u negativu što znači da je pozadina odnosno prostor četverca ispunjen sa crnom bojom dok je portret bijeli. Raspon pokrivenosti iznosi 84,02%.



Grafikon 6. Pokrivenost fonta Portret



























Grafički prikaz fonta Portret prikazuje porast pokrivenosti sa svakom deformacijom znaka. Iako programi za dizajn slovnih znakova nude određene automatizme za deformiranje slovnih znakova ovdje su deformacije rađene ručno. Automatizme nije moguće koristiti za stvaranje piktograma u svrhu rasterskih elemenata. Bezierove krivulje mogu se jedino ručno oblikovati da bi se postigle odgovarajuće promjene u pokrivenosti slovnih znakova. To je naročito naglašeno kod ovakvih fontova koji se izrađuju od portreta. Portret mora zadržati prepoznatljivost, a opet se s njime moraju postići razlike u pokrivenosti. To je dugotrajan posao koji se ne može obaviti ispod sto sati rada.



Slika 56. Dora Font Portret

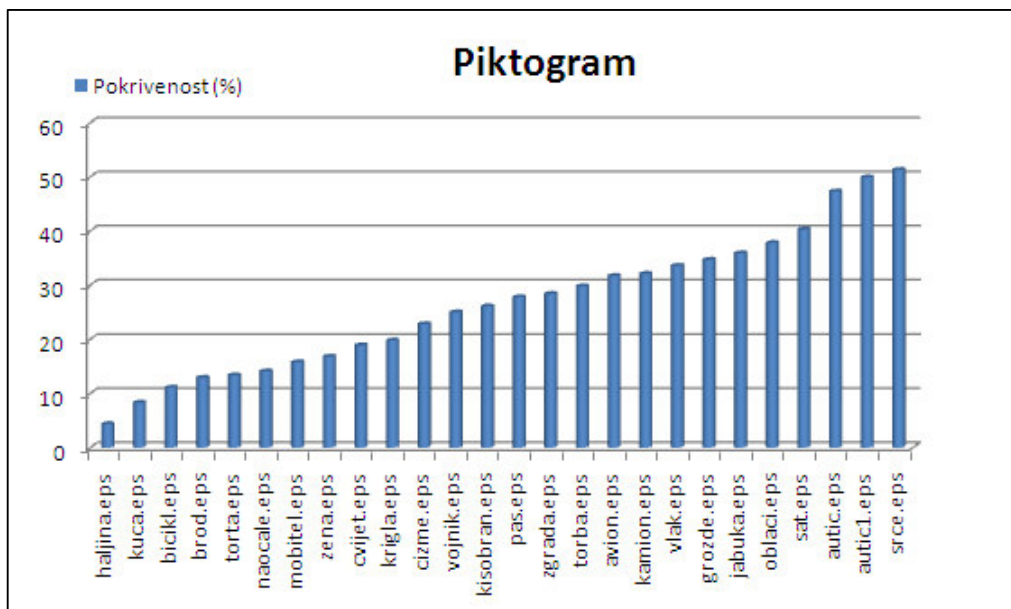
Fontom Portret izvedena je slika djevojčice. Slika se imitira sa znakom iz fonta, a ne klasičnim rastriranjem. Slika je uredno raspoređena, pravilno su slagani rasterski elementi prema stupnju pokrivenosti. Utvrđuje se da je slovni znak moguće transformirati u sliku. Rastriranje se provodi tako da se svakom pikslu pridružuje slovni znak, odnosno u ovome slučaju piktogram određenog stupnja pokrivenosti. Na svakome mjestu u slici se nalazi slovni znak kako bi se izbjeglo nastajanje bjelina. Slika je dovoljno uvećana da je golim okom moguće vidjeti od kojih se elemenata sastoji.

Tablica 15. Pokrivenost fonta Piktogrami

Naziv	Izmjereni slovni znak	Pokrivenost (%)
haljina.eps		4,4
kuca.eps		8,3
bicikl.eps		11,1
brod.eps		12,9
torta.eps		13,3
naocale.eps		14,1
mobitel.eps		15,8
zena.eps		16,8
cvijet.eps		18,9
krigla.eps		19,8
cizme.eps		22,8
vojnuk.eps		25,0
kisobran.eps		26,1
pas.eps		27,8
zgrada.eps		28,4
torba.eps		29,8
avion.eps		31,7
kamion.eps		32,1
vlak.eps		33,6
grozde.eps		34,7
jabuka.eps		35,9
oblaci.eps		37,8
sat.eps		40,3
autic.eps		47,3
autic1.eps		49,9
srce.eps		51,3

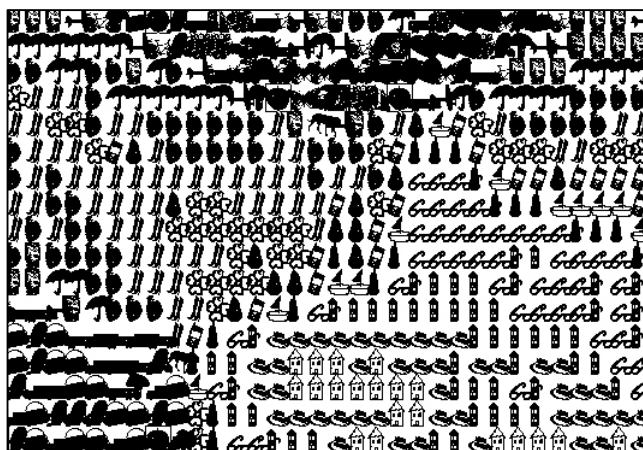
Font piktogrami izveden je od 26 različitih sličica. Gradacija pokrivenosti dobivena je upravo raznolikošću i veličinom sličica. Raspon pokrivenosti iznosi 46,9% i ide od 4,4% do 51,3%. Maksimalna pokrivenost od svega 51,3% je premala za kvalitetnu reprodukciju tamnijih tonova jer će svi takvi tonovi biti reproducirani kao piktogramski znak srce. Ovakav font zahtijeva dodatnu doradu. Ovdje je prikazan da se dokaže

mogućnost upotrebe piktoGRAMSKIH fontova u rastriranju slika i istakne dugotrajnost posla u izvođenju takvih fontova.

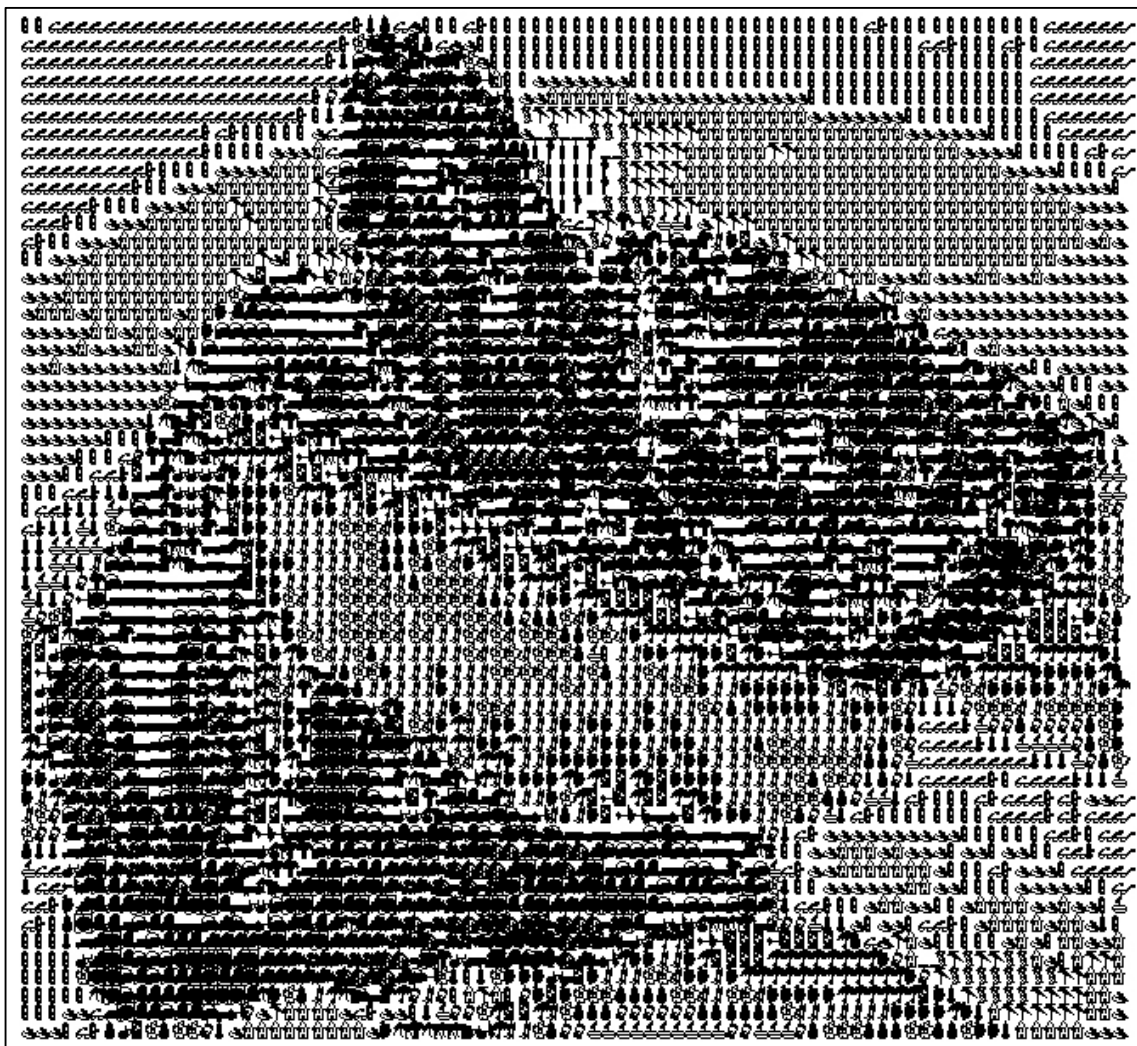


Grafikon 7. Pokrivenost fonta Piktogram

Grafikon 7 prikazuje relativno kontinuirani porast pokrivenosti fonta Piktogram. Problem kod ovog fonta je premala maksimalna pokrivenost. Raspon piktoGRAMA koji na slici reproduciraju svjetlije tonove je zadovoljavajući dok su svi tamni tonovi prikazani sa svega tri različita znaka. Na taj način se gubi kvaliteta rastriranja i detalji sa slike postaju neuočljivi.



Slika 57. Original i detalj Voće Font Piktogram



Slika 58. Voće rastrirano fontom Piktogram

Usporedbom originalne slike voća u odnosu na rastriranu reprodukciju je jasno vidljivo da su se pri rastriranju izgubili detalji voća koji su prikazani tamnijim tonovima. Premali raspon pokrivenosti rezultirao je nekvalitetnom reprodukcijom. Ovdje su pikseli zamijenjeni sa slovnim znakovima odnosno piktogramima. Na mjesto svakog piksela dolazi po pokrivenosti njemu adekvatan piktogram. Kako za tamne tonove nedostaju piktogrami oni su stopljeni i prikazani u svega nekoliko tonova što nije dovoljno za kvalitetnu reprodukciju. Ovakvi primjeri zahtijevaju dodatnu korekciju piktogramskih znakova kako bi se dobila kvaliteta slika i omogućila njihova upotreba u sigurnosnoj grafici.



Potprogram za rastriranje slika sa tipografskim elementima:

```

/DX HF 0.81 mul def % veličina piksela po x osi
/str1 (MBRDNH#GO%ESICZFJTL/, :-.)def % slova rasporedjena po
zacrnenju
str1 length /N exch def
/tekst 3 string def /znak 1 string def

/CITAJ { Nina i get } def
/i 0 def /y Ny HF mul 200 add def
Ny {/x 20 def
Nx{ CITAJ % uzimanje decimalne vrijednosti iz piksel grafike
na poziciji i
/P OK exch def /P P OK N mul 255 div cvi def % decimalna
vrijednost u rasponu 0 do N

x y pozicioniraj /x x DX add def /Poz P 1 sub def
Poz 0 lt {/Poz 0 def} if
% uzimanje jednog znaka na pozicij Poz iz stringa str1
str1 Poz 1 getinterval /znak exch def
znak show
/i i 1 add def } ponovi
/y y DX sub def } ponovi

PrikaziStranicu

```

Program koji omogućuje transformaciju piksel slike u sliku od slova izveden je u PostScriptu. Da bi program mogao raditi prvo je potrebno željenu sliku prebaciti u EPS format. Tako vrijednosti pojedinih piksela postaju čitljive, prepoznatljive programu za transformaciju slike u slova. Program radi tako da na mjesto svakog piksela dolazi po zacrnjenju odgovarajući slovni znak određenog fonta. Zato su unutar programa definirane dimenzije slike, dimenzije piksela i veličina slovni znakova. Relacija `str1` u sebi sadrži slova raspoređena po stupnju zacrnjenosti. Upravo iz tog razloga su provedena mjerenja zacrnjenja slovni znakova pojedinih fontova koji su korišteni u ovoj radnji.

Ovaj eksperimentalni rad nalazi svoju primjenu u praksi u području sigurnosne grafike. Sva ispitivanja i eksperimenti izvedeni su kako bi se poboljšala zaštita novčanica, vrijednosni papira, osobni dokumenata, ulaznica, listića igara na sreću i ostali tiskovina koje na sebi moraju nositi sigurnosne elemente.

Svrha izrade ovakvih primjera je poboljšanje i predstavljanje novih načina zaštite dokumenata i vrijednosnih papira. Ovdje prikazani primjeri odabrani su od mnoštva izvedenih tijekom eksperimentalnog istraživanja novih zaštita u sigurnosnoj grafici. U prikazanim eksperimentima korišteno je nekoliko fontova sa jasno izraženim razlikama. To su fontovi koji prema klasifikaciji dolaze iz potpuno drugačijih porodica i prema tome imaju jasno izražene razlike u pismovnom rezu i debljini poteza. Namjerno su za disertaciju izabrani takvi fontovi kako bi se se pokazala i dokazala mogućnost upotrebe fontova sa različitim karakteristikama u zaštiti protiv krivotvorenja.

### 5.3. Rastriranje sa slovnim elementima u boji

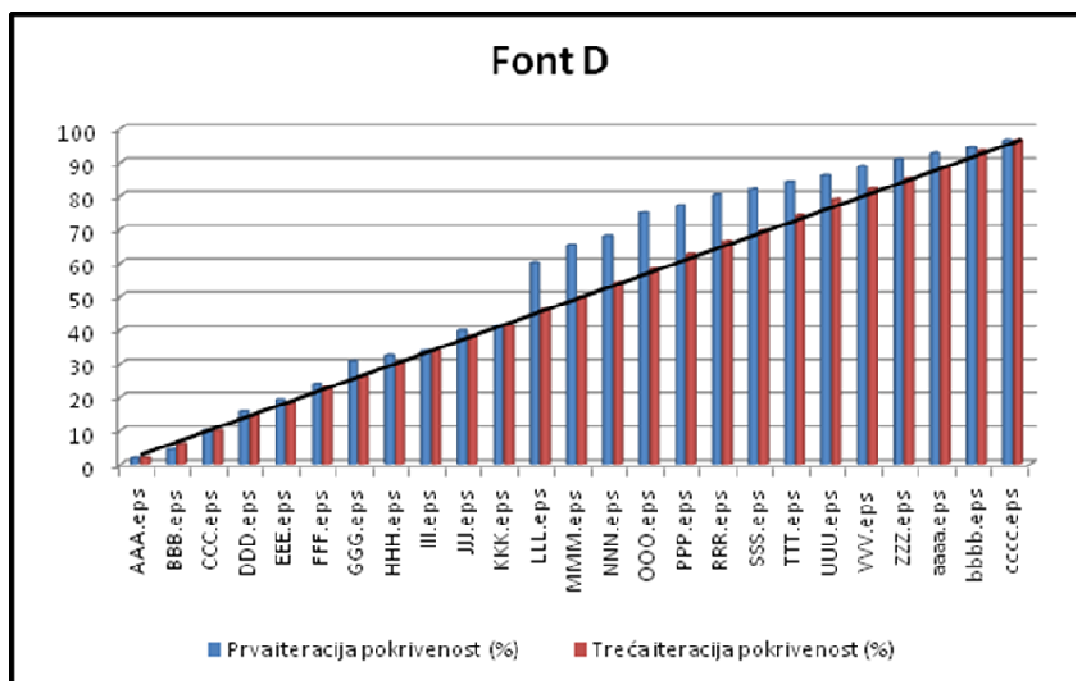
Za izvođenje eksperimenata rastriranih slika u CMYK reprodukciji kreirana su četiri različita tipografska fonta. Svaki font se sastoji od samo jednog slovnog znaka sa 25 različitih stupnjeva pokrivenosti. Fontovi se koriste kao rasteri za pojedini CMYK kanal. Svaki font izrađivan je u nekoliko iteracija. Iz prvog pokušaja je nemoguće stvoriti font sa kontinuiranim povećanjem zacrnjenja i zadovoljavajućim rasponom. Uvijek su potrebne dodatne korekcije. Da bi reprodukcija slike bila dobra potrebno je postići što veći raspon pokrivenosti među slovnim znakovima u fontovima. Raspon pokrivenosti izvedenih fontova za potrebe ove radnje se kreće od 2% – 97%. Isto tako raspon pokrivenosti između dva slova znaka ne smije biti veći od 5% iako se kvalitetnije reprodukcije dobivaju ako je raspon još i manji. Kako je za primjer uzeta slika djevojčice Dore kreirana su četiri fonta od slova njezinog imena. Ti slovni znakovi zamjenjuju klasične rasterske elemente. Na mjesto svakog piksela u pojedinim kanalima dolazi slovni znak točno određene pokrivenosti koja odgovara pokrivenosti pojedinih piksela. Tako izvedena rješenja u sebi sadrže nekoliko zaštitnih elemenata. Prvenstveno uvođenje individualnih slovnih znakova kao rasterskih elemenata pruža zaštitu jer je bez točno ovih fontova nemoguće ponoviti ovakva sigurnosna rješenja. Krivotvorenje dodatno otežava i uvođenje drugačijih slovnih znakova za pojedine kanale. Izbor kuta rasterskih elemenata također se odvija pseudoslučajno.

Na slijedećim stranicama tablično su prikazani pojedini fontovi. Ispisane su izmjerene vrijednosti pokrivenosti za iteracije izrade slovnih znakova. Iz izmjerenih vrijednosti je vidljivo koje znakove je bilo potrebno redizajnirati kako bi se postigao kontinuirani rast pokrivenosti među znakovima. Četvrta kolona u tablici prikazuje slovni znak za treću iteraciju. Ti slovni znakovi su korišteni za izvođenje eksperimenata. Grafikoni prikazuju izmjerenu pokrivenost za prvu i posljednju iteraciju. Grafički prikazi omogućuju preglednije čitanje izmjerenih rezultata pa su zato i priloženi.

Tablica 16. Font D

Naziv	Prva iteracija pokrivenost (%)	Druga iteracija pokrivenost (%)	Treća iteracija pokrivenost (%)	Izmjereni slovni znak
AAA.eps	1,8	1,8	1,8	D
BBB.eps	4,2	4,9	5,9	D
CCC.eps	9,8	9,8	9,8	D
DDD.eps	15,5	15,5	14,5	D
EEE.eps	19,1	19,1	18,1	D
FFF.eps	23,8	23,8	22,8	D
GGG.eps	30,6	24,8	25,8	D
HHH.eps	32,3	32,3	30,3	D
III.eps	33,6	33,6	33,6	D
JJJ.eps	39,7	39,7	38,0	D
KKK.eps	41,1	41,1	41,1	D
LLL.eps	60,0	51,8	46,0	D
MMM.eps	65,3	55,0	49,7	D
NNN.eps	67,9	62,8	54,0	D
OOO.eps	74,8	67,7	58,1	D
PPP.eps	77,0	70,7	62,5	D
RRR.eps	80,2	74,0	66,3	D
SSS.eps	81,8	77,4	69,4	D
TTT.eps	84,1	84,3	74,1	D
UUU.eps	86,0	84,5	78,9	D
VVV.eps	88,7	87,0	82,0	D
ZZZ.eps	90,8	88,2	85,1	D
aaaa.eps	92,6	89,6	88,3	D
bbbb.eps	94,3	94,3	93,3	D
cccc.eps	96,5	96,5	96,5	D

Prvi od fontova koji u potpunosti zadovoljava i ispunjava postavljene kriterije za kvalitetno rastriranje slovnim elementima je rukopisni font D. Za postizanje ovako kontinuiranog porasta pokrivenosti među slovnim znakovima potrebno je uložiti mnogo sati rada. Vrijeme rada se skraćuje kako se povećava iskustvo u izradi ovakvih fontova.



Grafikon 8. Font D

Prilikom izrade fonta moraju se poštivati tipografska pravila za izradu digitalnih fontova [Riggs, Grieshaber, 2009; Jury, 2002; Earls, 2002]. Programi za izradu fontova imaju alate i mehanizme za promjenu dimenzija slovnih znakova. Međutim takvi alati mogu kod ovakvih izrada slova biti samo pomoćni alati kojima se rade manje korekcije. Svaki slovni znak je potrebno ručno doraditi. Znakove sa manjim vrijednostima pokrivenosti je lakše izvesti jer deformacije nisu toliko zahtjevne i slovni znakovi ostaju dobro prepoznatljivi. Važno je imati osjećaj za debljine linija da ih se za svaki slovni znak malo podeblja kako bi rasla njihova pokrivenost. Tako se smanjuje broj iteracija izvođenja fontova u svrhu prezentiranja rasterskog elementa. Za znakove koji moraju imati veće pokrivenosti potrebno je pažljivije izvoditi deformacije znakova. Znak mora biti deformiran do mjere nečitljivosti, ali mora zadržati osnovne konture slova. To je vrlo zahtjevan posao koji iziskuje veliko iskustvo i znanje u izradi slovnih znakova. Precizni i relevantni podaci o promjeni pokrivenosti mogu se dobiti jedino provlačenjem slovnih znakova kroz program za mjerenje pokrivenosti. Tek nakon prvog mjerenja pokrivenosti dobiveni rezultati pokazuju na kojim znakovima iz fonta je potrebno raditi dodatne korekcije u debljini linija. Kod fonta D u prvoj iteraciji preveliki raspon u pokrivenosti je nastao između znakova „K“ i „L“. Na svim znakovima iz „L“ bilo je potrebno dodatno korigiranje.

