

# Modeliranje linijske grafike na individualiziranom tipografskom rezu u svrhu zaštite vrijednosnica

---

Hudika, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2015

*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:216:573669>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-12**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**GRAFIČKI FAKULTET**

**TOMISLAV HUDIKA**

**MODELIRANJE LINIJSKE GRAFIKE NA  
INDIVIDUALIZIRANOM TIPOGRAFSKOM REZU  
U SVRHU ZAŠTITE VRIJEDNOSNICA**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2015



Sveučilište u Zagrebu  
Grafčki fakultet

**TOMISLAV HUDIKA**

**MODELIRANJE LINIJSKE GRAFIKE NA  
INDIVIDUALIZIRANOM TIPOGRAFSKOM REZU  
U SVRHU ZAŠTITE VRIJEDNOSNICA**

**DIPLOMSKI RAD**

Mentor:  
Izv. prof. dr. sc. Ivana Žiljak Stanimirović

Student:  
Tomislav Hudika

Zagreb, 2015

*Zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Ivani Žiljak Stanimirović kao i dr. sc. Nikolini Stanić Loknar na povjerenju, stručnim savjetima, iznimnoj pomoći te mentorstvu.*

*Zahvaljujem i svojim roditeljima, Damiru i Zrinki, koji su mi svojim odricanjem, radom i trdom bili bezuvjetna podrška u svemu te pružili mogućnost obrazovanja, i sve što mi je potrebno na tom putu.*



## Sažetak

Otkako su plemeniti metali zamijenjeni papirnim apoenima koji su predstavljali iste iznose, ljudi se trude i pokušavaju iste krivotvoriti, dok drugi dio radi na tome da se isti postupak onemogući. Kako bi se postupak krivotvorenja onemogućio, kroz povijest su razvijene mnoge vrste zaštita koje danas grubom podjelom dijelimo na linijsku i rastersku zaštitu. Isti ti elementi ne služe samo zaštiti informacija ili vrijednosnica na njima, već se koriste efikasno kao elementi dizajna.

Kako u ovo računalno doba krivotvoritelji postaju sve bolji i bolji, primjenom i razvojem novih metoda pokušava se stvoriti veća razina zaštite koja služi očuvanju i stabilizaciji, ne samo ekonomija, već i sprečavanju zlouporabe.

U ovom radu objasnit će se postupak modeliranja programskog rješenja pomoću linijske grafike te izrada i dizajn tipografije, koje se potom provlače kroz modelirani uzorak. Izrađeno će biti nekoliko vrsta uzorka linija-sinusoidne, ravne i fraktalne kao i uzorci rozeta. Tipografija će biti testirana kako bi se uvidjelo do koje mjere može podnijeti primjenu modeliranog uzorka da bi se zadržali zakoni tipografije u smislu čitljivosti i realizacije. Isti će biti primjenjeni na tipografiji te testirani u svrhu bolje čitljivosti, zaštite, kao i u svrhu dizajna.

***Ključne riječi:*** tipografija, linijska grafika, vrijednosnice, PostScript

## **Abstract**

Since the noble metals were substituted by paper banknotes which had the similar value, some try to counterfeit it while others try to protect it. To enable the process of counterfeiting, throughout history there has been a development of protections that are still in use today. We can divide them into two groups, vector graphics and pixel graphic. Those same elements don't just protect the informations or banknotes but are in use as elements of design.

As this is the computer era, counterfeiters are getting better but with applications and development of new methods, chances of successful counterfeiting is getting lower. That helps in a fight to keep economy stable and to prevent the use of fake banknotes. This thesis will explain the procedure of modelling a system solution with vector graphics and design of typography which is going to be used. There will be three types of vector graphic made, sine-wave, straight lines, fractal and rose pattern graphics. Typography will be tested to see which amount of vector graphic can induce to maintain form and protection from counterfeit, readability and design.