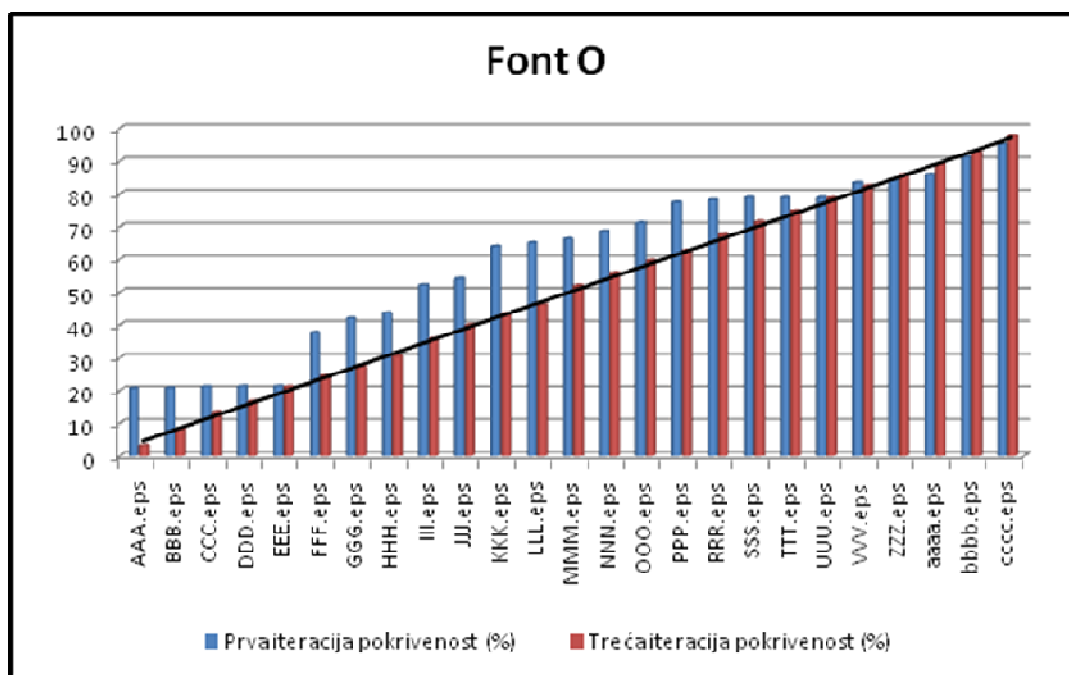
Kontinuirani porast pokrivenosti postignut je tek iz treće korekcije što prikazuje grafikon Fonta D.

Tablica 17. Font O

Naziv	Prva iteracija pokrivenost (%)	Druga iteracija pokrivenost (%)	Treća iteracija pokrivenost (%)	Izmjereni slovni znak
AAA.eps	20,7	3,2	3,2	○
BBB.eps	20,8	8,0	8,0	○
CCC.eps	21,2	14,3	13,4	○
DDD.eps	21,3	15,0	16,7	○
EEE.eps	21,3	24,9	21,2	○
FFF.eps	37,7	29,9	24,4	○
GGG.eps	42,0	31,9	27,1	○
HHH.eps	43,7	40,7	30,5	○
III.eps	52,2	43,2	35,8	◐
JJJ.eps	54,1	49,0	40,0	◐
KKK.eps	64,0	51,5	43,4	◐
LLL.eps	65,1	56,2	46,2	◐
MMM.eps	66,3	65,2	52,0	◐
NNN.eps	68,6	67,2	55,9	◐
OOO.eps	71,2	69,6	59,6	◐
PPP.eps	77,5	70,6	62,8	◐
RRR.eps	78,2	72,1	67,7	◐
SSS.eps	78,9	78,6	71,5	◐
TTT.eps	78,9	78,7	74,8	◐
UUU.eps	78,9	79,3	78,7	◐
VVV.eps	83,4	84,6	82,4	◐
ZZZ.eps	84,0	84,7	85,9	◐
aaaa.eps	85,9	86,0	89,0	◐
bbbb.eps	91,1	92,9	92,9	◐
cccc.eps	95,2	97,8	97,6	◐

Tablica 17. Font O prikazuje izmjerene vrijednosti triju iteracija kod Fonta O. Iako je u ovome slučaju bilo potrebno izvesti i više od tri iteracije ipak radi lakše preglednosti prikazani su rezultati prve, srednje i zadnje iteracije. Slovo O koje je izvedeno samo od Bezierovih krivulja bilo je zahtjevnije za izvođenje i postizanje kontinuirane

pokrivenosti slovnih znakova. Automatski alati za promjenu debljina linija nisu se kod ovog slova uopće mogli koristiti što je uočeno nakon mjerenja prve iteracije, jer oni nepravilno djeluju kod Bezierovih krivulja.



Grafikon 9. Font O

Grafikon 9. Fonta O prikazuje prvu i treću iteraciju mjerenja pokrivenosti slovnih znakova. Na znakovima koji su u programu za kreiranje fontova smješteni na pozicije „A, B, C, D, E“ kod prve iteracije napravljene su minimalne korekcije za koje se mislilo da će biti dovoljne da se postigne porast pokrivenosti. Tek nakon mjerenja vidjelo se da korekcije nisu dovoljne jer su dobiveni rezultati mjerenja skoro jednaki za sve te znakove. Golim oko nije moguće tako precizno uočiti razlike u debljini linija slovnih znakova. Između znakova smještenih na poziciji „E“ i „F“ nastala je prevelika razlika u pokrivenosti, pa su i svi slijedeći znakovi također imali preveliku pokrivenost. Posljednjih šest znakova sa najvećom deformacijom izvedeni su prilično dobro već kod prve iteracije pa na njima nije bilo potrebno izvoditi veće zahvate. Kod druge iteracije najveće korekcije izvođene su na znakovima sa srednjim vrijednostima pokrivenosti, smanjivane su debljine linija. Kao rezultat mjerenja dobiveni su usklađeniji rasponi pokrivenosti. Tek kod posljednje iteracije postignute su potpuno

kontinuirane pokrivenosti. Takav font zadovoljava sve uvjete za kvalitetno rastriranje sa slovnim znakovima.

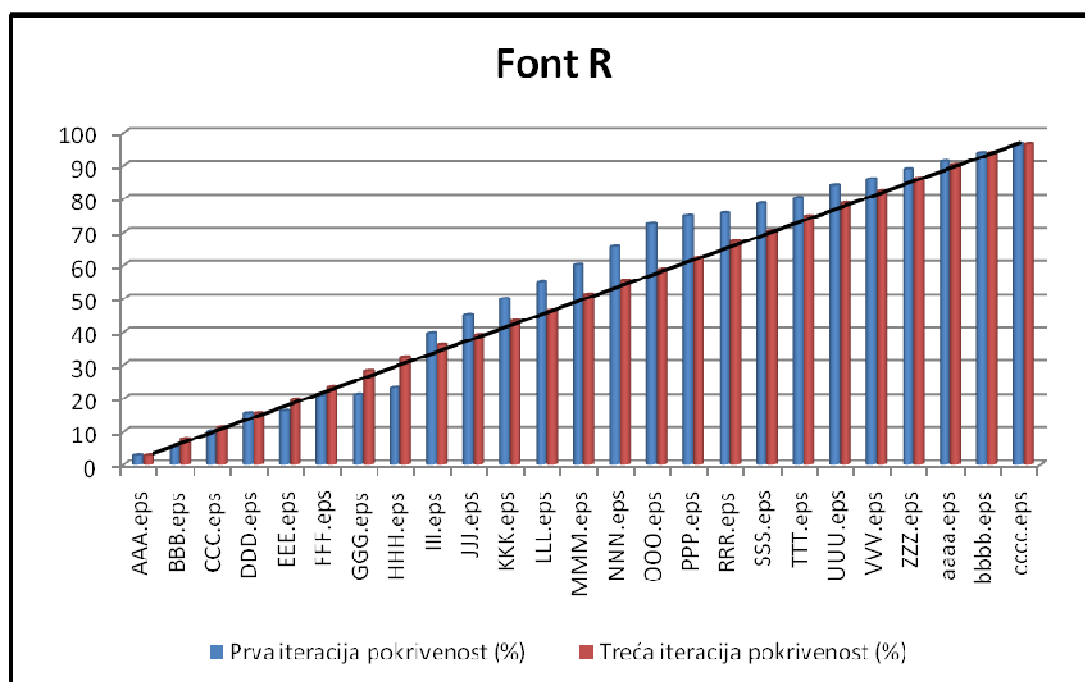
Tablica 18. Font R

Naziv	Prva iteracija pokrivenost (%)	Druga iteracija pokrivenost (%)	Treća iteracija pokrivenost (%)	Izmjereni slovni znak
AAA.eps	2,9	2,9	2,9	R
BBB.eps	5,2	7,8	7,8	R
CCC.eps	10,0	11,2	11,2	R
DDD.eps	15,5	15,5	15,5	R
EEE.eps	16,2	17,4	19,7	R
FFF.eps	20,7	20,2	23,3	R
GGG.eps	21,1	33,5	28,2	R
HHH.eps	23,1	36,4	32,4	R
III.eps	39,6	41,2	36,0	R
JJJ.eps	45,1	42,0	39,1	R
KKK.eps	49,9	49,1	43,2	R
LLL.eps	54,8	52,3	46,4	R
MMM.eps	60,1	53,2	51,2	R
NNN.eps	65,6	56,2	55,2	R
OOO.eps	72,4	65,6	58,7	R
PPP.eps	75,0	68,7	62,4	R
RRR.eps	75,8	72,6	67,2	R
SSS.eps	78,6	74,3	70,3	R
TTT.eps	80,3	76,8	74,8	R
UUU.eps	84,0	80,7	78,7	R
VVV.eps	86,0	83,4	82,4	R
ZZZ.eps	88,9	88,2	86,2	R
aaaa.eps	91,2	91,2	90,2	R
bbbb.eps	93,8	93,8	93,8	R
cccc.eps	96,4	96,4	96,4	R

Font R izveden je u tri iteracije čiji rezultati su prikazani u tablici br. Raspon dobivene pokrivenosti u trećoj iteraciji iznosi 93,5% a kreće se u rasponu od 2,9% do 96,4%. Takav raspon pokrivenosti je zadovoljavajući za stvaranje kvalitetno rastriranih slika.



Za izvođenje deformacija slova „R“ korišteni su automatski alati i ručna dorada kod svih slovnih znakova.



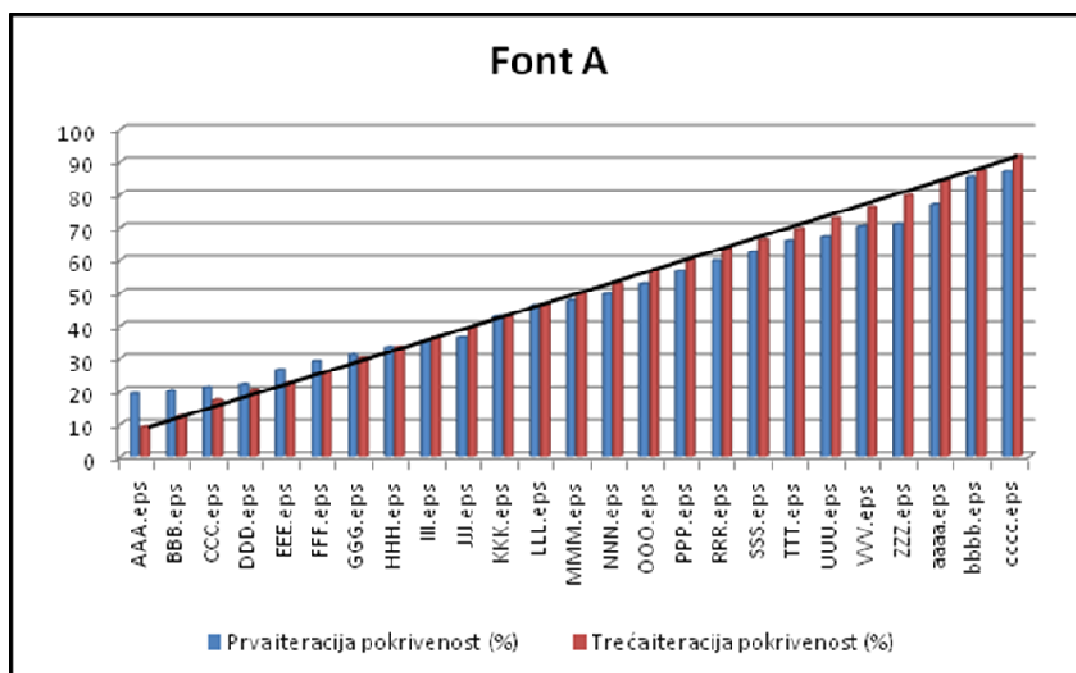
Grafikon 10. Font R

Grafikon prve i treće iteracije prikazuje kako su slovni znakovi koji su smješteni na krajnjim vrijednostima pokrivenosti napravljeni dobro i na njima nisu bile potrebne dodatne korekcije tijekom druge i treće iteracije. Najveći zahvati bili su potrebni na znakovima kod srednjih vrijednosti pokrivenosti. Iako se golim oko ne mogu primijetiti razlike između npr. slovnih znakova „R“ smještenih na pozicije „M, N, O“ one su jasno određene mjerenjem pokrivenosti. Ljudsko oko nema tako izoštrene mogućnosti uočavanja tako malih razlika u debljini linija. Upravo zbog toga se moraju koristiti programska rješenja za mjerenje pokrivenosti slovnih znakova kako bi se sa ovako izrađenim fontovima mogle kvalitetno rastrirati slike. Druga iteracija kod ovog fonta najveće promjene radi na slovima „G, H“ jer je kod njih u prvoj iteraciji izmjeren najmanji porast pokrivenosti i kod slova „O, P“ kod kojih je izmjeren najveći porast pokrivenosti. U trećoj iteraciji korigirane su sve razlike i postignut je kontinuirani porast koji zadovoljava postavljene uvjete za postizanje kvalitetnih slovnih rasterskih elemenata.

Tablica 19. Font A

Znak	Prva iteracija pokrivenost (%)	Druga iteracija pokrivenost (%)	Treća iteracija pokrivenost (%)	Izmjereni slovni znak
AAA.eps	19,1	9,1	9,1	A
BBB.eps	20,0	9,4	12,2	A
CCC.eps	21,1	9,8	17,2	A
DDD.eps	22,0	14,5	20,3	A
EEE.eps	26,4	19,2	22,6	A
FFF.eps	29,0	20,0	25,8	A
GGG.eps	31,0	31,0	30,0	A
HHH.eps	33,3	33,3	33,3	A
III.eps	35,2	35,2	36,2	A
JJJ.eps	36,2	36,2	39,2	A
KKK.eps	42,6	42,6	42,6	A
LLL.eps	46,0	46,0	46,2	A
MMM.eps	47,6	47,6	49,6	A
NNN.eps	49,6	52,7	52,7	A
OOO.eps	52,7	55,8	56,8	A
PPP.eps	56,6	59,0	60,0	A
RRR.eps	59,7	62,4	63,4	A
SSS.eps	62,4	65,1	66,1	A
TTT.eps	65,7	68,4	69,4	A
UUU.eps	66,9	72,7	72,7	A
VVV.eps	70,2	73,3	76,1	A
ZZZ.eps	70,9	76,4	79,6	A
aaaa.eps	76,9	82,9	83,9	A
bbbb.eps	85,2	87,1	87,1	A
cccc.eps	87,0	91,5	93,5	A

Vrijednosti posljednjeg fonta koji je izabran iz mnoštva da bude prezentiran u ovoj radnji je font A. Korekcije njegovih slovni znakova je bilo lako izvesti jer se sastoji od jednostavnih ravnih linija koje nisu tako zahtjevne za doradu. Svi slovni znakovi su zadržali osnovni prepoznatljivi oblik bez obzira na maksimalnu deformaciju kojom je postignuta izmjerena pokrivenost od 93,5%.

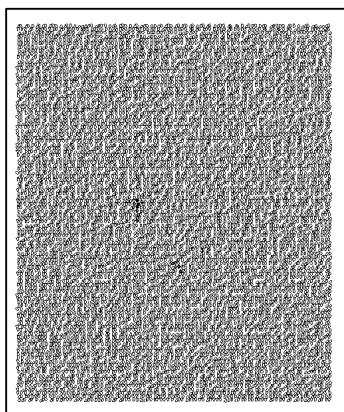


Grafikon 11. Font A

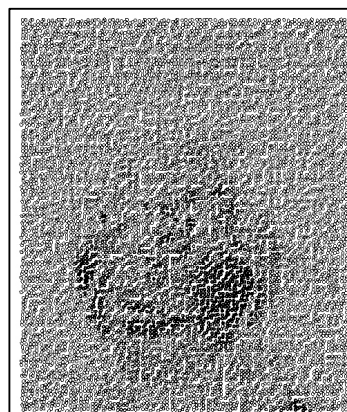
Grafički su ponovo prikazane prva i treća iteracija. U odnosu na druge fontove ovdje je bilo potrebno obaviti najmanje korekcija. Kod prve iteracije početna vrijednost pokrivenosti prvog slovnog znaka je bila prevelika 19,1%. To je previše da bi se kvalitetno moglo rastrirati najsvjetliji tonovi. Ostale promjene u debljini linija slovnih znakova uređene su dobro već u prvoj iteraciji pa su naknadno izvedene samo male korekcije. Trećom iteracijom postignute su kontinuirane pokrivenosti kojima se postižu kvalitetno rastrirane slike.



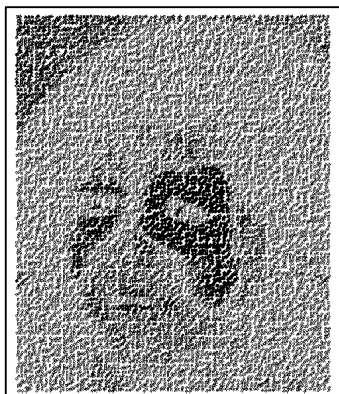
Slika 59. Original Dora maska CMYK



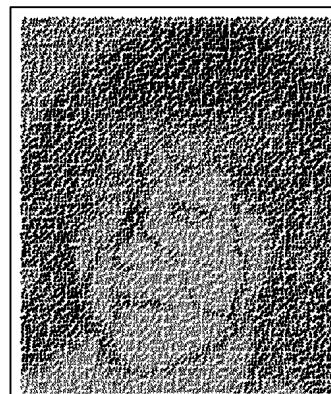
Cijan Font D



Magenta Font O



Žuta Font R



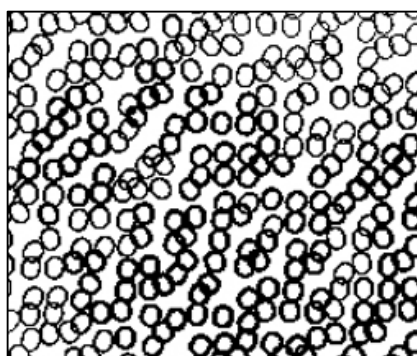
Crna Font A

Slika 60. Rasterski elementi Dora CMYK

Slika djevojčice Dore uzeta je za primjer rastriranja sa slovnim znakovima u CMYK reprodukciji. Namjerno je uzeta slika maske sa mnoštvom boja kako bi se jače naglasila uloga svih rasterskih elemenata po kanalima. Umanjene slike prikazuju pojedine kanale i rasterske elementa za C, M, Y i K. Vidi se da je raster za crnu boju najistaknutiji, odnosno da je u ovome primjeru izvedena takva separacija boja kod kojih je crni kanal najizraženiji.



Detalj Font D, kanal C



Detalj Font O, kanal M



Detalj Font R, kanal Y

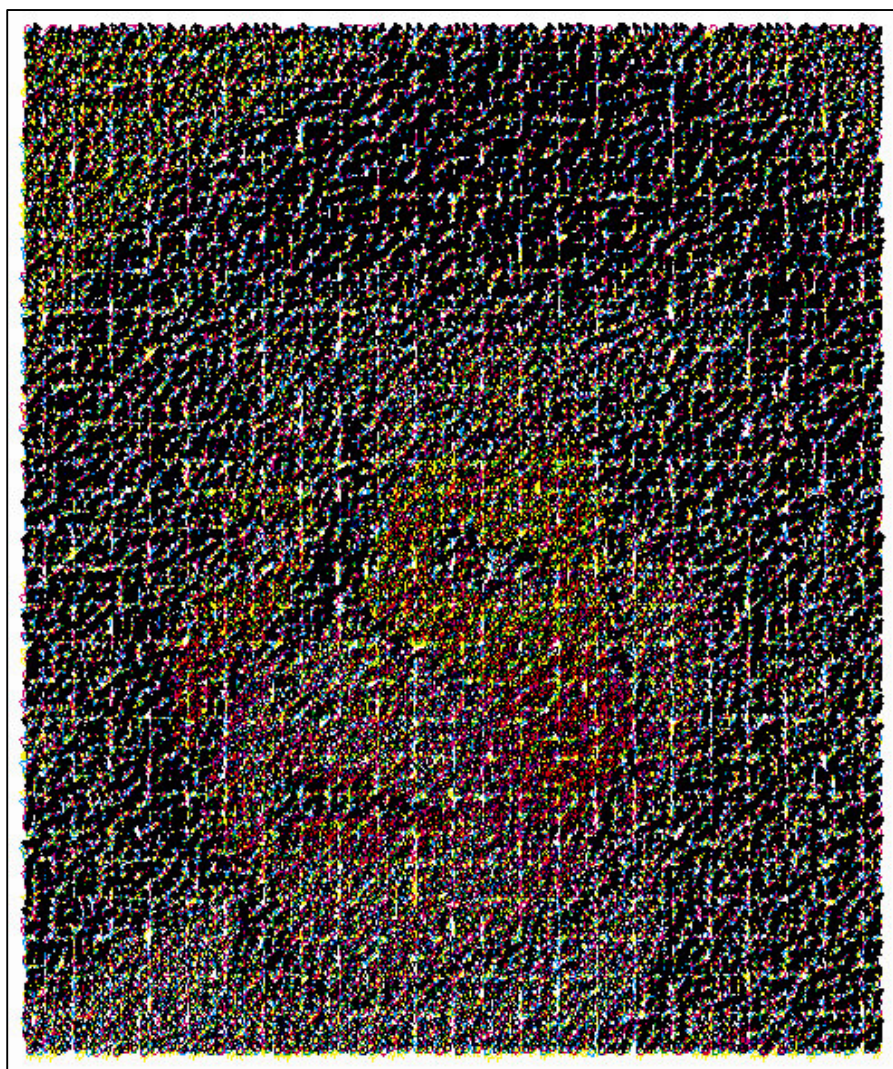


Detalj Font A, kanal K

Slika 61. Detalji rastriranja

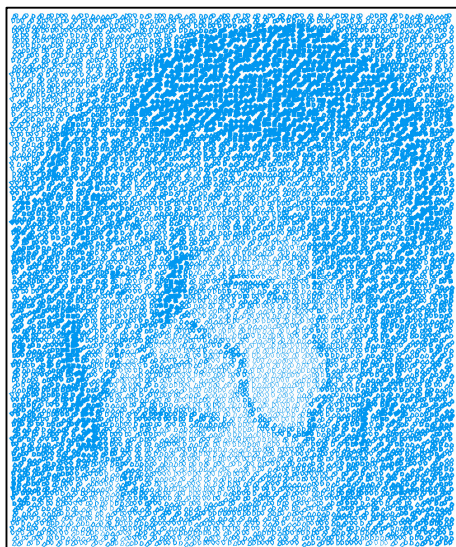
Detalji rastriranih kanala prikazani su na slici 61. Ovdje se dobro vide slovnii znakovii rasterski elementi. Povećanim prikazom se vidi i stohastički položaj rasterskih elemenata koji je određen programski generatorom slučajnih brojeva [Žiljak-Vujić J. et al. 2008 pp.22-27].

Takav način rastriranja stvara potpuno individualna i jedinstvena rješenja u sigurnosnoj grafici. Povećanim prikazom se jasno vidi i promjena rasterskih elemenata ovisno o pokrivenosti pojedinih piksela kod originalne slike. Svakome pikselu u pojedinom kanalu je prema stupnju pokrivenosti pridružen slovni znak. Pridruživanje različitih slovnih znakova svakome kanalu dodatno pojačava individualnost i neponovljivost rješenja. Za ove eksperimente korištene su relativno niske linijature rastera kako bi rasterski elementi bili vidljivi. Da su eksperimenti izvedeni na visokorezolucijskim uređajima golim okom ne bi bilo moguće raspoznati rasterske elemente. U tome slučaju morali bi koristiti povećala.

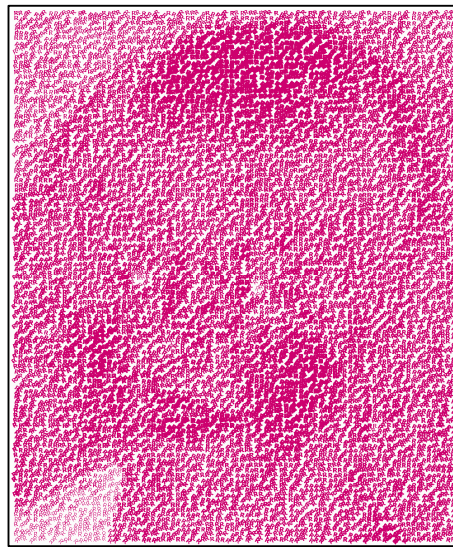


Slika 62. Rastriranje CMYK

Slika Rastriranje CMYK prikazuje rastriranu sliku djevojčice Dore sa svim kanalima. Kako je separacija izvedena tako da je crni kanal najizraženiji tako je i isprint ove slike malo tamniji. Da bi se postiglo kvalitetnije rješenje izvedena je drugačija separacija boja iste slike i prikazana je u nastavku radnje.



Cijan



Magenta



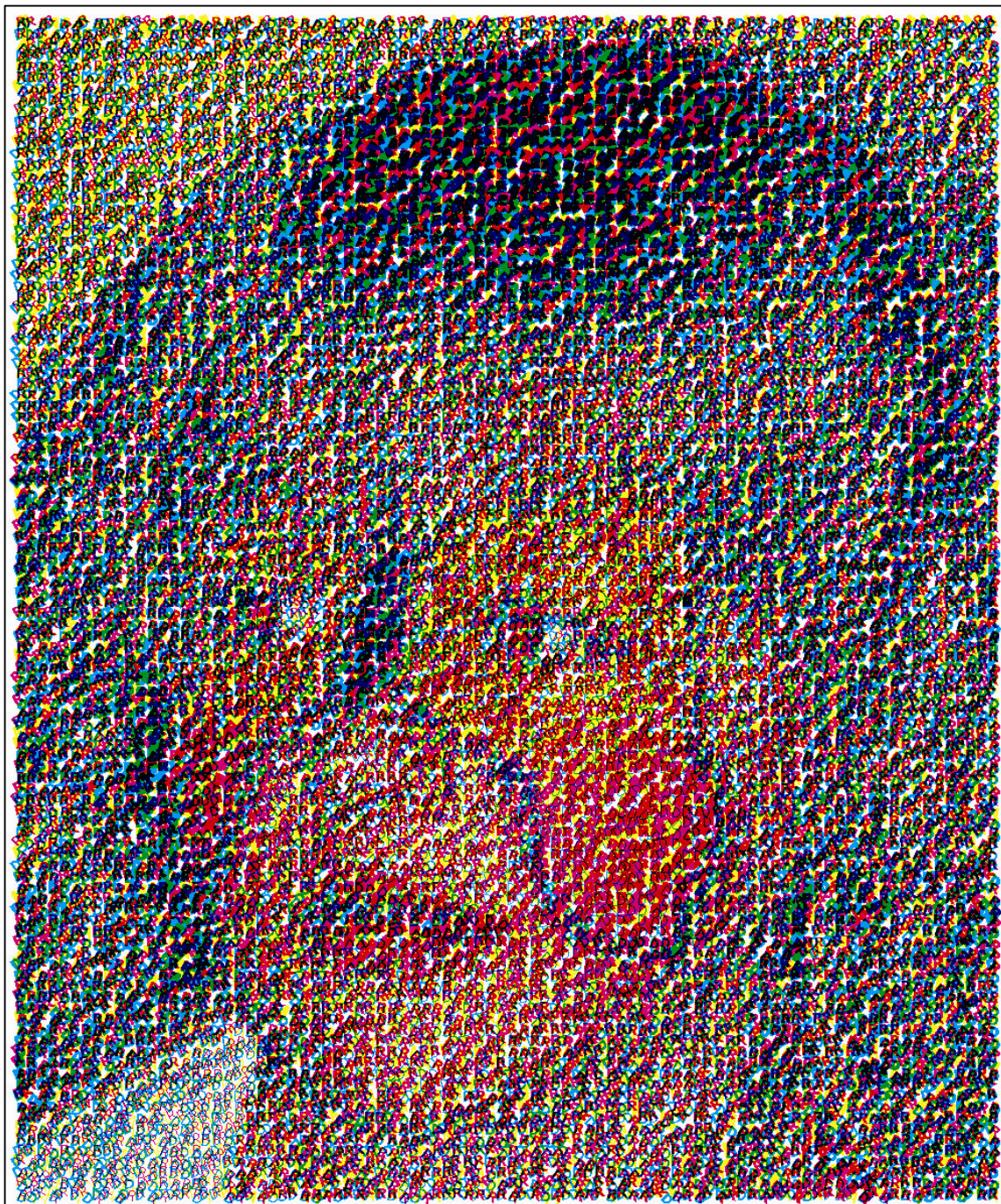
Žuta

Slika 63. CMY separacija

Slika 63. CMY separacija prikazuje separaciju boja istog originala s K kanalom vrijednosti nula. Prikazani su rastrirani C, M i Y kanali. Svakome kanalu su pridruženi drugačiji rasterski oblici – slovni znakovi. Cijan kanal je rastriran sa slovničkim znakovima fonta D. Magenta je rastrirana sa slovničkim znakovima fonta R i žuta je rastrirana sa slovničkim znakovima fonta A. Pojedinačno rastrirani kanali su prikazani radi boljeg pregleda tipografskih rasterskih elemenata pridruženih pojedinim pikselima. Fontovi koji se koriste za ovakvo rastriranje izvedeni su tako da svaki slovni znak ima neku vrijednost pokrivenosti. Pokrivenost ne može biti nula. Kada bi pokrivenost bila na nuli onda bi na najsvjetlijim mjestima na slici bilo praznina. U ovim eksperimentima su se praznine željele izbjeći pa se na svakom mjestu na slici nalazi rasterski element- slovni znak.

Slika 64. Maska rastriranje CMY prikazuje reprodukciju originalne slike djevojčice Dore rastrirane samo sa tri kanala cijan, magenta i žuta. Isprintom ove slike sa drugačijom separacijom boja dobiven je otisak koji naglašava više detalja. Linijatura ovih rastera je jednaka kao i na prethodnom CMYK primjeru. Stohastički izbor položaja rasterskih elemenata također je određen pseudoslučajno kao i ranije. Ovakvo rješenje je nemoguće ponoviti bez poznavanja programske procedure rastriranja, zadanih generatora slučajnih brojeva i fontova, odnosno individualnih slovničkih znakova pridruženih pojedinim pikselima. Izvedbom ovakvih rješenja sa tipografskim elementima otvaraju se nova poglavlja u sigurnosnoj grafici.





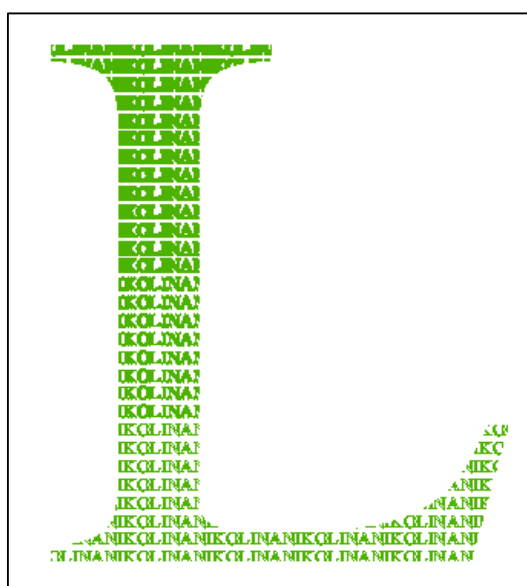
Slika 64. Maska rastriranje CMY

Rastriranje sa slovnim znakovima može biti izvedeno na više načina. Ovdje je prikazano nekoliko primjera koji otvaraju mogućnosti proširenja ovih istraživanja u sigurnosnoj grafici. Reprodukcijska nosi informaciju o slici. To može biti kao što je ovdje prikazano da se slika maske djevojčice Dore rastrira samo sa slovnim znakovima njenog imena, a može biti izvedeno i puno kompleksnije. Moguće je izvesti font koji će biti sastavljen od slovnih znakova osobnih podataka kao na primjer ime, prezime, adresa, datum rođenja nekog pojedinca, izmjeriti mu pokrivenost i njime rastrirati sliku na dokumentima. Svaki od tih podataka se može koristiti za rastriranje pojedinog od CMYK kanala. Na taj način se odmah u slici nalaze svi podaci o određenoj osobi. Isto tako se može čitava rečenica nekog važnog teksta pretvoriti u mikro sadržaj kojim se na sliku djeluje kao sa rasterskim elementima. Takav način rastriranja osigurava potpunu individualnost rješenja i onemogućuje krivotvorenje.

Izrada digitalnih fontova danas pruža velike mogućnosti i svakodnevno nastaju velike količine novih fontova. Sve te fontove je moguće koristiti kao rasterske elemente, ali prije je potrebno podesiti debljine i veličine slovnih znakova kako bi se mjerenjem dobio odgovarajući raspon pokrivenosti. Svi slovni znakovi mogu, kao što je izvedeno kod Fontova D, O, R i A, biti smješteni u sredinu četverca i biti iste visine. Razlika u pokrivenosti se kod tih fontova postigla promjenom debljine linija slovnih znakova. Isto tako raspon pokrivenosti se mogao postići izradom fonta kod kojeg bi se čitavi slovni znakovi smanjivali. Tako bi najtamniji slovni znak popunjavao čitavi četverac, dok bi svaki slijedeći znak bio sve manji i manji. Kod tih manjih znakova opet postoji mogućnost izbora gdje će biti smješteni unutar četverca; pa tako mogu biti na sredini, ili uz bilo koji rub četverca. Isto tako slovni znakovi mogu biti izvedeni u negativu kao što je u ovoj disertaciji izveden Font Portret. Svi ti fontovi otvaraju mnogobrojne mogućnosti i načine rastriranja u sigurnosnoj grafici. To je kompleksan posao koji rezultira vrhunskom zaštitom.

#### 5.4. Gradacija mikrotipografije u sigurnosnoj grafici

Bez obzira na razvoj tehnologije i skenere sa sve većom rezolucijskom moći mikrotisak je još uvijek jedan od najčešćih sigurnosnih elemenata na vrijednosnicama. Mikrotisak se sastoji od vrlo finih slovnih znakova ili piktoograma nečitljivih golim okom. Veličina znakova ide do 0,15 mm [28; Rudolf I; pp131-135]. Mikrotiskom se uvijek otiskuju ljudima poznati tekstovi. Kao dodatna zaštita koriste se isključivo spot boje izvan RGB i CMYK sustava kako bi se onemogućila transformacija unutar tih dvaju sustava [83; Stanić p:92]. Uloga mikroteksta nije samo u zaštiti od krivotvorenja nego se njime mogu postići i različita dizajnerska rješenja što mu daje mogućnost šire primjene. U ovoj radnji ispituju se i testiraju mogućnosti gradacije kod mikrotipografije u sigurnosnoj grafici. Želi se povećati kvaliteta zaštite mikrotipografijom koja se provlači kroz unaprijed pripremljene programe za gradaciju svjetline.



Slika 65 . Gradacija svjetline mikrotipografije

Na slici br.65 gradacija svjetline mikrotipografije postignuta je promjenom debljine ovojnica slovnih znakova. Mikrotipografija u ovome slučaju služi kao podloga za ispis verzalnog slova L. Radi bolje preglednosti i da bi eksperiment bio vidljiv golim okom

uzeta je veličina fonta od 7 pt. Na ovaj način vrlo jednostavnom programskom procedurom postignuto je zanimljivo dizajnersko rješenje koje u sebi sadrži elemente zaštite.

```
40 100 pozicioniraj
/Times-Roman PronadiFont 300 SkalirajFont PostaviFont
0 20 pomak (L) false ovojnica maska NoviSloj
30 30 pomak 0 1 40{/j exch def 0 0 moveto
0.3 0.7 0 RGBboja /Times-Roman PronadiFont 7 SkalirajFont
PostaviFont /d j 0.04 mul def 0 7 pomak
(NIKOLINANIKOLINANIKOLINANIKOLINANIKOLINANIKOLINANIKOLINANIKOL
INANIKOLINANIKOLINANIKOLINA) false charpath d DebljinaLinije
Iscrtaaj } for PrikaziStranicu
```

Programska procedura prikazuje način kako je postignuto ovakvo rješenje.

Mikrotiskom je ispisana riječ „NIKOLINA“ jedanaest puta kroz četrdeset redaka.

Svakome retku se debljina ovojnice slova povećava za

```
/d j 0.04 mul def.
```

Na taj način se slova sve više „zatvaraju“ i postaju tamnija. Verzalno slovo čiji oblik je stvoren sa mikrotipografijom zapravo je maska koja određuje što će biti vidljivo. U ovome slučaju maska je slovo „L“ iz fonta Times New Roman. Sa konvencionalnim programima kao što je Photoshop ili Freehand ovakvo rješenje bilo bi neizvedivo jer je nemoguće pogoditi promjene debljina linije ovojnice mikroteksta.

### 5.5. Prednosti tipografije nad linijskom grafikom

U sigurnosnoj grafici jedan od osnovnih zaštitnih elemenata je upotreba linijske grafike. Na svim važnim dokumentima, diplomama, priznanjima, čekovima nalaze se razna sigurnosna rješenja [ Žiljak Vujić, 2005, pp: 79-80, pp:90-91]. Takvi dokumenti uvijek na sebi imaju okvir unutar kojega se nalazi tekst dokumenta. Okvir, osim što ima estetsku ulogu da dokument izgleda ljepše na sebi sadrži i zaštitne elemente. U taj okvir se uvijek ugrađuju zaštitna svojstva linijske grafike tekstovi ili slike [Žiljak J., Žiljak I.2002, pp 1365-1368]. Svi okviri su izvedeni od niza tankih, valovitih, isprepletenih linija izvedenih u raznim bojama. Takva rješenja je nemoguće skenirati jer se gube detalji pa na krivotvorini nastaju mrlje boje umjesto finih, tankih linija. Zaštitno svojstvo linijske grafike je izvođenje različitih nagiba valova sa tankim linijama preko neke obojane površine [ Žiljak-Vujić et al. 2010, pp:1881-1886]. Isto tako i osnovni nedostatak takve zaštite je to što je vrlo teško znati koliko „jake“ valove linija mora imati original. Tako nastaju krivotvorine sa sličnim nagibom linija koje je vrlo teško raspoznati i odvojiti od originala. Linijskom grafikom se mogu stvarati i tekstovi i slike ovisno o smjeru i gustoći linija na jednome mjestu na podlozi [Rudolf I, 2005, pp148-155].

Uvođenjem tipografskih elemenata umjesto linija nastaju svima prepoznatljivi i lako pamtljivi zaštitni elementi. Prednost tipografije nad linijskom grafikom je u tome što se tipografski elementi kao na primjer verzalno slovo „A“ lako raspoznaju i na njemu su jako uočljive sve nastale anomalije u procesu krivotvorenja. Takve nepravilnosti kod linijske grafike nije moguće uočiti. Zbog toga linijska grafika postepeno izumire.

Tipografija ima dvostruko svojstvo ovisno što želimo učiniti u danome trenutku. Ona prikazuje, ali i skriva informaciju. Informacija može biti sakrivena uvođenjem boja koje nisu vidljive našim očima UV ili IR, dok se preko njih otiskuje neka svima poznata informacija sa bojama iz vidljivog dijela spektra [Žiljak I 2007 disertacija pp116-118, 125-128]. Informacija može biti sakrivena i tehnikom INFRAREDESIGN [Žiljak I et al. 2008, Žiljak I et al. 2009]. Tako može biti u infracrvenom području vidljiva slika iza slike, tekst iza slike, može biti vidljiv samo dio slike ili teksta.

Revolucionarnim patentom INFRAREDESIGN predstavljene su mnoge nove zaštitne tehnike u grafici.

Isto tako otiskivanje sličnih boja sa različitim informacijama jedna preko druge daje zaštitna svojstva jer informacija postoji, ali nije dobro vidljiva.



Slika 66 . Tipografija

Slika 66. prikazuje upotrebu tipografije u svojstvu linijske grafike. Ovdje je efikasnije zaštitno rješenje postignuto uvođenjem tipografije kao linijske grafike jer je uveden tekst koji se lako pamti. Korištenjem sličnih boja pozadine programer odlučuje u kojoj mjeri će biti vidljiv tekst koji se nalazi na obojanoj pozadini. Slika je uvećana da bi se bolje vidio tekst. Ako se ovakvo rješenje izvede u mikrotekstu skeneri ne mogu reproducirati zaštitna rješenja već skenirana slika gubi jasnoću i lako se uočava da to nije original.



Slika 67 . Sigurnosna grafika

Slika 67. Prikazuje gradaciju boje teksta od gotovo nečitljive i neuočljive do sasvim jasno čitljive poruke otisnute preko pozadine. Na prvom ispisu odozdo je gotovo nemoguće reći da li uopće postoji tekst preko boje pozadine. Svakim slijedećim ispisom se boja teksta pojačava i odvaja od boje pozadine tako da tekst postaje čitljiviji. Jednostavnim programskim procedurama se postižu efikasna i lako pamtljiva rješenja u zaštitnoj grafici uvođenjem tipografije kao zamjene za linijska rješenja.

## 6. KLASIFIKACIJE DIGITALNIH RUKOPISNIH FONTOVA KAO OSNOVA ZA RAZVOJ RASTERSKIH ELEMENATA

Današnji računalni programi nude razne vrste alata koji otvaraju mogućnosti izrade vrlo široke palete fontova na računalima [www.dafont.com, www.myfonts.com, www.fontshop.com.]. Korištenjem elektroničkih alata za izradu slovnih znakova kao što su e-kist, e-pero i e-olovka [Stanić Loknar et al. 2009, pp:53-60] moguće je stvoriti velike količine raznih elektroničkih rukopisnih oblika. Osim što je tijekom izrade potrebno poštivati pravila za stvaranje kvalitetnih fontova potrebno je odrediti i postaviti sustavnost kod izbora alata čijom upotrebom nastaju predlošci budućih slovnih znakova. Također, tako izrađeni fontovi ne mogu se svrstati ni u jednu grupu do sada postavljenih klasifikacija rukopisnih oblika [Stanić Loknar et al. 2008, pp:13]. Tipografija zahtijeva podjelu pisama prema karakteru ili vremenu nastanka kako bi se postigla sustavnost i omogućilo lakše snalaženje u velikoj masi fontova. Kod ovakvih digitalnih rukopisnih fontova potrebno je postaviti novu klasifikaciju radi lakšeg snalaženja i komuniciranja u velikoj masi fontova.