***Key words:*** *typography, vector graphic, banknotes, PostScript*

# SADRŽAJ

1.Uvod .....	1
2.Zaštita vrijednosnica .....	3
3.Rasterska zaštitna grafika .....	5
4. Linijska zaštitna grafika .....	6
5. Ornamenti zaštitne linijske grafike .....	9
6. Zaštitni tisak .....	12
7. Tipografija .....	15
7.1. Značajke upotrebljivosti pisma .....	16
7.2. Dijelovi slovnog znaka .....	18
7.3. Zaštitna tipografija .....	19
8.Eksperimentalni rad .....	22
8.1.Cilj i hipoteze istraživanja.....	22
8.2.Metodologija i plan istraživanja .....	23
8.3.Individualizirani tipografski rez .....	24
8.4. Linijska grafika – rozete .....	29
8.4.1. Linijska grafika – sinusoide .....	36
8.5. Predefinirana greška unutar uzorka .....	38
8.6. Linijska grafika – ravne linije .....	46
8.7. Linijska grafika – fraktalni uzorak .....	53
9. Zaključak .....	72
6.Literatura .....	73

# 1. Uvod

Zaštita vrijednosnica je pojam koji se veže najčešće uz vrijednosne papire tj. novčanice. Zaštita je veoma širok pojam koji se proteže kroz nekoliko struka kao i smjerova unutar istih. Dolaskom novih tehnologija, modernizacijom kao i globalizacijom, granice su praktički izbrisane te je sama zaštita novčanica kao vrijednih papira neke države postala zasebna linija otpora protiv kriminala.

Ono što sa sigurnošću možemo tvrditi je da otkako imamo „originalne“ imamo i krivotvorenje, no ne samo novca nego i drugih platežnih sredstava kao i stvari koje predstavljaju statusne simbole. Tako npr. sredinom 19.stoljeća imamo i prve krivotvorene satove, a modernizacijom željeznica i pojavom „zlatne groznice“ imamo i krivotvorine obveznica koje su predstavljale današnje zadužnice ili fizički dionice. [1]

Dolaskom ekonomske krize tržište je preplavljeno krivotvorinama koje su svake godine u naglom porastu pa tako nalazimo podatak da je od srpnja do prosinca 2014. u opticaju 142 komada krivotvorenih novčanica kuna, što je pad od 11,3% u odnosu na isto razdoblje u 2013. Strane valute su pak u velikom porastu te je za isti period u 2014. iz prometa izdvojeno čak 889 komada krivotvorenih novčanica u kojem je najveći udio 67.5% Eura i 15.7% USD (Američkog dolara). [2]

HNB i druge središnje banke u svijetu dijele brošure i educiraju ljude kako da prepoznaju krivotvorinu ili da pak uklone sumnju sa novčanica. HNB trenutno ima akciju pod geslom „Osjeti-pogledaj-titraj-provjeri“ u obliku kratke brošure o zaštitama na kuni. [2]

Sama zaštita novčanica je multidisciplinarni posao koji obuhvaća velik spektar struka, kreće dizajnom te završava distribucijom i edukacijom njenih (valutnih) potrošača.

Zadatak dizajnera je da novčanicu napravi vizualno skladnom, te da svojim dizajnom predvidi moguće slabosti. Dolaskom novih tehnologija i načina izrade, dizajneri imaju i veće mogućnosti inkorporacije svog vizuala u finalno rješenje. Na grafičkim tehnologijama kao i inženjerima raznih struka je da osmisle ili unaprijede metode kojima bi svako krivotvorenje dodatno otežali.

Sama tipografija novčanica je jedan od stadija izrade zaštita. Font slova se za svaku valutu izrađuje zasebno te najčešće ne postoji mogućnost skidanja istog sa interneta. Font sam po sebi teško može biti zaštita te se s njime radi i zaštitna grafika, bila linijska ili rasterska, koja u simbiozi stvara još jednu zaštitnu osobinu. U ovom radu će se na teorijskom i praktičnom dijelu istražiti mogućnosti i problematika modeliranja računalne grafike i prilagođavanju iste za individualizirani pismovni tj. tipografski rez. Dobivenim rezultatima će se postaviti i prijedlozi kako oblikovati tipografiju, kao i linijsku grafiku, da bi se dobio optimum čitljivosti, raspoznavanja, zaštite, dizajna i funkcionalnosti.

Za ovaj rad izrađuje se tipografski rez kao i računalna linijska grafika koja testira mogućnosti simbioze ova dva pojma.