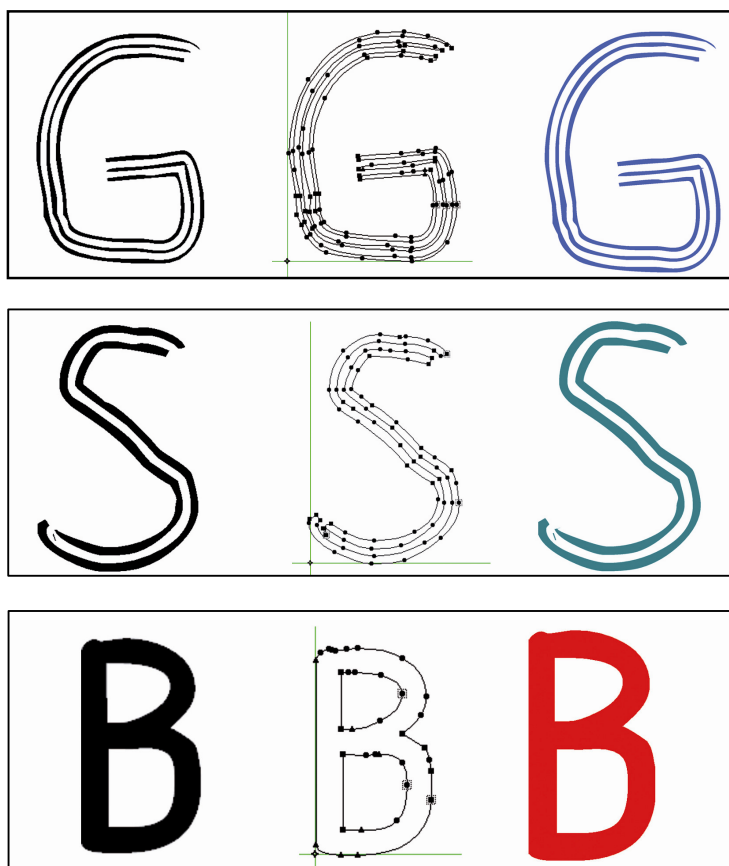
U ovom radu prezentirani su osnovni alati i fontovi nastali njihovom upotrebom samo kao mali uzorak jednog širokog, novog područja unutar tipografije. Dosadašnja klasifikacija rukopisnih oblika poznaje samo fontove izvedene okruglim kistom i raznim vrstama pera [Mesaroš,1985]. U današnje doba računala i digitalizacije ovako postavljena klasifikacija ne zadovoljava potrebe koje nameće moderna tipografija. Prezentirani su e-alati pomoću kojih nastaju predlošci za buduće digitalne rukopisne fontove. Poštivana su pravila digitalizacije slovnih znakova [Stanić, Možina;2007 a pp:55; Stanić, Možina, 2007b, pp:12] Fontovi su podijeljeni prema alatima koji se koriste za izradu predložaka u više stupnjeva. Prva, veća podjela je ovisno o izboru kompjuterskog programa. Sljedeća podjela ovisi o skupini alata upotrebom kojih se izrađuju predlošci budućih fontova e-kist, e-olovka, e-pero, e- grafički elementi. I najdetaljnija podjela ovisi o samoj vrsti alata za izradu predložaka. To su: Linijski fontovi, Spužva fontovi, Pastela fontovi, Vodena boja fontovi, Zrnati fontovi, Potez kistom fontovi i fontovi Grafički elementi. Iz svakog od navedenih programa ovdje je predstavljeno nekoliko alata. Detaljnija klasifikacija i prezentacija ovakvih fontova biti će naknadno objavljena. Svi uzorci prikazani u ovome radu izrađeni su u programu Fontographer na temelju predložaka izrađenih digitalnim alatima. Predstavljeno je i nekoliko fontova izvedenih kroz Postscript programiranje.



Takvi fontovi omogućuju znatno šire mogućnosti upotrebe naročito u sigurnosnoj grafici. S njima je moguće postići znatno složenija rješenja koja osiguravaju individualnost u izvedbi. Svi fontovi mogu poslužiti kao rasterski elementi.

### 6.1. E- alati:

E-alati koji služe za pisanje, razne vrste olovaka, ovdje služe za izradu slovnih znakova budućeg fonta. Paleta ponuđenih alata triju programa je dovoljno široka da se njihovim odabirom mogu izraditi razni predlošci slovnih znakova, a samim time i fontovi. Ovdje prezentiram fontove nastale korištenjem nekoliko različitih e-alata koji su prikazani su kao predložak tj. slika, slovni znak u Fontographeru i slovo ispisano u Microsoft Wordu. E-olovka alati su svedeni na različite kombinacije linija. Sve olovke daju ravne linije, razlika je u njihovoj debljini i načinu kombiniranja linija. Skupina alata pod nazivom Osnovni kistovi sadrži samo razne debljine ravnih linija. Pa svi tako nastali fontovi nose naziv Linijski fontovi.



Slika 68. Linijski fontovi

Skupina e-alata koji odaju dojam povlačenja spužve namočene u boju po papiru stvaraju spužva fontove. Računalni programi nude mnogo više ovakvih alata, no ovdje su priložena dva različita fonta iz ove klasifikacije fontova. Ovi fontovi su stvarani korištenjem e-alata, odnosno njihovim povlačenjem u smjeru stvaranja ovih slovnih znakova. Ovisno o brzini poteza mijenja se i gustoća prikaza boje u odnosu na bijelu pozadinu. Svi ovi alati nude i mogućnost odabira debljine linija. Ako se za isti font koriste isti alati sa različitim debljinama linija stvaraju se fontovi sa širokim rasponom pismovnog reza. To bi i bio najbolji način izrade fontova jer moderna tipografija zahtijeva fontove izvedene barem u nekoliko različitih pismovnih rezova od najtanjih do najdebljih.



Slika 69. Spužva fontovi

E-alati koji nude mogućnosti emitiranja povlačenja pastele po papiru stvaraju Pastela fontove. Ovdje su prikazana dva takva fonta iako postoje brojnije mogućnosti s obzirom na široku paletu ovakvih e-alata. Fontovi Pastela su fontovi nastali upotrebom alata iz skupine Kistovi iz suhog medija. Ovi fontovi ne stvaraju oštre rubove, već imaju lagani, pomalo mutan prijelaz iz slovnog znaka na pozadinu. Takav dojam stvaraju i pastele na papiru. I ovdje postoji mogućnost odabira debljine alata za stvaranje slovnog predloška.



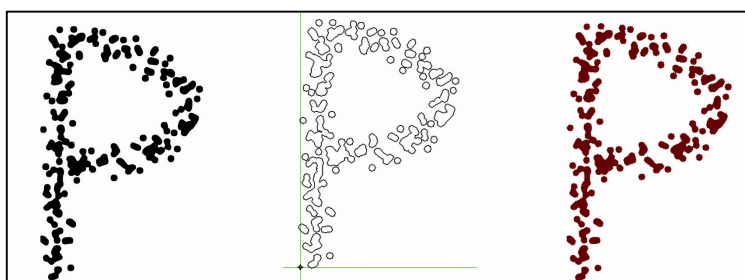
Slika 70. Pastela fontovi

Vodena boja fontovi nastaju korištenjem alata koji oponašaju potez kistom sa vodenom bojom na papiru. Fontovi vodena boja su fontovi nastali upotrebom alata iz skupine Kistovi iz mokrog medija. Ovdje je naročito izražen dojam upijanja mokre boje u papir.



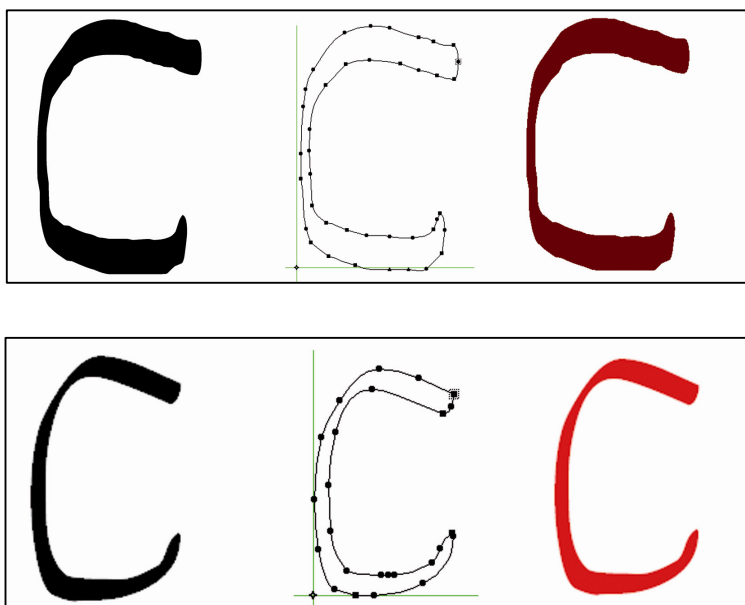
Slika 71. Vodena boja fontovi

Zrnati fontovi nastaju upotrebom alata koji emitiraju prosipano zrnje. Ovakvih alata ima mnoštvo u računalnim programima. Ovdje je prikazan jedan primjer da se vidi kako ti fontovi izgledaju. Ovakvi alati pružaju mnoge mogućnosti u odabiru početnih postavki. Može se odrediti debljina alata što u ovome slučaju znači veličina zrna. Isto na izgled slovnog znaka utječe i brzina poteza alata jer veća brzina predstavlja rjeđi raspored zrnaca.



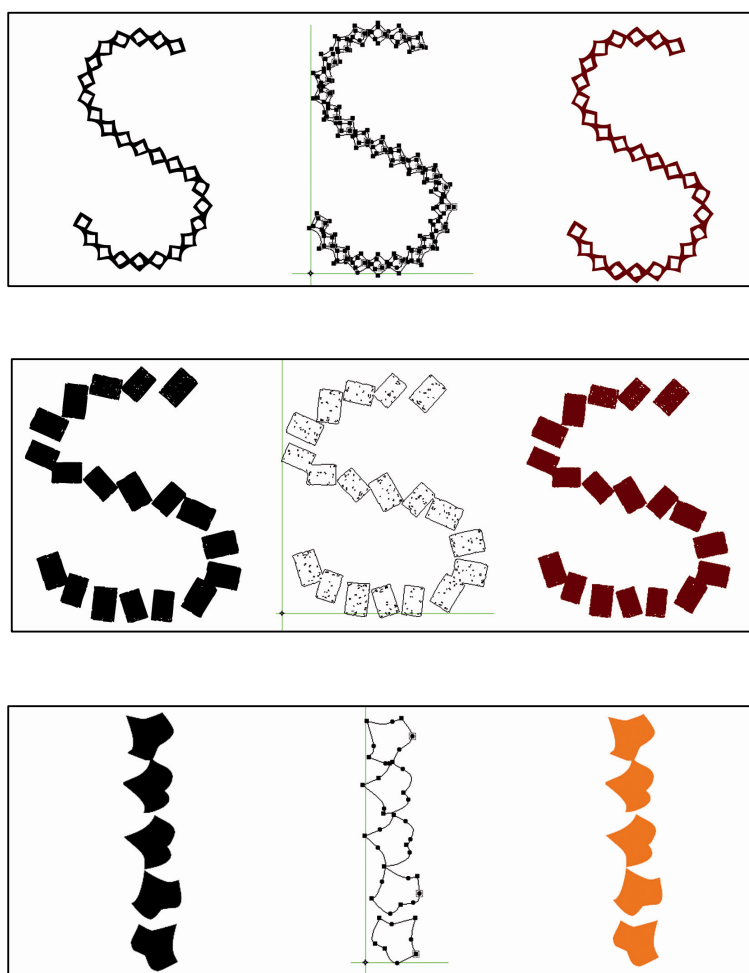
Slika 72. Zrnati fontovi

Veliku skupini e-alata čine alati za postizanje dojma poteza kistom po papiru. Prikazana su dva primjera jer većina takvih alata ne stvara potpuni doživljaj poteza kistom.



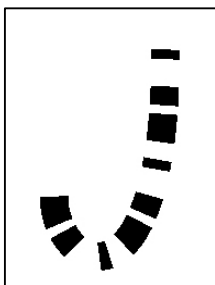
Slika 73. Potez kistom fontovi

Specijalni efekt su kistovi koji su stvoreni za pisanje gotovih grafičkih elemenata (leptir, ruža, list, krug, pravokutnik, romb, ornament, zvjezdice, teksture) to su fontovi Grafički elementi. Računalni program namijenjen za crtanje daje najraznovrsniju paletu alata koji se ovdje koriste za pisanje odnosno kreiranje rukopisnih slovnih znakova. Ovi primjeri prikazuju samo neke od ponuđenih alata iako se ne mogu niti koristiti svi ponuđeni e-kistovi koje program nudi za stvaranje osnovnih digitalnih fontova. Pojedine skupine kistova služe samo za dodatno uređenje i dekoraciju već izvedenih slova nekim drugim alatima. Takvi e-kistovi nude neizmjerne mogućnosti u stvaranju potpuno nove skupine fontova. U ovome radu ograničila sam se na stvaranje slovnih znakova pomoću samo jednog kista.



Slika 74. Grafički elementi

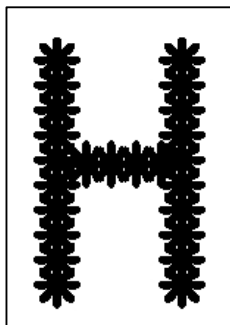
## 6.2. Fontovi nastali kroz Postscript programiranje



```
50 50 pomak
15 DebljinaLinije
20 120 pozicioniraj
20 80 80 50 80 200 krivulja
[15 5 10] 0 isprekidaj
iscrtaj PrikaziStranicu
```

Slika 75. Slika i programska procedura slova J

Ovom jednostavnom programskom procedurom prikazano je kako se mogu programirati slovni znakovi. Takvi fontovi dopuštaju velike manipulacije i stvaraju jedinstvena i neponovljiva sigurnosna rješenja. Za programiranje ovakvih slovni znakova potrebne su samo bazne komande iz programskog jezika. Praznine i duljine isprekidanih linija su programski određene i ponavljaju se u pravilnim razmacima.



```
/latica {8{0 SiviTon 0 0 pozicioniraj
-70 150 70 150 0 0 krivulja popuni
45 rotiraj}}ponovi} def

300 200 pomak 0.1 0.1 skaliraj
10{0 120 pomak latica}ponovi
20 -500 pomak
4{120 0 pomak latica}ponovi
100 -700 pomak
10{0 120 pomak latica}ponovi
PrikaziStranicu
```

Slika 76. Slika i programska procedura slova H

Slovni znak „H“ isprogramiran je također pomoću Baznih komandi. Temeljni element ovog slovni znaka je latica dobivena pomoću naredbe „krivulja“. Ponavljanjem latice osam puta uz rotaciju od 45° dobije se izgled cvijeta od kojih se sastoji slovni znak. Ponavljanjem cvjetova u željenom smjeru nastaju slovni znakovi. Ovakav font je jedinstven, a njegovo nastajanje poznato je samo autoru.

Unutar dosadašnje klasifikacije nema podjele u koju bi mogli svrstati prikazane fontove. Dosadašnja klasifikacija nema prostor predviđen za klasifikaciju digitalnih rukopisnih oblika. To je novo područje koje ima veliku širinu i zauzima značajan prostor unutar tipografije. Upravo zato je potrebno predstaviti novu, proširenu klasifikaciju rukopisnih oblika. Izrada digitalnih rukopisnih oblika korištenjem digitalnih alata svakodnevno proširuje svoju paletu fontova ovisno o nadogradnji postojećih računalnih programa, predstavljanju novih i prezentiranju novih vrsta digitalnih alata. Ovako postavljena klasifikacija digitalnih rukopisnih fontova ostavlja mjesta za nadogradnju budućim fontovima nastalim ovakvim načinom izrade. Ovakvi novi fontovi čine bazu za ispitivanje mogućnosti korištenja ovih fontova kao rasterskih elemenata. PostScript fontovi nude velike mogućnosti u razvoju zaštitnih rješenja u sigurnosnoj grafici. Pošto su slovni znakovi konstruirani programski mogućnosti manipulacije takvim znakovima su neograničene. Poznaje ih samo autor takvih sigurnosnih rješenja što osigurava zaštitu od krivotvorenja.



## 7. TIPOGRAFIJA SA STOHAŠTIČKIM MUTACIJAMA U SIGURNOSNOM TISKU

Računarskom grafikom izvode se novi digitalni slovni znakovi. Oni daju temelj za uvođenje mutacijske tipografije s naglašenom primjenom u dizajniranju dokumenata i vrijednosnica [Stanić Loknar et al. 2009, pp:117-130]. U radu se prezentiraju metode i komande za transformiranje oblika slova koje nisu moguće upotrebom konvencionalnih grafičkih programa. Deformacija može biti stohastička, ali i strogo definirana i podređena zahtjevima dizajnera. Mutacija se postiže provlačenjem tekstova kroz unaprijed stvoren program izveden na temelju primitivnih komandi PostScripta kontrolirajući stog adresiranje. Biti će objašnjena motivacija za aktiviranje u razradi alata kao rutine individualiziranih mutantnih fontova. Interes u kreiranju takve tipografije je povećan ako se unaprijed određuje primjena u području zaštite grafičkog proizvoda. Isti font korišten na jednoj vrijednosnici, ali izveden u različitim transformacijama stvara novo dizajnersko rješenje i doprinosi većoj zaštiti u sigurnosnom tisku.

Prilikom dizajniranja vrijednosnica u nizu zaštitnih elemenata koji se moraju ugraditi u dokument značajna uloga odnosi se na izbor tipografije. Tipografska rješenja imaju dvostruku ulogu. Osim grafičkog rješenja dokumenata tipografija u sebi mora sadržavati i zaštitnu funkciju. Alati za dizajniranje fontova za upotrebu u PostScript jeziku uspješno se koriste već 20 godina. Iterativne faze procesa su: ručno ispisivanje slovni znakova na papiru, određivanje geometrijskog sistema u tipografskim veličinama, skeniranje slova, vizualna kontrola slovni znakova i generiranje fontova za računalnu upotrebu [Žiljak J, Marin I, 1993, pp:149-155]. Dizajneri individualnih fontova imaju drugačiju motivaciju prilikom kreiranja rukopisnih fontova. Stvaraju fontove sa ekstremnim odstupanjima od tipografskih pravila. [Stanić et al. 2006 b, pp:1619-1628]. Kako bi se odredio oblik grafičkog slova u PostScript jeziku obično se određuje staza ili put slova [Pap, Žiljak, 2002]. Slova se formiraju unutar četverca, to je zamišljeni četverokut, koji sadrži sliku slova. Slovni znak se prezentira kao ispunjeni prostor omeđen vanjskom i unutrašnjom stazom [ Adobe Systems, 1999]

Za svako dizajnersko rješenje izrađuju se novi fontovi. Prezentirani su digitalni rukopisni fontovi i na njih su primjenjeni programski kodovi za mutiranje slovnih znakova.

Izrađena su četiri nova digitalna rukopisna fonta. Kao predložak za izradu fontova korišteni su alati na bazi slučajnih nizova objašnjenih u poglavlju Generatori slučajnih brojeva.



Slika 77. Digitalni rukopisni fontovi: GF baza: ZAG 456, Kist 15, Pero 12, Efekt 36

Mutacije slova mogu se izvesti na više načina [19; Pap & all; ppt prezentacija]. Najkompleksnija i najefikasnija rješenja postižu se uvođenjem slučajnih brojeva [68; Žiljak]. Takvi generatori određuju oblik deformacije slova ovisno o sjemenu koje je zadano u kongruenciji slučajnih brojeva. Svaki slovni znak može imati drugačiju deformaciju neovisno o susjednom znaku.

Slučajne sekvence se koriste kao umjetnički izričaj u tipografiji [Kunsthalle Bremen, pp:291,482,483], [Karlsruhe Media Museum] za stvaranje individualnih umjetničkih djela. Pošto ta djela sadrže umjetničku jedinstvenost, takva djela su osobne kreacije i mogu biti izložena u muzeju suvremene umjetnosti. Takve grafike su jedinstvene i neponovljive. One su napravljene kao jedinstveni primjerci u umjetnosti, a to je nešto što nije uobičajeno u grafici. Većina takvih algoritama se ne može ponoviti jer ne postoji jezik ili računalna tehnika kojom bi se moglo reproducirati takvo što. Danas,

postoji mnogo eksperimenata sa bojama izvan vidljivog dijela spektra. Slučajnim izborom UV ili IR intenziteta [Žiljak I & all; 2009, pp 219-225], Žiljak I et al. 2008, pp.50-51] sa točnim algoritmima proširuje se i uvodi tipografija u zaštitno područje grafike, kao i u stvaranje novih umjetničkih djela.

Budući da program prepozna je fontove koji su generirani kao PostScript Type1 s nastavkom .pfb jedino oni mogu biti uključeni u ovakvo programiranje. Programska rješenja korištena u prikazanim eksperimentima izvedena su ponavljanjem rutina:

```
/sjeme S0 def
/Modul M def
/a A0 def
/k {sjeme a mul m mod dup /sjeme exch def } def
/rn { k m div } def % slučajni broj u rasponu od 0. do 1.
```

U eksperimentima se ne koriste standardne PostScript `RAND` rutine za generiranje slučajnog niza jer planiramo dva i više izvora koji rade paralelno s namjerom da se kontrolira ponavljanje stohastičke grafike. U izvedenim eksperimentima koristi se način definiranja algoritma generiranjem pseudoslučajnih brojeva metodom kongruencije s vlastitim parametrima [19; Pap.& all; ppt prezentacija].

Deformacije slovnih znakova postignute su procedurom:

```
[f1 f2 f3 f4 f5 f6] TransformirajFont,
```

gdje je horizontalna deformacija četverca definirana parametrom  $f_1$ , a vertikalna deformacija sa parametrom  $f_4$ . Parametri  $f_2, f_3, f_5$  i  $f_6$  imaju vrijednost nula za ovaj eksperiment.

```
/f4 {rn v1 mul v2 add} def
/f1 {rn s1 mul s2 add} def
```



Slika 78. Eksperiment 1 RD=rn ; GR=rn ; BL=rn ; A0=7165 ; M=1234 ; S0=1405; N=5 , za v1=50: i v2=20, za s1=70 i s2= 30

U izvedenom eksperimentu korištene slučajne veličine su definirane sa vlastitom rutinom. Korišten je generator slučajnih brojeva. Tekst „GRAFIKA“ se ispisuje N puta što je određeno repeat petljom. Promjena boje određuje se prema relaciji

```
RD GR BL RGBboja
```

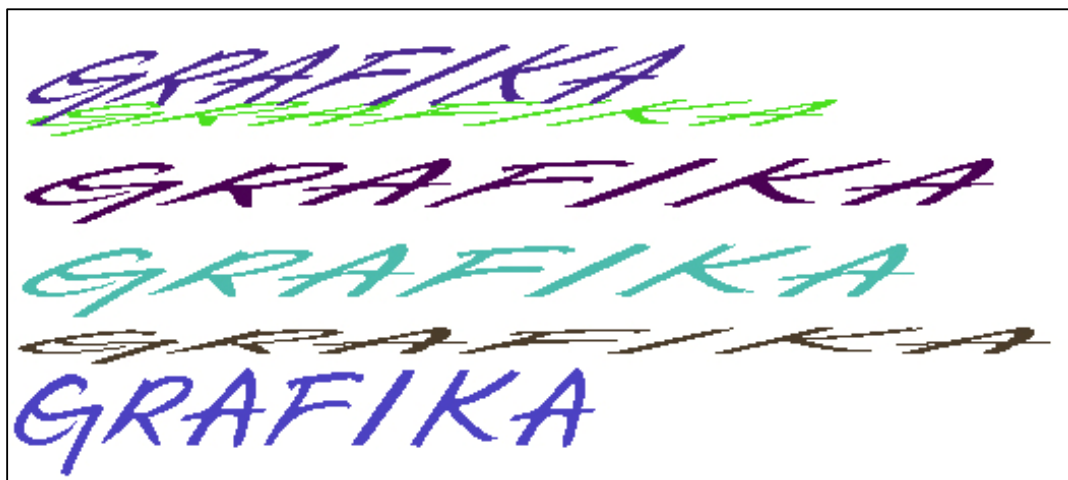
iz koje su vrijednosti crvene i zelene boje slučajni brojevi izvedeni iz relacija

```
/rn { k m div } def
```

gdje je k slučajni broj proizašao iz relacije

```
/k {sjeme a mul n mod dup /sjeme exch def } def.
```

Ovaj primjer je izveden kako bi se prikazale mogućnosti deformacije slovnih znakova programskim alatima.



Slika 79. Eksperiment 2; A=123; M=1503951; S2=1405977; S1=3108978; RD=0,3 ; GR=bo; BL=bo; Min=0; Max=50; D<sub>1</sub>=10

Eksperiment 2 je znatno složeniji prema programskoj proceduri. Samim time je i njegova zaštita efikasnija i nemoguće je ovako nešto ponoviti. Koristi dva neovisna generatora slučajnih brojeva.

```

/a A def % množitelj u kongruencijskom generatoru
/m M def
/Sjeme1 S1 def % generator br.1
/Sjeme2 S2 def % generator br.2

/S11 {a Sjeme1 mul Modul mod dup
      /Sjeme1 exch def Modul div } def

/S12 {a Sjeme2 mul Modul mod dup
      /Sjeme2 exch def Modul div } def

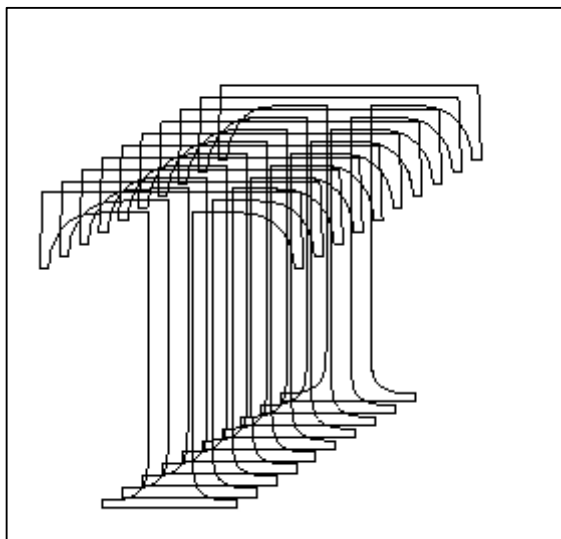
```

Parametri  $f_1$  i  $f_4$  koji određuju deformaciju četverca prema x i y osi iz matrice

$[f_1 \ f_2 \ f_3 \ f_4 \ f_5 \ f_6]$  TransformirajFont

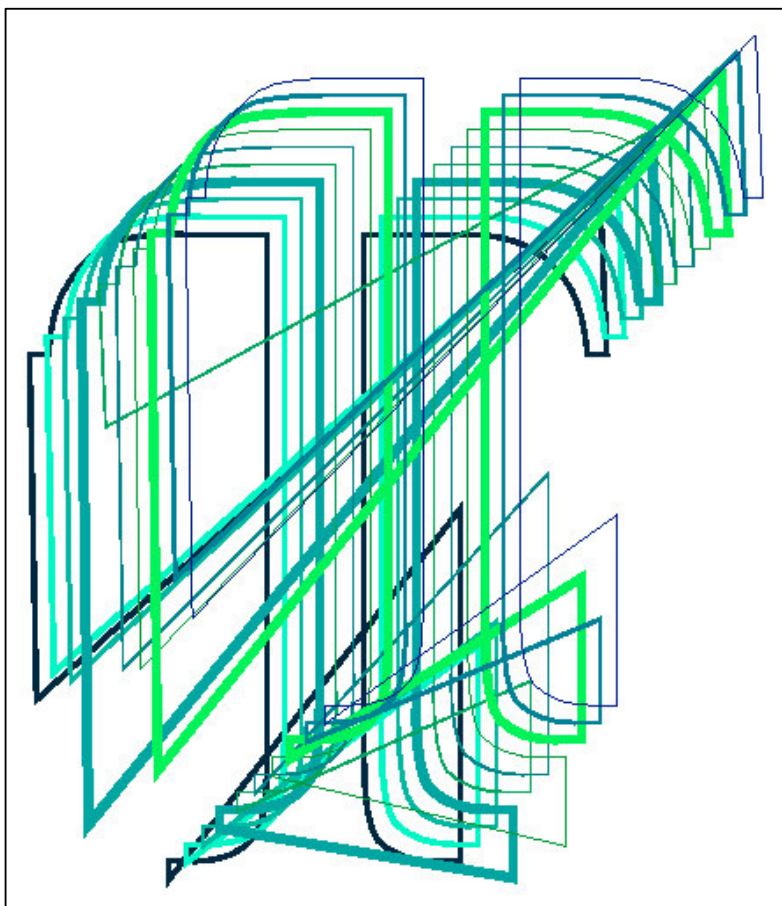
mijenjaju svoju vrijednost prema generatoru br. 2. Generator br. 1 služi za stohastičku promjenu plave i zelene boje. Tako potpuno neovisni generatori generiraju dva sasvim drugačija slijeda brojeva i omogućavaju dvostruku zaštitu. Promjena boje je neovisna od promjene oblika četverca. Dodatna deformacija postignuta je i uvođenjem promjenjive vrijednosti za parametar  $f_3$  iz transformacijske

matrice. On je definiran for petljom vrijednosti u rasponu od Min do Max sa korakom  $D_1$ . Parametri  $f_2$ ,  $f_5$  i  $f_6$  imaju vrijednost nula za ovaj eksperiment.



Slika 80. Eksperiment 3; N=10;

Eksperimenti 3, 4 i 5 prikazuju verzalno slovo „T“ i nekoliko njegovih deformacija. Korišteno slovo nije kao u ranije prikazanim primjerima „pozvano“ iz nekog fonta, već je oblikovano pomoću naredbi za linije i krivulje. Tako je svaka linija ili Bezier krivulja potpuno neovisna i na nju se može samostalno djelovati [Žiljak, V Pap K, 1998, pp:387-390]. Takvim programiranjem tipografije izvode se kontrolirani mutanti slovnih znakova. Rješenje je izvedeno sa konstantnim horizontalnim i vertikalnim pomakom čitavog slovnog znaka.



Slika 81. Eksperiment 4. A=715; M=12345; S0=1405; x=504; l<sub>1</sub>=300; l<sub>2</sub>=70; d=8; RD=0; GR=rn; BL=rn

Mutacija slovnog znaka, odnosno promjene oblika slova T sa dvije njegove linije izvedena je generiranjem slučajnih brojeva za vrijednosti duljine linije.

Relacijom

```
/y {rn l1 mul l2 add} def %slučajni broj između l2 i l2+l1
```

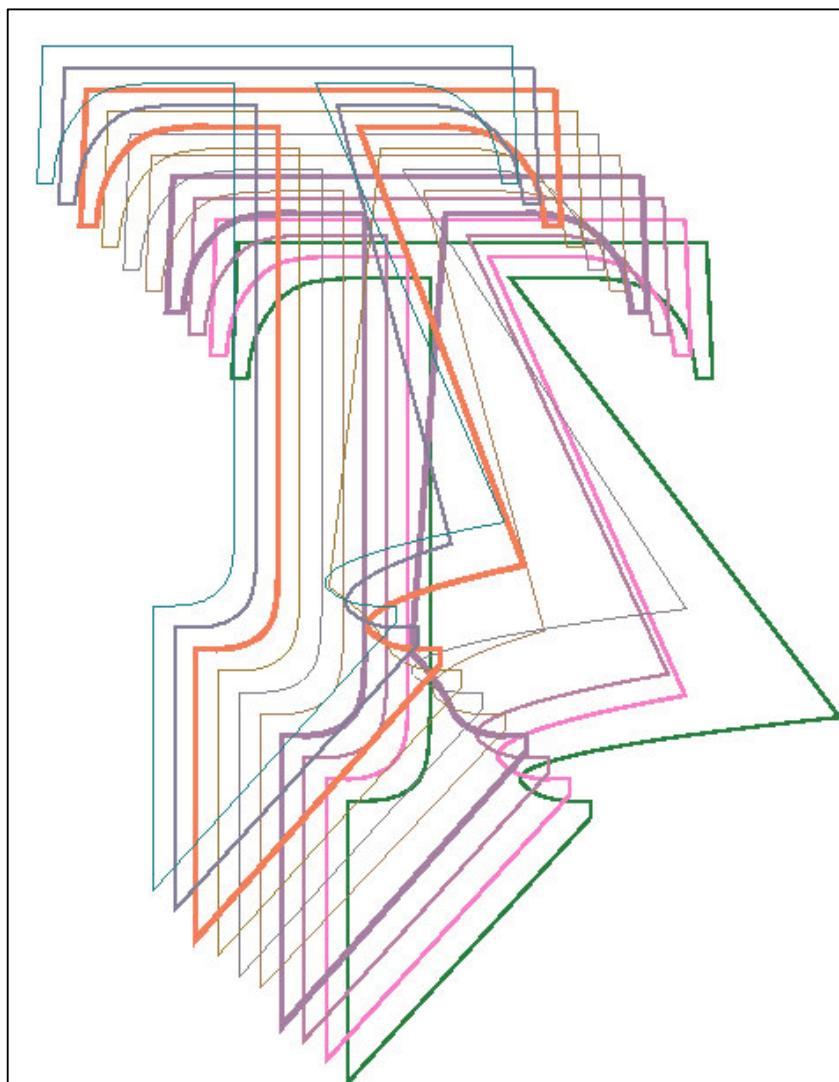
određena je vrijednost  $y$  koja se koristi na mjestu vrijednosti  $y$  osi u relaciji

```
x y linija
```

za iscrtavanje dviju linija kod slova T. Vrijednost varijable  $y$  ovisi o vrijednosti inicijatora i mijenja se tijekom izvođenja programa prema zadanim relacijama.

U istom primjeru koristi se i promjena boje i debljine linija koje su isto određene slučajno na temelju poznatih relacija i vrijednosti inicijatora.

```
/d {rn d mul } def.
```



Slika 82. Eksperiment 5.  $y=377$ ;  $l_1=310$ ;  $l_2=250$ ;  $l_3=15$ ;  $l_4=70$ ;  $d=6$ ;  $RD=rn$ ;  $GR=0.5$ ;  $BL=rn$

Eksperiment 6 izvodi mutiranje slova T koje je korišteno i u eksperimentu 4. Ovdje su deformacije izvedene sa jednom vertikalnom i jednom horizontalnom linijom.

Deformacija linija postignute su sa dvije programske relacije:

```
/x {rn l1 mul l2 add} def
/y {rn l3 mul l4 sub} def
```

čije vrijednosti određuju pomake x i y osi određenih linija iz slova T.

Debljine linija su nešto uže jer d ima vrijednost 6. Boje ispisa svakog pojedinog slovnog znaka unutar petlje se također razlikuju od prethodnog primjera jer su



drugačije zadane početne vrijednosti crvene, plave i zelene boje. Eksperiment je izveden kako bi se prikazale mogućnosti deformacije slovnih znakova koje su potpuno individualne i ovise o definiranim vrijednostima pomaka koji su određeni pseudoslučajno.

Potpuno istom programskom procedurom izvedeni su eksperimenti 6. i 7. Uveden je i treći generator slučajnih brojeva. Kao rezultat dobivena su dva potpuno drugačija slikovna rješenja. Ovakva rješenja su izvedena da bi se naglasila važnost poznavanja početnih parametara i njihov utjecaj na izvođenje programskih procedura ako se eksperiment namjerava ponoviti. Promjenom vrijednosti parametara u istoj programskoj proceduri stvorena su potpuno različita rješenja. Svi parametri zapisani su ispod slike svakog eksperimenta. Korišteno je sedam različitih fontova. Helvetica, kao općepoznati font iz Windows mape fontova, dok su ostali fontovi iz naše baze dizajnirani za potrebe ove disertacije. Definirani fontovi smješteni su unutar relacije za polje, te su pomoću

```
/Jr rn h mul def /j Jr round cvi def
```

definirani cijeli slučajni brojevi između 0 i 6. Kako bi se eksperimenti mogli ponoviti priložena je čitava programska procedura. Prikazani su slučajni odabiri FN fontova koji su definirani navedenim relacijama [Koren, 2010, pp:116]:

```
/FN1 {/BRUSH21_.PFB} def  
/FN2 {/Helvetica} def  
/FN3 {/ANITA1__.PFB} def  
/FN4 {/MCOSIC__.PFB} def  
/FN5 {/MAKISUPA.PFB} def  
/FN6 {/IVO-1____.PFB } def  
/FN7 {/SLOVARIC.PFB} def
```

```

/s { mark pstack pop } def
/a A def % mnozitelj u kongruencijskom generatoru
/m M def
/Sjeme1
/Sjeme2
/Sjeme3

/S11

/S12

/S13
/p {S12 11 mul 12 add} def      %slučajni broj između l2 i l2+l1
/v {S12 13 mul 14 add} def     %slučajni broj između l3 i l4+l3
/rot {S13 15 mul 16 add} def   %slučajni broj između l6 i l6+l5
/rn {p 100 div} def           %slučajni broj između 0 i 1
0.4 0.4 skaliraj
400 400 pomak
N {v 10 pozicioniraj
RD GR BL  RGBboja
/Jr rn 6 mul def /j Jr round cvi def
[FN1 FN2 FN3 FN4 FN5 FN6 FN7] j get PronadiFont
v SkalirajFont PostaviFont
(GRAFIKA)show rot rotiraj} ponovi
PrikaziStranicu

```



Slika 83. Eksperiment 6.  $A=123$ ;  $M=1503951$ ;  $S1=3108978$ ;  $S2=1405977$ ;  $S3=2304978$ ;  $RD=rn$ ;  $GR=rn$ ;  $BL=0.5$ ;  $l_1=70$ ;  $l_2=30$ ;  $l_3=90$ ;  $l_4=30$ ;  $l_5=270$ ;  $l_6=10$ ;  $h=6$ ;  $N=12$ ;

Stohastički se odabire koji font će biti prikazan u pojedinom ispisu programa. Da bi čitav eksperiment imao bolja zaštitna svojstva koriste se, kao i u ranije opisanim primjerima, slučajne vrijednosti crvene i zelene boje. Vertikalni pomak je konstantan, dok je vrijednost horizontalnog pomaka određena  $\sqrt{v}$  varijablom. Istom tom relacijom određena je i veličina fonta u pojedinom ispisu. U programu je definirano da se riječ „Grafika“ ponavlja  $N$  puta. Tri različita generatora korištena su u raznim parametrima. Generator br.1 služi za generiranje slučajnih brojeva u rasponu od nula do jedan. Na taj način se određuje stohastička promjena crvene i zelene boje. Istim tim generatorom se izabire i vrsta fonta u pojedinom ispisu. Generator br.2 određuje horizontalni pomak svakog ispisa i veličinu fonta. Generator br.3 određuje kut rotacije teksta u svakom ispisu. Generatori su međusobno neovisni i svaki daje drugačiji slijed slučajnih brojeva. Upravo zbog toga ovakva rješenja nije moguće ponovo izvesti bez poznavanja početnih parametara.



Slika 84. Eksperiment 7.  $A=71155$ ;  $M=4659$ ;  $S1=4782$ ;  $S2=9257$ ;  $S3=7803$ ;  $RD=rn$ ;  $GR=rn$ ;  $BL=0.5$ ;  $l_1=70$ ;  $l_2=30$ ;  $l_3=90$ ;  $l_4=30$ ;  $l_5=270$ ;  $l_6=10$ ;  $N=12$ ;  $h=6$

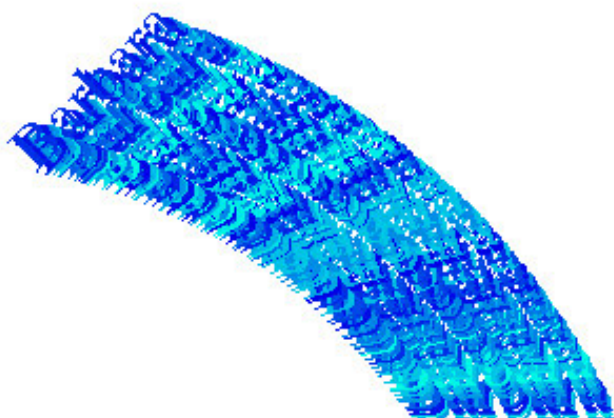
Ističe se važnost poznavanja određenih parametara jer isključivo o njima ovisi mogućnost ponavljanja ovakvih sigurnosnih tipografskih rješenja. To se najbolje vidi u eksperimentima 6 i 7. Uvođenje drugog i trećeg generatora slučajnih brojeva i njihova primjena na razne parametre u programskim rješenjima osigurava potpunu nemogućnost ponavljanja eksperimenata. Ovakva rješenja svoju primjenu nalaze kod dokumenata sa sigurnosnim elementima kao što su sve vrste vrijednosnih papira, diplome, ulaznice za razne događaje, vozne karte itd. Osim u CMYK i RGB sustavu ponuđena tipografska rješenja mogu biti izvedena i kao UV boje ili Infracrvene boje [Žiljak V & all, 2009 a, pp:62-69], [Žiljak V at all ,2009 b pp:1-9]. Takvom primjenom zaštitni elementi postaju još djelotvorniji. Zaštita je vidljiva jedino uređajima koji imaju mogućnost selektiranja valnih duljina pa se i grafičko rješenje dokumenata može

izvoditi dvostruko. Jedno rješenje je u vidljivom dijelu spektra a drugo, u za naše oči nevidljivom dijelu spektra.

Izvedeni digitalni slovni znakovi daju temelj za uvođenje mutacijske tipografije u sigurnosnu grafiku. Uvođenje tipografije u programske procedure rezultira stvaranjem jedinstvenih rješenja kakva su prezentirana u ovome radu. Stohastički pristup omogućuje nastajanje tipografskih transformacija koje su potpuno individualne i neponovljive bez poznatih zadanih parametara. Upotrebom konvencionalnih grafičkih programa ovakve deformacije slovnih znakova nisu moguće. Svrha prezentiranih eksperimenata je prvenstveno u zaštiti grafičkog proizvoda i stvaranju zanimljivih tipografskih rješenja na dokumentima i vrijednosnicama.

### 7.1. Pseudoslučajna promjena položaja tipografskih elemenata

Tipografija nudi široki raspon slaganja tekstova. Određena su pravila tipografskih sistema koji moraju biti poštivani od strane dizajnera [Elam, 2007]. Dizajneri odabiru najbolju metodu ovisno o zahtjevu naručitelja. Sigurnosna tipografija nudi slaganje tekstova prema programskim rješenjima. Navedeni primjeri prikazuju nastajanje kompleksnih tipografskih rješenja kroz kratke programe. Ovakvo slaganje tekstova je vrlo zahtjevno za izvođenje u bilo kojim računalnim programima za obradu teksta. Kratkim programskim procedurama postiže se zanimljiva tipografija sa zaštitnim elementima. Takva rješenja je vrlo teško ponoviti bez poznavanja zadanih parametara.



```
22111953 srand
/m { 2 31 exp 1 sub } def
/rn { rand m div } def
/k {rn 36 mul 80 add} def

100 {300 200 pozicioniraj
k rn 0.1 0 CMYKboja
/Times-Roman PronadiFont
40 SkalirajFont
PostaviFont
(Barbara) prikazi
rn rotiraj} ponovi
PrikaziStranicu
```

Slika 85. Program i tekst Barbara

U navedenim primjerima osim što se stohastički mijenja boja uvela se još i stohastika u rotaciji ispisa. U gornjem primjeru kut rotacije, odnosno kut nagiba prilikom svakog ispisa imena „Barbara“ se mijenja prema zadanom generatoru i izračunima slučajnih brojeva. Kao generator slučajnih brojeva zadan je datum rođenja moje majke, a ujedno se i ispisa njeno ime. Za svaki od ovih primjera priložen je i PostScript program kojim su primjeri izvedeni. Priloženim programima prikazuje se kako se sa vrlo kratkim i jednostavnim programskim procedurama stvaraju jedinstvena i zanimljiva rješenja koja svoju primjenu osim u zaštitnoj grafici nalaze i kod idejnih rješenja u grafičkom dizajnu.

```

14051977 srand
/m { 2 31 exp 1 sub } def
/rn { rand m div } def
/k {rn 360 mul 30 add} def (1)

300 300 pomak

36 {0 0 pozicioniraj
rn 0 rn 0 CMYKboja
/Times-Roman PronadiFont
40 SkalirajFont PostaviFont
(Tomislav) prikazi
k rotiraj} ponovi
PrikaziStranicu

```



Slika 86. Program i tekst Tomislav

U primjeru na slici 86. korišten je originalni PostScriptov generator slučajnih brojeva. Sjeme je zadano proizvoljno prema datumu rođenja. Boja je određena u CMYK sustavu i pseudoslučajno vrijednostima između nula i jedan se mijenjaju vrijednosti cijana i žute, dok su magenta i crna na nuli. Promjena položaja svakog pojedinog ispisa imena Tomislav određena je naredbom rotiraj. Promjena rotacije određena je pseudoslučajno prema relaciji (1). Za svaki ispis rotacija počinje iz istog mjesta ali pod drugim kutom, tako se nakon 36 ponavljanja ispisa zatvara puni krug. Ponovo je jednostavnom programskom procedurom dobiveno zanimljivo i jedinstveno rješenje koje može biti ponovljeno jedino uz poznavanje početnih uvjeta generatora slučajnih brojeva.

```

14051977 srand
/m { 2 31 exp 1 sub } def
/rn { rand m div } def
/k {rn 360 mul 30 add} def (1)

300 300 pomak

36 {0 k pozicioniraj
    rn 0 rn 0 CMYKboja
    /Times-Roman PronadiFont
    40 SkalirajFont PostaviFont
    (Tomislav) prikazi
    k rotiraj} ponovi
PrikaziStranicu

```



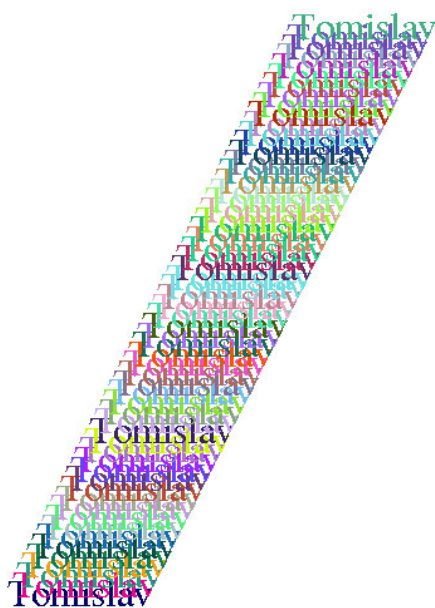
Slika 87. Program i tekst Tomislav 1

U odnosu na primjer br. ovdje je i početni položaj svakog pojedinog ispisa određen pseudoslučajno prema relaciji (1). Promjenom samo jednog parametra u čitavom programu dobiveno je potpuno novo rješenje. Ovakvom izvedbom prikazuje se važnost poznavanja početnih parametara za izvođenje programskih rješenja. Naglasila se individualnost u dobivenim rješenjima izvođenja programa kroz interpreter ovisno na koju naredbu se primjenjuju vrijednosti dobivene sa generatorom slučajnih brojeva. Ovdje je prikazano nekoliko rješenja kojima se postiže promjena položaja tipografskih elemenata. Koristeći jednostavne programe moguće je izvesti nebrojeno mnogo individualnih tipografskih rješenja u sigurnosnoj grafici. Ovi primjeri se mogu i proširiti uvođenjem pseudoslučajne promjene fontova i piktograma, veličina fontova, boje i drugih parametara. Isto tako moguće je uvesti i više generatora slučajnih brojeva koji djeluju individualno samo na određenu komandu unutar programa.



## 7.2. Pseudoslučajna promjena boje tipografskih elemenata

Prilikom programiranja tipografije u sigurnosnoj grafici poseban dio odnosi se na programiranje boje. Kod stohastičkog izbora boje različitost u stvaranju grafičkih rješenja je još veća nego kod promjene veličine fonta. Mogu se koristiti boje iz vidljivog i nevidljivog dijela spektra. Takva ispitivanja zahtijevaju upotrebu posebnih uređaja sa mogućnošću selektiranja različitih valnih duljina.



```
14051977 srand
```

```
60 {Dx Dy  pomak 0 0 pozicioniraj
```

```
/Times-Roman PronadiFont
```

```
40 SkalirajFont PostaviFont  
(Tomislav) prikazi } ponovi  
PrikaziStranicu
```

Slika 88. Tomislav Dx=5; Dy=10;Font=Times-Roman;V=40;

Ovdje se stohastička vrijednost boje može posebno pridružiti svakoj od CMYK komponenti čime se raznolikost rješenja učetverostručuje. Na taj način ujedno se i mogućnost ponavljanja, krivotvorenja ovakvog rješenja znatno smanjuje, odnosno postaje nemoguće. Koliko god programsko rješenje ovog primjera bilo jednostavno i može se „pročitati“ iz samog grafičkog prikaza bez znanja vrijednosti generatora ovo je nemoguće ponoviti. Iz grafičkog rješenja potencijalni krivotvoritelj može prepoznati da se ovdje radi o Times New Roman fontu, veličinu lako može odrediti tipometrom, može prebrojati da se ispis ponavlja 60 puta, te da je pomak konstantan u svakom krugu. Ono što daje potpunu individualnost i nemogućnost krivotvorenja je stohastički odabir boje

koji se može ponoviti samo ako se zna točna vrijednost generatora. U ovom primjeru

```
rn rn rn 0 CMYKboja
```

slučajni izbor boje primjenjen je na cyan, magentu i žutu boju dok je udio crne boje definiran kao konstantna vrijednost nula.



```
3108178 srand
/m { 2 31 exp 1 sub } def
/rn { rand m div } def

60 {5 10 pomak 0 0 pozicioniraj
rn rn 1 0 CMYKboja
/Times-Roman PronadiFont
40 SkalirajFont PostaviFont
(Nikolina) prikazi } ponovi
PrikaziStranicu
```

Slika 89. Nikolina Dx=5; Dy=10;Font=Times-Roman;V=40;

Priloženi primjeri tipografije sa stohastičkim izborom boje imaju vrlo slična programska rješenja primjerima priloženima u poglavlju o promjeni veličine fonta. Razlika je u tome što se ovdje stohastika primjenjuje na boju. Namjerno se koriste jednostavni kratki programi koji stvaraju zanimljiva grafička rješenja. U ovom primjeru kao generator se koristi datum mojeg rođenja, a slučajni odabir boje se primjenjuje na cyan i magentu dok je žuta definirana sa 100% ,a crna sa 0%. Ako usporedimo postscript zapise ovih dvaju primjera vidjeti će se da je razlika u generatoru slučajnih brojeva, riječi koja se ispisiuje, što sada nije ni važno, i da je u drugom primjeru vrijednost žute konstantnih 100%. Tako male promjene u programu rezultiraju nastajanjem potpuno drugačijeg grafičkog rješenja. To samo naglašava koliko je nemoguće ponoviti isti ispis. Stohastički pristup u tipografiji otvara mogućnosti potpune zaštite od krivotvorenja.

### 7.3. Pseudoslučajuni izbor veličine tipografskih elemenata

Kod stohastičkog pristupa u izvođenju tipografije otvorene su vrlo široke mogućnosti s obzirom na veličinu pismovnih elemenata, boju, poziciju, smjer i izbor fontova. Svaki od navedenih parametara može se proučavati i izvoditi pojedinačno ili se mogu programirati razne kombinacije koje će još više pridonjeti individualnosti, neponovljivosti i jedinstvenosti izvedenih primjera. U ovom dijelu disertacije izvedeni su primjeri kontrolirano slučajne promjene u veličini slovnih znakova. Definiranjem prvog slučajnog broja zapravo se stohastički određuje početna vrijednost petlje. Zadani slučajni broj je generator programa koji može biti vrlo jednostavan, kao što izvedeni primjeri i pokazuju, a samim time i lako ponovljiv. Upravo definiranje slučajnog broja koji zna samo autor ovakvog programa osigurava jedinstvenost i neponovljivost rješenja. Iz tog razloga su uz svako grafičko rješenje priložene i programske procedure. Ovakva tipografska rješenja treba koristiti kao zaštitu u sigurnosnom tisku vrijednosnica.



Slika 90. Nina

Stohastički izbor veličine slova u riječi „Nina“ definiran je prvim slučajnim brojem

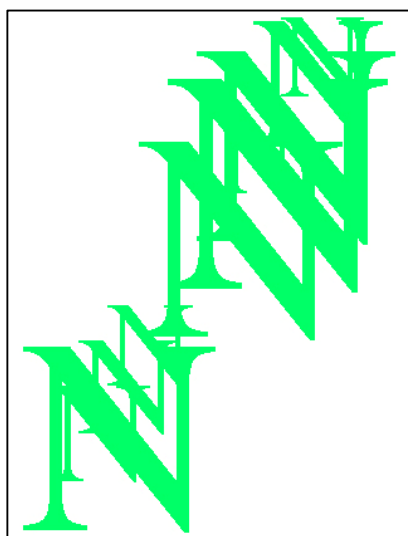
928 srand.

Preko relacija

```
/m { 2 31 exp 1 sub } def
/rn { rand m div } def
```

originalnim postscript generatorom određuje se najveći broj za koji se preporučuje da bude najveći mogući broj u računalu. Zatim se dobije vrijednost slučajnog broja između 0 i 1. Unutar petlje definiran je pomak svakog novog ponavljanja petlje kao konstanta, isto kao i izbor boje i veličine fonta. Veličina slova određena je sa varijablom „k“. Iz kruga u krug petlje veličina slova se mjenja prema definiranoj varijabli koja se izračunava iz zadanog prvog slučajnog broja prema relaciji

```
/k {rn 360 mul 10 add} def
```



Slika 91. N

Koristeći slučajne brojeve stohastički se pomoću originalnog postscript generatora određuje veličina slovnih znakova. Umjesto cijelog imena u ispisu se koristi samo jedno slovo „N“. Razlika u odnosu na sliku 90 je u vrijednosti zadanog slučajnog broja. Ovdje je sjeme za generiranje slučajnih brojeva:

```
1503951 srand.
```

Svi parametri za izvođenje ovog tipografskog rješenja ostali su jednaki kako bi se istaknuo utjecaj sjemena na dobiveno tipografsko rješenje.

Font je Times New Roman, boja je zelena, petlja se vrti 10 puta i translacija je jednaka. Namjerno su svi ostali parametri potpuno jednaki primjeru br.5 da bi se još više naglasio utjecaj i važnost početnog zadanog slučajnog broja. On je ovdje zadan kao datum rođenja mog oca. Takve primjere tipografije predlažem za primjenu na

osobnim dokumentima. Mogu se izvesti razna postscript rješenja koja će kao generatore imati neke osobne podatke pojedinca kome se dokmenti izrađuju. Ovakvi prijedlozi još se mogu obogatiti primjenom raznih rasterskih rješenja u tipografiji vrijednosnica i osobnih dokumenata.



Slika 92. Nina1

Slika 92 prikazuje ispis u kojem je korišten vlastiti generator slučajnih brojeva. Njegov način rada opisan je u poglavlju 3.1. Generatori slučajnih brojeva.

Zadane vrijednosti su:

```
/a 715 def %množitelj
/m 12345 def %modul
/sjeme 3108 def %sjeme
```

Stohastička promjena metodom kongruencije primjenjuje se samo kod promjene veličine fonta. Za veličinu fonta iz kongruencijskog niza koriste se samo cijeli brojevi. To je osigurano relacijom

```
/j rn round cvi def
```

Ovako zadani množitelj, modul i sjeme daju i pozitivne i negativne brojeve. Zbog toga su pojedini ispisi okrenuti naglavce odnosno njihova veličin fonta ide u minus.

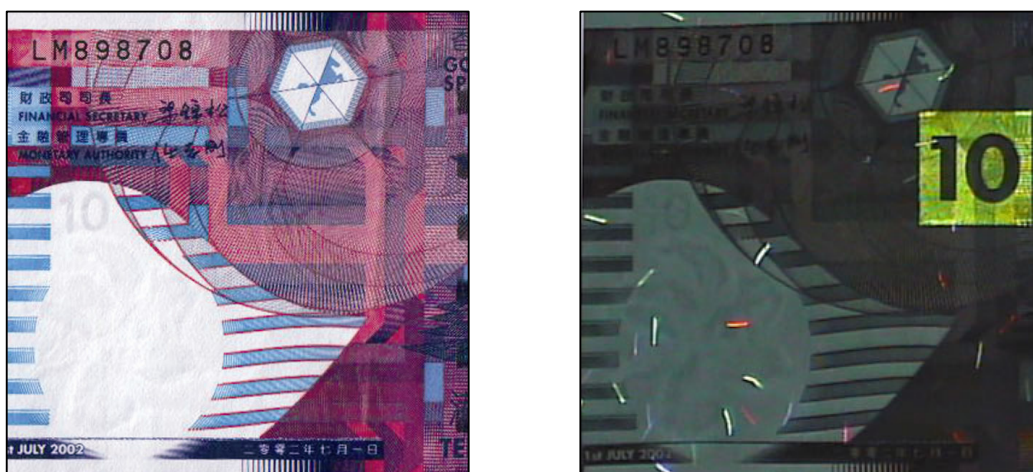
Veličine fontova dane su u tablici.

Veličina fonta	103	17	99	-39	31	64	29	-40	71	12	70
----------------	-----	----	----	-----	----	----	----	-----	----	----	----

## 8. Tipografija u poglavlju UV i infracrvenog dizajna

### 8.1. Tipografija sa UV bojama

Na vrijednosnicama u posljednjih dvadeset godina se intenzivno upotrebljavaju UV boje u različitim obojenjima. UV boje se koriste u planiranju i dizajniranju dokumenata i vrijednosnica [Žiljak I. Magistarski rad 2005 pp8, pp49-53, pp77]. Primjena UV boja je moguća u nekoliko različitih segmenata. Transformacije mogu biti od nevidljivih boja do vidljivih, transformacija crne boje do svijetlih boja i transformacija vidljive boje u drugu UV boju [Žiljak, I. 2006, pp1629-1634]. Sve to omogućuje stvaranje kompleksnih zaštita i vrlo maštovita dizajnerska rješenja.



Slika 93. Tipografija pod dnevnim i UV svjetlom

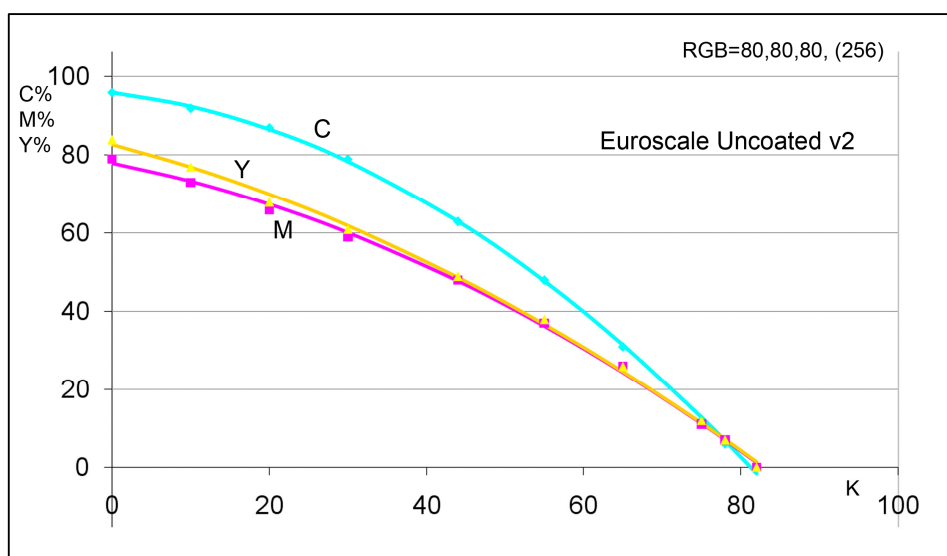
Slika 93. prikazuje izgled vrijednosnice snimljene pod dnevnim i UV svjetlom. Pod UV svjetlom vidljive su fluorescentne niti ugrađene u papir i tipografija apoena novčanice koja pod dnevnim svjetlom nije uočljiva. Ovdje se radi o transformaciji nevidljive boje u UV. Pod dnevnim svjetlom nije moguće na tome mjestu uočiti brojku deset.

Uvođenjem UV boja u izvođenje tipografskih rješenja poboljšavaju se zaštitna svojstva u sigurnosnoj grafici. Svi primjeri prikazani u ovoj radnji mogu se dodatno zaštititi uvođenjem UV boja.

## 8.2. Stohastički definirana infracrvena boja sivog tona kao zaštitna tipografija

Teorija INFRAREDESIGN (IRD) [Pap et al. 2010] koristi se kao pozadinsko sakrivanje i šticeenje teksta. Tekst može biti nevidljiv u području vizualizacije ljudskog oka, a prepoznatljiv u infracrvenim valnim duljinama. Opsežna istraživanja su provođena sa obojanim površinama, šarenim tekstom i šarenim pozadinama [Žiljak V. et al. 2009 c, pp169-174]. Korištene su tanke linije u postizanju vibracija sve to kao smetnje za naše oko. Novinski tekst, knjižni slog nije tipičan za takve grafike. Multikolor i višestruko nijansiranje s bojama je način da se sakriju mali prelazi s jednog objekta na drugi kao na primjer s jednog dijela teksta na drugi ili prelazi slova na slova. Jednolične površine traže veoma preciznu definiciju učešća procesnih bojila na kojima se zasniva IRD teorija. To se odnosi na proizvoljno zadani ton boje kao i na sivi ton [Žiljak V. et al. 2008, pp40-41]. Svaki se ton boje može postići na neograničeno mnogo načina miješanja sa spot ili s procesnim bojama. To je razlog koji je otvorio poglavlje istraživanja zamjene slučajno odabranih vrijednosti za ciljanu apsorpciju i refleksiju svjetla u bliskom infracrvenom spektru.

Eksperimenti koji su pripremljeni za ovo poglavlje odnose se na sivi ton s kojim je izvedena i informacija sastavljena od teksta. Sivi ton se pojavljuje u neograničenom broju vrijednosti pokrivenosti slučajno izvedenih kongruencijskom metodom. Na slici 94 zadan je sivi ton definiran preko RGB sustava boje čije vrijednosti su 80, 80 i 80 u osam bitnom rasponu  $2^8$ . Grafikon 12 je ovisnost pada CMY vrijednosti o povećanju učešća infracrvenog odziva iz seta procesnih boja „Euroscale Uncoated v2“ i maksimuma 82% apsorpcije svjetla.



Grafikon 12. Ovisnost pada CMY vrijednosti o povećanju učešća infracrvenog odziva

Koeficijenti su izračunati regresionom analizom za promatrani ton sive boje. Njihove vrijednosti se odnose na CMYK sustav tiska boja. Opis translacije RGB u CMYK dat je preko kvadratnih jednadžbi koje dovoljno dobro opisuju kontinuirani raspon od  $X_0$  do  $X_{\max}$  kao što CMYKIR separacija [Žiljak V. et al. 2009b] opisuje realne boje sivog tona.

Matrična definicija ovisnosti CMY o K:

Lab: 34, 0, 0 HSB: 312,1,32, X0: 96,79,84

$$V = \begin{bmatrix} R & H^0 & L \\ G & S^0 & a \\ B & B^0 & b \end{bmatrix}; X_0 = \begin{bmatrix} C_0 \\ M_0 \\ Y_0 \end{bmatrix}; X_0^{\text{euro}} = \begin{bmatrix} 96 \\ 79 \\ 84 \end{bmatrix};$$

$$X = \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix}; X_{\text{MAX}}^{\text{euro co v2}} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 82 \end{bmatrix}$$

$$; X = X_0 - E^* \begin{bmatrix} K \\ K^2 \end{bmatrix}; E^{\text{euro co v2}} = \begin{bmatrix} 0.23960 & 0.01160 \\ 0.30577 & 0.00658 \\ 0.35204 & 0.00574 \end{bmatrix};$$





Slika 94. Zagreb 1



Slika 95. Zagreb 2

Pozadina na slikama 94 i 95 je određena s 24 siva kvadrata koji se različito odazivaju u infracrvenom spektru. (slika 95) Tekst „ZAGREB“ je dat s maksimalnim odazivom na 1000 nm dok se raspon pozadine slučajno odaziva do polovice tog maksimuma. Pozadina i tekst odredili su sigurnosnu grafiku preko relacija datih u matričnom obliku.

Pseudoslučajni niz s istim parametrima slijednosti primijenjen je i na rješenju slike 96. Za vizualno područje nema nikakve razlike između grafike na slici 94 i na slici 95. Tekst je riješen s intenzitetom nula u NIR-u, a kvadratična struktura je u rasponu od  $X_{\max}/2$  do  $X_{\max}$ . Primjećuje se da je raspored slijednosti sivog tona u bliskom infracrvenom području jednak kao i u pređašnjem primjeru, ali je podignut za polovicu intenziteta sivog tona.



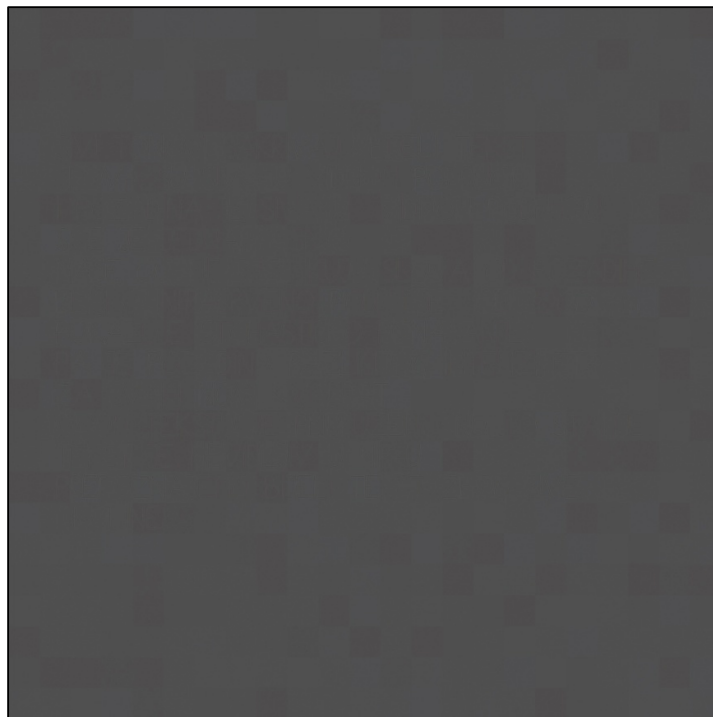
Slika 96. Zagreb 3



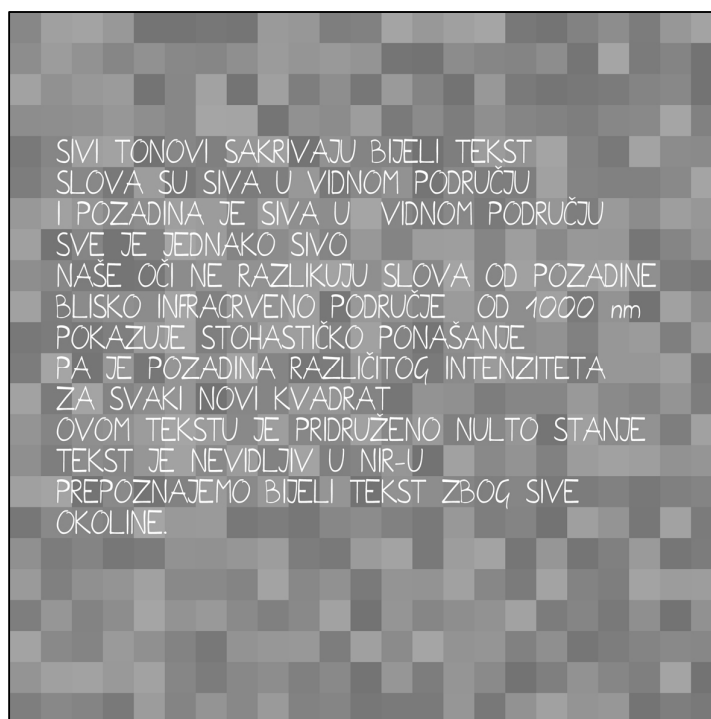
Slika 97. Zagreb 4

Ovakva manipulacija s tekstom je nov način zaštite dokumenta koristeći svojstva tiskarskih boja u radijaciji svjetla od 400 do 1000 nm. Višestruko biranje izvedbe sivog tona preko procesnih boja nije moguće ponoviti niti s istim programom ako se ne poklope tri elementa: identične kolor postavke, identični parametri krivulja zamjene CMY prema CMYKIR teoriji, identični parametri generatora pseudoslučajnih brojeva. Prednost u postupcima zaštite je ponovljivost eksperimenta kao preduvjet znanstvenog pristupa u sigurnosnom tisku.

Drugačiji tiskarski uvjeti traže novo izračunavanje kontinuiteta međusobne zamjene procesnih boja. Za svaku drugu nijansu sivog tona, također se mora izračunati novi regresioni set jednadžbi. To će omogućiti dobijanje recepture miješanja bojila za održavanje jednakog sivog tona uz izmjene učešća procesnih bojila. Naglašavanje povezanosti kolor postavki i vrste tehnologije tiska upućuje na tvrdnju da se ne može napraviti kopija s nekim konvencionalnim postupcima, posebno ne s fotokopirnim uređajima. Ova diskusija može biti veoma opširna ako se uvedu mutacije oblika tipografije, programski alati za izvedbu strojnog oblika zapisa te korištenje vlastitih rutina u individualiziranom programskom jeziku.



Slika 98. Tekst1



Slika 99. Tekst2

Jednaki ton sive kombinacije pokazuje se na dugačkom tekstu te s velikim brojem kvadratične strukture u pozadini. Na slikama 98 i 99 izveden je tekst koji ima bogatu kombinaciju sivih tonova u infracrvenom području. Svi su tamniji sa većim vibracijama gdje se dozvoljava prepoznavanje pojedinih slova s ciljem da se zainteresira gledaoc „da se tu nešto nalazi“. Čistoća čitljivosti teksta postiže se tek s filterima za barem dva vidna područja. Predlaže se eksperiment s odbacivanjem zelene i plave boje. Ostavljamo crvenu komponentu budući je ona na rubu bliskog infracrveno područja. Slika 98 je snimka s 1000 nm gdje više nema nikakvog traga RGB svojstava boja.

## 9. ZAKLJUČAK

Istraživanja su bazirana na vlastitim rutinama i podprogramima kojima se kontrolira stupanj mutiranja i stohastičkog djelovanja na sigurnosnu grafiku. Izrađen je sustav komandi i programskih procedura unutar grafičkog jezika. Dokazni postupak uključuje pismovni rez, parametre koji određuju analitičke osnove Bezierove krivulje, te izvedbu slova u zadanim pismovnim linijama. Mjerenja zacrnjenja i korištenja boja obavila su se instrumentalno uz provođenje statističke analize.

Stvoren je i prezentiran vlastiti komandni jezik za potrebe, primjene i izvođenje eksperimenata kojim se omogućuje lakše razumijevanje izvedenih primjera. Razvijeni su vlastiti generatori pseudoslučajnih brojeva kojima se kontrolira raspon mogućih promjena pojedinih parametara unutar eksperimenata. Dokazano je da nisu sve kombinacije množitelja, modula i sjemena pogodne za kreiranje sigurnosnih grafičkih rješenja. Ponekad nastaju prekratki nizovi. Vlastitim alatima i generatorima stvaraju se za autora strogo kontrolirana stohastička tipografska rješenja koja se ne mogu ponoviti bez poznavanja početnih uvjeta rada. Tako izvedeni eksperimenti nude nova rješenja u tipografiji sigurnosnog tiska.

Provedena je analiza tipografije novčanica korištenim na ovim prostorima kroz povijest kako bi se proučio napredak u razvoju sigurnosnih tipografskih elemenata. Poznato je da se sve novosti u razvoju tiska prvo uvode na novčanicama i vrijednosnicama. Osim povijesnog pregleda tipografskih elemenata analizirana su i tipografska rješenja ponuđena na natječaju izbora za novčanice EUR-a. Njihovom analizom je ustanovljeno da u području tipografije postoji još mnogo prostora za unapređivanje postojećih i prezentiranje novih tehnika zaštite. Upravo u ovoj radnji su prezentirane neke nove metode zaštitne tipografije bazirane na stohastici.

U disertaciji su objašnjene i mogućnosti manipulacije pikselima kao osnovnim slikovnim elementima. Deformacije piksela mogu biti izvedene na toliko raznih načina da otvaraju čitavo novo područje u zaštiti protiv krivotvorenja koje je detaljnije predstavljeno u eksperimentalnom dijelu radnje. Rastriranje slika i tipografije provedeno je na nekoliko načina. Stvoreni su novi rasterski elementi, te su

predstavljani njihovi algoritmi. Kreirana su grafička rješenja u sigurnosnoj grafici bazirana na pseudoslučajnom rasporedu različitih rastera i deformacija piksela. U radnji su predstavljene nove klasifikacije rukopisnih oblika izrađenih korištenjem digitalnih alata u svrhu istraživanja stohastičke tipografije u sigurnosnoj grafici. Predstavljani su novokreirani mutant fontovi. Mutacije su izvedene djelomično, samo na pojedinim dijelovima slovnih znakova ili su čitava slova deformirana. Programi za postizanje mutacija slovnih znakova su unaprijed pripremljeni i mutacije su u potpunosti kontrolirane generatorima slučajnih brojeva. Ovo je još jedan od novih načina zaštite dokumenata i vrijednosnica izveden korištenjem tipografskih sigurnosnih rješenja. Stvaranje vlastitih programa omogućuje stohastičko programiranje u sigurnosnoj grafici.

Osim novih rasterskih oblika stvorenih na temelju mutantnog razvoja piktograma uvedeni su slovni znakovi kao rasterski elementi. Korištenjem fontova i piktograma kao rasterskih elemenata postignuta su individualizirana i jedinstvena tipografska rješenja. Za izvođenje takvih eksperimenata obavljene su predradnje mjerenja pokrivenosti pojedinih slovnih znakova iz fontova čiji rezultati su prikazani grafički. Izmjerene su pokrivenosti slovnih znakova nekih općepoznatih fontova, redizajniranih fontova i vlastitih fontova kreiranih za potrebe ove radnje. Izmjerene su pokrivenosti piktogramskim fontovima. Kako bi se postigli što veći rasponi pokrivenosti, što jamči kvalitetnije rastriranje, fontovi su nekoliko puta redizajnirani. Rastriranje je potpuno individualizirano, po obliku, kutu napredovanja i linijaturi. Izvedeni su i eksperimenti rastriranja sa tipografskim elementima u boji. Za svaki kanal C, M, Y i K kao raster korišten je poseban font. Takva rješenja su u potpunosti neponovljiva bez poznavanja početnih uvjeta rastriranja i fontova kao rasterskih elemenata.

Ispitana je mogućnost gradacije kod mikrotipografije u sigurnosnoj grafici. Gradacija se odnosi na promjenu svjetline izvedene promjenom pismovnog reza. Uloga mikroteksta nije samo u zaštiti nego su njime postignuta i različita dizajnerska rješenja što mu daje mogućnost šire primjene.

Dokazana je i prednost mutantne tipografije nad linijskom grafikom u zaštitnom tisku. Tipografski elementi su jasno prepoznatljivi i sve anomalije nastale prilikom krivotvorenja mogu biti jasno prepoznate.

U sigurnosnom tisku razvojem tehnologije tipografijom se izvode sve složenija i kvalitetnija zaštitna rješenja koja uvelike otežavaju krivotvorenje dokumenata, vrijednosnica ili nekih drugih važnih dokumenata. U radnji „ Stohastička tipografija u sigurnosnom tisku“ predstavljene su nove metode zaštite u području sigurnosne grafike čime su obranjene postavljene hipoteze i zadani ciljevi uvođenja novih modela u zaštitnu tipografiju.

## 10. LITERATURA

### Popis knjiga i članaka:

Adobe Systems Incorporate (1999) **PostScript Language Reference** thrid edition, Addison-Wesley, ISBN 0-201-37922-8

Barać, Borna; **Banknotes of the States of the Former Jugoslavia 1767-2002**. ISBN: 9536388057

Bernašek, Aleksandra, 2010, **Dizajn na vrijednosnicama kao zaštita dokumenta**// Tiskarstvo 2010, Akademija tehničkih znanosti hrvatske, Grafički fakultet Sveučilišta u zagrebu, pp:21 Žiljak, V. (ed.). ISBN: 978-953-7064-14-3

Bringhurst Robert, 2004, **The elements of typographic style**, Hartley & Marks, Vancouver, Canada, ISBN: 0-88179-206-3

**Der Euro im Entwurf**, Europäische zentralbank, Osterreichische Nationalbank

Earls, David, 2002, **Designing typefaces**, RotoVision SA Autumn, ISBN 2-88046-699-7

Elam, Kimberly, 2007, **Typographic Systems**, Princenton Architectural Press, , ISBN-13:978-1-56898-687-6

Ivančić, Snježana, 2010, **Zaštitni oblici na starim novčanicama** //Tiskarstvo 2010, Akademija tehničkih znanosti hrvatske, Grafički fakultet Sveučilišta u zagrebu, pp:35, Žiljak, V. (ed.) 2010. ISBN: 978-953-7064-14-3

Ivančić, Snježana; Grabar, Ivana; Stanić Loknar Nikolina, 2010, **New elements in securities design**, 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1917-1922, Volume 4, ed.Žiljak V.,Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.

Jury, David, 2002, **Reviving the rules of typography - About Face**, RotoVision, , ISBN 2-88046-677-6

Karlsruhe Media Museum, 2009, DE, Zentrum fur Kunst und Medientechnologie, Bit International 1961/1973, **Computer und visuelle Forschung**,<http://www.zkm.de/>,[http://on1.zkm.de/zkm/stories/storyReader\\$6066](http://on1.zkm.de/zkm/stories/storyReader$6066)

Katalinić Lj, Gjuro Krasnov, 1979, **Stare kineske novčanice iz zbirke Attilo Monaco**; bivšeg talijanskog diplomate u Kini, "Numizmatičke vijesti", 33/1979, pp. 13-16.



Koren, Tajana; Stanić Loknar, Nikolina; Rudolf, Maja, 2009, **Prikazivanje specifičnih hrvatskih znakova u Postscriptu** // Tiskarstvo 09 / Vilko Žiljak (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, (predavanje, domaća recenzija, sažetak, znanstveni).

Koren, Tajana; Stanić, Nikolina; Rudolf, Maja, 2008 **UNDERSTANDING RANDOM NUMBERS THROUGH POSTSCRIPT** // Proceedings of the Design 2008 Workshop Design of Graphic Media / Žiljak, Vilko (ur.). Zagreb : University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, pp:1487-1490 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).

Kunsthalle Bremen, 2007, **Ex Machina – Fruhe Computergrafik**, Die Sammlungen Franke und weitere Stiftungen in der Kunsthalle Bremen, pp: 291,482,483. Deutscher Kunstverlag, ISBN 978-3-422-06689-2

Mesaroš Franjo, 1985, **Tipografski priručnik**, Grafički obrazovni centar-

Mesaroš Franjo, 1983, **Fotoslog**, Viša grafička škola u Zagrebu.

Pap, Klaudio; Žiljak, Vilko; Žiljak, Jana, 1998, **Forming a personal handwriting for Unicode**// 5th International Design Conference, Product Design/Development & Design Education, Dubrovnik, D. Marjanović, (ed.) pp. 396-400, UDK 7.05 (063), ISBN 953-6313-20-0

Pap, Klaudio; Žiljak, Vilko, 2007, **Development of PostScript Procedures for Transformations of Digital Typography**, 3rd international conference on typography and visual communication: from verbal to graphic, Thessaloniki, Greece, 20-23.06.2007 ppt prezentacija

Pap, Klaudio; Žiljak, Ivana; Žiljak-Vujić, Jana, 2007 **Design of Digital Screening** .Zagreb : Fotosoft, (monografija) ISBN 978-953-7064-10-5.

Pap, Klaudio; Žiljak, Ivana; Žiljak-Vujić, Jana; Stanić, Nikolina, 2006, **Stochastic angle layout in digital rastering with independent initiators of random number generators** // CADAM 2006 / Obsieger, Boris (ur.). Rijeka : Zigo Rijeka, pp:71-72 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).

Pap, Klaudio; Žiljak, Vilko, 2002, **Digitalni udžbenik PostScript grafike** ( Digital book of PostScript graphic ), FS, , ISBN: 953-199-000-X

Pap, Klaudio; Žiljak, Vilko, 1999, **Deformacija piksla preko inverzne transformacije**. // Acta Graphica. 11, 1; 1-11 (vijest, znanstveni).

Pap, Klaudio; Žiljak, Vilko, 2001, **Prijedlog novih definicija rasterskih ćelija u tisku s interpretacijom pomoću Matematike** // PrimMath (2001). (predavanje, domaća recenzija, objavljeni rad, znanstveni).

Pap, Klaudio; Žiljak, Vilko, 1998, **Stochastic Change of Bezier Curve in PostScript for the Security papers**, 5th International Design Conference, Product Design Development & Design Education, Dubrovnik, UDK 7.05 (063), ISBN 953-6313-20-0

Pap, Klaudio; Žiljak-Vujić, Jana; Žiljak, Ivana; Agić Darko, 2009, **Screen Element Shape "R73" Mutation** // DAAAM International Scientific Book / Katalinić, Branko (ur.). Beč : DAAAM International, pp. 763-770.

Pap, Klaudio; Žiljak, Ivana; Žiljak-Vujić, Jana, 2010, **Image Reproduction for Near Infrared Spectrum and the Infraredesign Theory** // The Journal of imaging science and technology (1062-3701) 54;10502-1-10502-9

Poldrugač, Petra, 2010, **Krivotvorene grafike iz područja vrijednosnica** //Digitalni sustavi u tiskarstvu -Tiskarstvo 2010 / prof.dr.sc. Vilko Žiljak (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti Hrvatske,. pp:44 (predavanje,domaća recenzija,sažetak,znanstveni).

Poldrugač, Petra, 2010, **Tehnologije vještačenja krivotvorina** //Digitalni sustavi u tiskarstvu -Tiskarstvo 2010 / prof.dr.sc. Vilko Žiljak (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, pp:29 (predavanje,domaća recenzija,sažetak,znanstveni).

Riggs, Tamyé; Grieshaber, James: 2009, **Font classic typefaces for contemporary graphic design**, RotoVision, ISBN 978-2-88893-043-3

Rudolf L. van Renesse, 2005, **Optical Document Security**, Third edition, Artech house, ISBN: 1-58053-258-6

Rudolf, Maja; Stanić Loknar, Nikolina; Turčić, Maja; Koren, Tajana, 2008, **RASTER ELEMENTS IN SECURITIES TYPOGRAPHY** // Proceedings of the Design 2008 Workshop Design of Graphic Media / Žiljak, Vilko (ur.). Zagreb : University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, pp 1475-1479 (predavanje,međunarodna recenzija,objavljeni rad,znanstveni).

Rudolf, Maja; Stanić Loknar, Nikolina; Turčić, Maja: 2010 „**PIXEL MANIPULATION IN SECURITY GRAPHICS**“ 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1947-1952, Volume 4, ed.Žiljak V.,Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb,

Stanić, Nikolina; Možina, Klementina, 2007 a, **DIGITALIZACIJA ROKOPISA** // 3. Simpozij o novostih v grafiki; pp 55, Zbornik izvlečkov, Ljubljana 2007. , ISBN: 978-961-6045-45-2 (predavanje,međunarodna recenzija,sažetak,znanstveni).

Stanić, Nikolina; Žiljak, Ivana; Pap, Klaudio, 2006 b, “**Systematic approach to script letter individualization**”, Proceedings of the DESIGN 2006 9<sup>th</sup> INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE, Žiljak, Vilko (ur.), Zagreb, Glasgow : The Design Society, pp 1619-1628

Stanić, Nikolina; Možina, Klementina, 2007 b, **Analiza digitalizacije rukopisnog pisma** // Tiskarstvo 07 / Žiljak, Vilko (ur.).Zagreb, pp.12 (predavanje,međunarodna recenzija,sažetak).

Stanić Loknar, Nikolina; Možina, Klementina, 2008, **Specifični elementi slovnih znakova u kreiranju digitalnih rukopisnih oblika** // Tiskarstvo 08 / Žiljak, V (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti hrvatske, pp:14 (predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni).

Stanić, Nikolina; Rudolf, Maja; Koren, Tajana, 2007, "**Microtext In Security Printing On Documents And Securities Graphics**", Pre-conference proceedings of the Special Focus Symposium on 2nd CISK: Communication and Information Sciences in the Knowledge Society / Šimović, Bakić-Tomić, Hubinkova (ur.), Zagreb : Faculty of Teacher Education of the University of Zagreb, pp 150-154

Stanić Loknar, Nikolina; Žiljak, Ivana; Rudolf, Maja; Koren, Tajana, 2008 a **SECURITY PAPER THICKNESS AS AN ELEMENT OF PROTECTION AGAINST COUNTERFEITING** // Proceedings of the Design 2008 Workshop Design of Graphic Media / Žiljak, Vilko (ur.). Zagreb : University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, pp:1481-1485 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).

Stanić Loknar, Nikolina; Rudolf, Maja; Koren, Tajana, 2009, **Problematika klasifikacije digitalnih rukopisnih fontova nastalih upotrebom elektroničkih alata** // Tiskarstvo 09 / Vilko Žiljak (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, pp:53-60 (predavanje, domaća recenzija, objavljeni rad, znanstveni).

Stanić Loknar, Nikolina; Koren, Tajana; Rudolf Maja, 2008 b **Nove klasifikacije digitalnih rukopisnih oblika** // Tiskarstvo 08 / Žiljak, Vilko (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, pp: 13 (predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni).

Stanić Loknar, Nikolina; Pap, Klaudio, 2009, Posavec, Dijana; Koren, Tajana **Mutational Typography in Security Printing**// Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Godišnjak 2009; pp:117-130

Stanić Loknar, Nikolina; Koren, Tajana; Žiljak Stanimirović, Ivana, 2010 **Programski moduli deformacije slovnih znakova** // Digitalni sustavi u tiskarstvu - Tiskarstvo 2010 / prof.dr.sc. Vilko Žiljak (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, pp:51 (predavanje, domaća recenzija, sažetak, znanstveni).

Sviličić, Blaž; Žiljak, Jana; Žiljak, Ivana; Morić, Marko, 2002, **Dizajn mikroteksta za digitalne tehnike tiska**, INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE – Design 2002, ed Dorian Marjanović, Volume 2 ISBN953-6313-47-9 pp:929-934

Žiljak, Ivana; Pap, Klaudio; Žiljak-Vujić, Jana, 2008, **Infraredesign**, Fotosoft, ISBN: 978-953-7064-09-9

Žiljak, Ivana; Pap, Klaudio; Žiljak-Vujić, Jana, 2009 a **Infrared security graphics** ISBN 978-953-7064-11-2, ed.prof.dr.sc.Vilko Žiljak, (monografija).

- Žiljak, Ivana; Stanić, Nikolina; Koren, Tajana, 2006, **Analysis And Coordinating Of Digital Handwritten Form Thickness Values** // Cadam 2006 / Obsieger, Boris (ur.). Rijeka : Zigo Rijeka, pp:103-104 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).
- Žiljak, Ivana, 2003, **Dizajniranje rasterskih elemenata** // Tiskarstvo 03 / Lovreček, Mladen (ur.). Zagreb : FS.
- Žiljak, Ivana; Žiljak, Jana, 2004, **Design of screening elements**, DESIGN 2004, 8th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia.
- Žiljak, Ivana, 2003, **Designing and customising new screening elements for digital printing technologies – Tools for graphic designers**, International conference on innovative educational content management and digital printing CustomDP, Atena, Grčka.
- Žiljak, Ivana, 2006, **Design of documents with visible and invisible graphics**, Proceedings of the DESIGN 2006 9 th INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE / Žiljak, Vilko (ur.). Volume 3 ISBN 953-6313-81-2 pp:1629-1634
- Žiljak, Ivana; Pap, Klaudio; Žiljak, Vilko, 2009 b, **Double Separation Method for Translation of the Infrared Information into a Visible Area** // Journal of Information and Organizational Sciences, 33, ISSN 1846-3312, e-ISSN 1846-9418, UDC 004:005:3, ed Hunjak T., pp 219-225 (INSPEC, LISA)
- Žiljak, Ivana; Mrcelić, Željka; Dujić, Lucijana; Marincel, Petra; Žiljak-Vujić, Jana, 2008, **Research of mutant screen element stochastic application** // Proceedings of the 19th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation : Focus on Next Generation of Intelligent Systems and Solutions" / Katalinić, Branko (ur.). Vienna : DAAAM International, pp:1553-1554 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).
- Žiljak, Ivana; Agić, Darko; Žiljak, Vilko; Pap, Klaudio; Žiljak-Vujić, Jana, 2008, **Infracrveno područje u dizajnu i sigurnosnom tisku.** // CRO-print, Trade Journal for Graphic Arts and Printing Industry. 3 1; 50-51 (pregledni rad, stručni).
- Žiljak, Jana; Marin, I., 1993, **Computer caligraphy and individual font forms** // Acta Graphica 3-93, pp. 149-155, G. Marošević (ed.), UDK: 655(05), ISSN: 0353-4707, Zagreb,
- Žiljak, Jana; Vančina, Vesna; Agić Darko; Žiljak, Ivana; Pap, Klaudio, 2003, **New screening elements in multi-colour printing for special purposes**, IARIGAI 2003. Dubrovnik.
- Žiljak, Jana; Žiljak, Ivana, 2002, **Elaboration of the design of the raster elements on securities**, INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE – Design 2002. ed Dorian Marjanović, Volume 2 ISBN 953-6313-47-9 pp1365-1368

Žiljak Vujić, Jana, 2007, **Novi rasterski sustavi u tiskarstvu** // // Tiskarstvo 2007 / prof.dr.sc. Vilko Žiljak (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, pp:35 (predavanje,domaća recenzija,sažetak,znanstveni).

Žiljak-Vujić, Jana; Stanić-Loknar, Nikolina; Žiljak, Ivana; Rudolf, Maja; Koren, Tajana, 2009, **New mutation screen element „Soft rhomb“** // International Journal Advanced Engineering / Obsieger B (ur.). Rijeka : Revelin d.o.o., pp:255-263 (predavanje,međunarodna recenzija,objavljeni rad,znanstveni).

Žiljak-Vujić, Jana; Pap, Klaudio; Žiljak, Ivana, 2008, **Design with mutant modulation screen elements**, International Circular of Graphic Education and Research ISSN (1868-0712) 1; pp:22-28

Žiljak-Vujić, Jana; Žiljak, Ivana; Pap, Klaudio, 2006, **Individual raster forms in security printing application**, CADAM2006 /Obsieger, Boris(ur.). Rijeka: Zigo Rijeka pp:105-106.

Žiljak-Vujić Jana, Poldrugač Petra, Koren Tajana, Uglješić Vesna, 2010, **SECURITY DESIGN** //11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1881-1886, Volume 4, ed.Žiljak V.,Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb.

Žiljak, Vilko; Pap, Klaudio; Žiljak, Ivana, 2009 a, **CMYKIR security graphics separation in the infrared area**. // Infrared Physics and Technology Vol.52. No.2-3, ISSN 1350-4495, Elsevier B.V. DOI:10.1016/j.infrared.2009.01.001, pp: 62-69, (2009) (CC, SCI, SCI-Expanded)

Žiljak, Vilko; Pap, Klaudio; Žiljak, Ivana; Žiljak-Vujić, Jana, 2009 b, **Upravljanje informacijama u infracrvenom dijelu spektra**. // Informatologia. 42, 1; 1-9 (članak, znanstveni).

Žiljak, Vilko; Pap, Klaudio; Žiljak-Vujić, Jana; Žiljak, Ivana, 2009 c, **Infraredesign ili CMYKIR separacija** // Inovacijska kultura i tehnološki razvoj / Božičević, Juraj (ur.). Zagreb : Hrvatsko društvo za sustave, 2009. ISBN 978-953-6065-32-5, pp 169-174, CIP NSK 697882

Žiljak, Vilko; Pap, Klaudio; Josipović, M.; Ferdebar, D. ,1995, **MATEMATIČKI MODEL TRANSFORMACIJE PIKSLA I IZVORNOG DIZAJNA**// Acta graphica 3. 3-7 ; pp:155-163 (članak, ostalo).

Žiljak, Vilko; Sabati, Zvonimir; Pogarčić, Ivan; Pap, Klaudio; Žiljak-Vujić, Jana, 2007, **Protection of information in documents by implementing individual rastering** // Proceedings of the 18th International Conference on Information and Intelligent Systems / Aurer, Boris ; Bača, Miroslav (ur.). Varaždin : Faculty of Organization and Informatics Varaždin, University of Zagreb, pp:299-302 (predavanje,međunarodna recenzija,objavljeni rad,znanstveni).

Žiljak, Vilko; Pap, Klaudio, 1998, **Stochastic Change of Bezier Curve in PostScript for the Security Papers** // Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Design Conference / Marjanović, Dorian (ur.). Zagreb : FSB, WDK, CTT, pp:387-390 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).

Žiljak, Vilko; Žiljak, Ivana; Pap, Klaudio; Žiljak-Vujić, Jana, 2008, **Infracrveno područje na vrijednosnicama izvedeno s procesnim bojama (IR securities area with process colors)**, TISKARSTVO 08 / Žiljak, Vilko (ur.). - Zagreb : Akademija tehničkih znanosti hrvatske , pp:40-41 (ISBN: 978-953-7064-08-2)

### Popis magistarskih radova i disertacija:

Koren, Tajana; disertacija, 2010, **Razvoj steganografije u tipografiji sa stohastičkom raspodjelom infracrvenih boja**, Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, UDK:004.93:655.2:343.51

Pap, Klaudio; disertacija, 2004, **Simulacija hibridnih i digitalnih sustava sa sučeljima za obradu slikovnih elemenata i rastera ( Simulation of Hybrid and Digital Systems with Raster Image Processors )**, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu.

Stanić, Nikolina, 2007, **Digitalna izvedba fontova osobnog rukopisnog pisma** / magistarski rad, Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Žiljak, Ivana, 2005, **Grafika dokumenata sa spot bojama iz ultravioletnog područja** / magistarski rad, Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Žiljak, Ivana; disertacija, 2007, **Projektiranje zaštitne grafike s promjenjivim bojama digitalnog tiska u vidljivom i nevidljivom dijelu spectra ( Designing Security Graphics with Changing Colours for Digital Printing in Visible and Invisible Part of Spectrum )**, Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, UDK 655.3.026.36:004.9

Žiljak Vujić, Jana, 2005, **Novi višebojni rasterski elementi u dizajnu individualizacije vrijednosnih papira** / magistarski rad, Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Žiljak-Vujić, Jana; disertacija, 2007, **Modeliranje rasterskih elemenata u stohastičkoj višebojnoj reprodukciji ( Raster Element Modeling in Stochastic Multi-color Reproduction )**, Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, UDK:655.3.024.004.91

**Popis dokumenta:**

Krivični zakonik za Kraljevinu Srba, Hrvata i Slovenaca, Zagreb, 1929.

Statut grada Dubrovnika, Dubrovnik, 1990

**Popis Web stranica:**

[www.unicode.org](http://www.unicode.org)

[www.fontshop.com](http://www.fontshop.com)

[www.myfonts.com](http://www.myfonts.com)

[www.dafont.com](http://www.dafont.com)

<http://www.hr/hrvatska/gospodarstvo/novac/povijest>

## 11. POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA

- Slika 1. Detalji tipografije Austro-Ugarske krune iz 1912 godine
- Slika 2. Detalji tipografije novčanice SHS iz 1929 godine
- Slika 3. Tekst na novčanici NDH iz srpnja 1943 godine
- Slika 4. Brojke na novčanici NDH iz srpnja 1943 godine
- Slika 5. Serijski broj novčanice NDH iz srpnja 1943 godine
- Slika 6. Brojke na novčanici NDH iz rujna 1943 godine
- Slika 7. Tekst na novčanici NDH iz rujna 1943 godine
- Slika 8. Mikrotisak na novčanici NDH iz rujna 1943 godine
- Slika 9. Serijski broj na novčanici NDH iz rujna 1943 godine
- Slika 10. Detalji sa Jugoslavenskog dinara iz 1955 godine
- Slika 11. Brojke na novčanici Jugoslavenskog dinara iz 1974 godine
- Slika 12. Tekst na novčanici Jugoslavenskog dinara iz 1974 godine
- Slika 13. Tekst EURO
- Slika 14. S.R. Brojčane vrijednosti apoena na licu novčanice
- Slika 15. S.R. Brojčane vrijednosti apoena na naličju novčanice
- Slika 16. Grupa autora tipografija apoena od 5 EUR-a
- Slika 17. Grupa autora tipografija apoena od 10 EUR-a
- Slika 18. Grupa autora tipografija apoena od 20 EUR-a
- Slika 19. L. F. A tipografija EUR-a
- Slika 20. R.K. Brojčane vrijednosti apoena na licu novčanice
- Slika 21. R.K. Brojčane vrijednosti apoena na naličju novčanice
- Slika 22. Lice                      Naličje                      Pogled kroz
- Slika 23. Mikrotisak na EUR-u
- Slika 24. Niz piksela
- Slika 25. Koordinatni prostor slike
- Slika 26 a, b, c i d. Transformacije piksela
- Slika 27. Nagibi i izduženja piksela
- Slika 28. Deformacije piksela
- Slika 29. Pojedinačne deformacije piksela
- Slika 30. Deformacija rastriranih piksela
- Slika 31. Deformacija rastriranih piksela 1



- Slika 32. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa romba
- Slika 33. Izgled rasterskog elementa mutirajući romb sa kutem od  $0^\circ$  sa pokrivenošću od 95% do 5%
- Slika 34. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa R74
- Slika 35. Izgled rasterskog elementa R74 sa kutem od  $0^\circ$  sa pokrivenošću od 95% do 5%
- Slika 36. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa R91
- Slika 37. Izgled rasterskog elementa R91 sa kutem od  $0^\circ$  sa pokrivenošću od 95% do 5%
- Slika 38. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa R93
- Slika 39. Izgled rasterskog elementa R93 sa kutem od  $0^\circ$  sa pokrivenošću od 95% do 5%
- Slika 40. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa R95
- Slika 41. Izgled rasterskog elementa R95 sa kutem od  $0^\circ$  sa pokrivenošću od 95% do 5%
- Slika 42. Trodimenzionalan i dvodimenzionalan prikaz rasterskog elementa R98
- Slika 43. Izgled rasterskog elementa R98 sa kutem od  $0^\circ$  sa pokrivenošću od 95% do 5%
- Slika 44. Novi rasterski oblici
- Slika 45. Test rastera R91 lin=10; kut= $0^\circ$
- Slika 46. Portret sa stohastičkim rasporedom piksela
- Slika 47. Slovo H
- Slika 48. Bartol original i rastrirano sa fontom Courier
- Slika 49. Detalj Bartol font Courier
- Slika 50. Original i detalj Auto Font Makisupa
- Slika 51. Auto rastrirano fontom Makisupa
- Slika 52. Dora font Verdana nina brojke

- Slika 53. Original i rastrirano oko font Verdana nina slova
- Slika 54. Detalj Oko font Verdana nina slova
- Slika 55. Bartol rastrirano sa fontom NNN
- Slika 56. Dora Font Portret
- Slika 57. Original i detalj Voće Font Piktogram
- Slika 58. Voće rastrirano fontom Piktogram
- Slika 59. Original Dora maska CMYK
- Slika 60. Rasterski elementi Dora CMYK
- Slika 61. Detalji rastriranja
- Slika 62. Rastriranje CMYK
- Slika 63. CMY separacija
- Slika 64. Maska rastriranje CMY
- Slika 65. Gradacija svjetline mikrotipografije
- Slika 66. Tipografija
- Slika 67. Sigurnosna grafika
- Slika 68. Linijski fontovi
- Slika 69. Spužva fontovi
- Slika 70. Pastela fontovi
- Slika 71. Vodena boja fontovi
- Slika 72. Zrnati fontovi
- Slika 73. Potez kistom fontovi
- Slika 74. Grafički elementi
- Slika 75. Slika i programska procedura slova J
- Slika 76. Slika i programska procedura slova H
- Slika 77. Digitalni rukopisni fontovi
- Slika 78. Eksperiment 1
- Slika 79. Eksperiment 2
- Slika 80. Eksperiment 3
- Slika 81. Eksperiment 4
- Slika 82. Eksperiment 5
- Slika 83. Eksperiment 6
- Slika 84. Eksperiment 7
- Slika 85. Program i tekst Barbara

Slika 86.	Program i tekst Tomislav
Slika 87.	Program i tekst Tomislav 1
Slika 88.	Tomislav
Slika 89.	Nikolina
Slika 90.	Nina
Slika 91.	N
Slika 92.	Nina1
Slika 93.	Tipografija pod dnevnim i UV svjetlom
Slika 94.	Zagreb 1
Slika 95.	Zagreb 2
Slika 96.	Zagreb 3
Slika 97.	Zagreb 4
Slika 98.	Tekst1
Slika 99.	Tekst2

Tablica 1.	Postavljeni uvjeti za dizajn EUR-a
Tablica 2.	Testovi parametara modula i sjemena pseudoslučajnih generatora
Tablica 3.	Bazne komande
Tablica 4.	Rasterski elementi
Tablica 5.	Generatori slučajnih brojeva
Tablica 6.	Sivi tonovi
Tablica 7.	Vrijednosti transformacije slikovnih elemenata
Tablica 8	Vrijednosti nagiba i izduženja piksela
Tablica 9.	Zacrnjenje fonta Courier
Tablica 10.	Pokrivenost fonta Makisupa
Tablica11.	Pokrivenost brojaka fonta Verdana nina
Tablica 12.	Pokrivenost fonta Verdana nina
Tablica 13.	Pokrivenost fonta NNN
Tablica 14.	Pokrivenost fonta Portret
Tablica 15.	Pokrivenost fonta Piktogrami
Tablica 16.	Font D

Tablica 17.	Font O
Tablica 18.	Font R
Tablica 19.	Font A
Grafikon 1.	Pokrivenost fonta Courier
Grafikon 2.	Pokrivenost fonta Makisupa
Grafikon 3.	Pokrivenost fonta Brojke Verdana nina
Grafikon 4.	Pokrivenost fonta Verdana nina
Grafikon 5.	Pokrivenost fonta NNN
Grafikon 6.	Pokrivenost fonta Portret
Grafikon 7.	Pokrivenost fonta Piktogram
Grafikon 8.	Font D
Grafikon 9.	Font O
Grafikon 10.	Font R
Grafikon 11.	Font A
Grafikon 12.	Ovisnost pada CMY vrijednosti o povećanju učešća karbon crne boje

### 13. ŽIVOTOPIS

Nikolina Stanić Loknar asistent na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, rođena 1978. godine u Zagrebu. Diplomirala je na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 2004. godine na temu „Tipografija tablica u vektorskim programima“ i magistrirala na istom fakultetu 2007. godine na temu „Digitalana izvedba fontova osobnog rukopisnog pisma“ sve pod mentorstvom prof. dr. sc. Vilka Žiljaka. Od 2004. g. radno iskustvo sticala je u grafičkom poduzeću „Trgo fortuna“ d.o.o. na poslovima tiskarskog sloga i radnih tokova u tiskarskoj proizvodnji. Posjećivala je brojne izložbe iz oblasti grafičke tehnologije i bila sudionik znanstveno stručnih seminara: „Blaž Baromić“, „Ambalaža“, „Tiskarstvo 05, 06, 07, 08,09“ (Senj, Zagreb, Stubičke toplice), „Design“ 2006,2008 i 2010 Cavtat, „CADAM“ 2006 i 2009 Brač, Supetar, Hvar, Starigrad. Usavršavala se u brojnim kompanijama, koje se bave izradom grafičkih strojeva, grafičkih materijala i proizvoda (Sava tech, Cinkarna Celje, KBA, Terra Lacke, Janecke+Schneemann, SOM Kymia).

Dobivši stipendiju od Centra za mobilnost in evropske programe izobraževanja in usposabljanja CMEPIUS za individualno poslijediplomsko i studijsko usavršavanje u trajanju od tri mjeseca u razdoblju od 1. 12. 2006. do 28. 02. 2007. boravila je na Sveučilištu u Ljubljani, Naravnoslovnotehniška fakulteta, Odelek za tekstilstvo, Katedra za informacijsko in grafično tehnologijo. Služi se engleskim i njemačkim jezikom. Od prosinca 2005. godine radi kao asistent na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na katedri Tiskarski slog i računala. Od 2005. objavljuje znanstvene i stručne radove. Kao asistent sudjeluje na projektu pri Ministarstvu znanosti obrazovanja i športa.

#### Objavljeni znanstveni i stručni radovi:

1. Autor: **Nikolina Stanić: Kvaliteta tiskovnih površina ofsetnih ploča ovisno o snimanju i razvijanju** // 7. znanstveno stručni simpozij hrvatskih grafičara Blaž Baromić 2003 // Zbornik radova/ Zdenka Bolanča (ur) / str: 321-326 / ISBN:953-96020-1-7 Grafički fakultet Zagreb
2. Autori: Klaudio Pap, Ivana Žiljak, Jana Žiljak-Vujić, **Nikolina Stanić: Stochastic angle layout in digital rastering with independent initiators of random number generators** // *CADAM 2006* / Obsieger, Boris (ur.).Rijeka: Zigo Rijeka, 2006. 71-72 (međunarodna recenzija, znanstveni rad) ISBN 935-7142-19-0.

3. Autori: **Nikolina Stanić**, Tajana Koren, Ivana Žiljak: **Designing Characteristic Croatian Alphabet Signs In Individual Forms** // *Cadam 2006* / Obsieger, Boris (ur.). Rijeka: Zigo Rijeka, 2006. (međunarodna recenzija, znanstveni rad) ISBN 935-7142-19-0.
  
4. Autori: **Nikolina Stanić**, Ivana Žiljak, Klaudio Pap: **Systematic approach to script letter individualization** // *Proceedings of the DESIGN 2006 9 th INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE* / Žiljak, Vilko (ur.). Zagreb, Glasgow: The Design Society, 2006. 1619-1628 (međunarodna recenzija, znanstveni rad) ISBN 953-6313-81-2.
  
5. Autori: Ivana Žiljak, **Nikolina Stanić**, Tajana Koren: **Analysis And Coordinating Of Digital Handwritten Form Thickness Values** // *Cadam 2006* / Obsieger, Boris (ur.). Rijeka: Zigo Rijeka, 2006. (međunarodna recenzija, znanstveni rad) ISBN 935-7142-19-0.
  
6. Autor: **Nikolina Stanić**: **UNICODE tipografija u tiskarstvu i webu** // Stubičke toplice // Tiskarstvo 06.
  
7. Autori: **Nikolina Stanić**, Maja Rudolf, Tajana Koren: **Microtext in security printing on documents and securities graphics** 19<sup>th</sup> International Conference on Systems Research, Informatics and Cybernetics, Baden Baden 2007. ISBN 978-953-7210-04-5
  
8. Autori: **Nikolina Stanić**, Klementina Možina: **Analiza digitalizacije rukopisnog pisma** // Stubičke toplice 2007. // Tiskarstvo 07. ISBN 978-953-7064-06-08
  
9. Autori: **Nikolina Stanić**, Klementina Možina: **Digitalizacija rokopisa** // Ljubljana 2007. // 3. simpozij o novosti v grafiki ISBN 978-961-6045-45-2
  
10. Autori: **Nikolina Stanić**: **Digitalna izvedba fontova osobnog rukopisnog pisma ( Digital performance of personal handwriting letter fonts )**, magistarski rad, Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2007
  
11. Autori: **Nikolina Stanić Loknar**, Tajana Koren, Maja Rudolf: **Nove klasifikacije digitalnih rukopisnih oblika** // Stubičke toplice 2008. // Tiskarstvo 08. ISBN 978-953-7064-08-2
  
12. Autori: Maja Turčić, Maja Rudolf, **Nikolina Stanić Loknar**: **Individualni slovni znakovi vektorske grafike u XML-u** // Stubičke toplice 2008. // Tiskarstvo 08. ISBN 978-953-7064-08-2
  
13. Autori: **Stanić Loknar, Nikolina**; Možina, Klementina; **Specifični elementi slovni znakova u kreiranju digitalnih rukopisnih oblika** // Tiskarstvo 08 / Žiljak, V (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti hrvatske, 2008. (predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni).

14. Autori: **Stanić Loknar, Nikolina**; Koren, Tajana; Rudolf Maja; **Nove klasifikacije digitalnih rukopisnih oblika** // Tiskarstvo 08 / Žiljak, Vilko (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, 2008. pp: 13 (predavanje,međunarodna recenzija,sažetak,znanstveni).
15. Autori: Koren, Tajana; Žiljak, Ivana; **Stanić, Nikolina**; Rudolf, Maja; **Sigurnosni element na novčanicama u 6 promjenljivih slika** // Tiskarstvo 08 / Vilko Žiljak (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, 2008. pp 46-46 (poster,domaća recenzija,sažetak,znanstveni).
16. Autori: Tajana Koren, **Nokolina Stanić**, Maja Rudolf: **Understanding random numbers through postscript** INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE - DESIGN 2008 Dubrovnik - Croatia, May 19 - 22, 2008. ISBN 978-953-96020-8-4
17. Autori: **Nokolina Stanić Loknar**, Ivana Žiljak, Maja Rudolf, Tajana Koren: **Security paper thickness as an element of protection against counterfeiting** INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE - DESIGN 2008, Dubrovnik - Croatia, 2008. ISBN 978-953-96020-8-4
18. **Autori: Lidija Mandić, Igor Majnarić, Darko Agić, Klaudio Pap, Nikolina Stanić: The quality of digital print** INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE DESIGN 2008 Dubrovnik - Croatia, May 19 - 22, 2008. ISBN 978-953-96020-8-4
19. Autori: Rudolf, Maja; **Stanić Loknar, Nikolina**; Turčić, Maja; Koren, Tajana; **RASTER ELEMENTS IN SECURITIES TYPOGRAPHY** // Proceedings of the Design 2008 Workshop Design of Graphic Media / Žiljak, Vilko (ur.). Zagreb : University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, 2008. pp 1475-1479 (predavanje,međunarodna recenzija,objavljeni rad,znanstveni).
20. Autori: Agić, Darko; Mandić, Lidija; Strgar Kurečić, Maja; **Stanić, Nikolina: THE IMPLEMENTATION OF ACROMATIC PRINCIPLES IN REPRODUCTION AND BLACK PRINTER CHANGES**, Trnava, Slovačka, 22-25. 10. 2008. Annals of DAAAM for 2008&Proceedings of the 19th International DAAAM Symposium / Katalinić, Branko (ur.). - Beč : DAAAM International Vienna , 2008. 0005-0006 ISBN: 978-3-901509-68-1
21. Autori: Tajana Koren, **Nokolina Stanić Loknar**, Maja Rudolf: **Prikazivanje specifičnih hrvatskih znakova u PostScriptu** // Stubičke toplice 2009. // Tiskarstvo 09.
22. Autori: Maja Rudolf, Tajana Koren, **Nokolina Stanić Loknar**, Jana Žiljak-Vujić: **Rastriranje vektorskih elemenata u tipografiji sigurnosnog tiska** // Stubičke toplice 2009. // Tiskarstvo 09.
23. **Autori: Nikolina Stanić Loknar**, Tajana Koren, Maja Rudolf: **Problematika klasifikacije digitalnih rukopisnih fontova nastalih upotrebom elektroničkih alata**// Stubičke toplice 2009. // Tiskarstvo 09.

24. Autori: **Stanić Loknar, Nikolina**; Pap, Klaudio; Posavec, Dijana; Koren, Tajana: **Mutational Typography in Security Printing**// Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Godišnjak 2009
25. Autori: Žiljak-Vujić, Jana; **Stanić Loknar, Nikolina**; Žiljak, Ivana; Rudolf, Maja; Koren, Tajana; **New mutation screen element „ Soft rhomb“** // International Journal Advanced Engineering / Obsieger B (ur.). Rijeka : Revelin d.o.o., 2009. 255-263 (predavanje, međunarodna recenzija, objavljeni rad, znanstveni).
26. Autori: Koren, Tajana; **Stanić, Nikolina**; **Steganografija u tiskarskim tehnologijama sa Pantone bojama** // Digitalni sustavi u tiskarstvu -Tiskarstvo 2010 / prof.dr.sc. Vilko Žiljak (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, 2010. pp:36-36 (predavanje, domaća recenzija, sažetak, znanstveni).
27. Autori: Rudolf Maja, **Stanić Loknar Nikolina**, Turčić Maja: „**PIXEL MANIPULATION IN SECURITY GRAPHICS**“ 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1947-1952, Volume 4, ed.Žiljak V.,Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.
28. Autori: **Stanić Loknar, Nikolina**; Koren, Tajana; Žiljak Stanimirović, Ivana: **Programski moduli deformacije slovnih znakova** //Digitalni sustavi u tiskarstvu -Tiskarstvo 2010 / prof.dr.sc. Vilko Žiljak (ur.). Zagreb : Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, 2010. pp:51 (predavanje, domaća recenzija, sažetak, znanstveni).
29. Autori: Ivančić, Snježana; Grabar, Ivana; **Stanić Loknar, Nikolina**: **New elements in securities design**, 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1917-1922, Volume 4, ed.Žiljak V.,Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.