## 2. Zaštita vrijednosnica

Zaštita vrijednosnica počinje dizajnom tj. dobrim planiranjem dizajna. Početna točka je natječaj. Natječaj za dizajn novčanica je najčešće pozivni te ima zahtjeve koje državna ili centralna banka postavlja. Stvaranjem Republike Hrvatske došla je i potreba za državnim valutom te je na dan državnosti 30. svibnja 1994. u opticaj puštena i nova valuta-Kuna. Kovanice je dizajnirao Kuzma Kovačić, a papirne novčanice Miroslav Šutej i dr. Vilko Žiljak. [3]

Daljnji procesi izrade novčanice su planiranje dizajna, dizajn, realizacija, distribucija kao i edukacija ljudi. Svaki korak unutar izrade je veoma tehnički zahtjevan i drži se u tajnosti.

Kada govorimo o zaštiti novčanice, govorimo i o samoj tiskovnoj podlozi. Najčešća zabluda je da je novac tiskan na „običnom“ papiru, što je djelomično točno s obzirom da je podloga sastavljena od nekoliko vrsta različitih materijala, pa se tako radi same mehaničke zaštite protiv presavijanja, kidanja ili trganja u sastav „papira“ tj. arak dodaju pamuk ili lan, što ga čini mješovitom tiskovnom podlogom. Hrvatska kuna je napravljena od 100% pamučnih vlakana dok neke valute koriste i polimerne tiskovne podloge u kojima mogu imati i veći stupanj zaštite. Polimer je u biti biaksialni orijentirani polipropilen ili BOPP. [4],[5]

Unutar tiskovne podloge, usred proizvodnog procesa, ugrađuju se i druge zaštitne osobine kao fluorescentne niti, metalna (kovinska) nit, vodni žig, perforacije i sl.

Vodeni žig je najstarija metoda zaštite i danas ju možemo vidjeti na novčanicama, diplomama, kao i umjetničkim papirima gdje žig predstavlja grb manufakture koje je proizvela isti. Najstariji sačuvani vodeni žig datira iz 1785. koji prikazuje grb manufakture iz Wuttenburga (Njemačka). 1848. Englez, William H. Smith je unaprijedio metodu vodenog žiga reljefnim tiskom i time stvorio uvjete za višetonski vodeni žig koji danas koristimo. [6]

Flourescentne niti su sitni končići ili dlakice koje imaju odaziv na UV svjetlo te su na neki način najčešće stohastički raspoređeni unutar papira. Metalna kovinska nit je trakica koje je prošivena kroz tiskovnu podlogu te je vidljiva dijelom na licu i dijelom na naličju novčanice. Izrazito ju je teško kopirati jer je napravljena od metala u kojem najčešće nešto piše ili je implementirana slika, a kopije se najčešće rade kućnim skenerom i printerom koji ne može imitirati zaštitu. [7]

Pismovni tipografski rez ili font je još jedan oblik zaštite. Iako font kao zaštita teško može zasebno funkcionirati prilikom izrade npr. novca, izrađuje se poseban font koji svojim oblikom služi kao funkcionalni, čitljivi i ukrasni element te najčešće ne postoji mogućnost njegova preuzimanja na internetu. Gotovo svaka valuta ima individualizirani pismovni rez ukrašen i zaštićen linijskom grafikom da bi dodatno otežao krivotvorenje ili manipulaciju. Na novčanici najčešće postoji nekoliko pismovnih rezova iz razloga što svi rezovi ne mogu jednako dobro funkcionirati na različitim veličinama, kao i postojati u simbiozi sa linijskom grafikom pa tako imamo naslovni font za brojke apoeni vrijednosti, rez za tekući tekst koji ima primjenu potpisa slike te eventualno jedan koji koristimo za mikrotekst. [8]

### 3. Rasterska zaštitna grafika

Zaštita vrijednosnica pomoću zaštite grafike je novija disciplina nastala otkrićem ili izumom rastera pomoću kojeg danas funkcionira plošni tisak, točnije offestni tisak. Na samim počecima korištenja rastera kao zaštite najčešće su se upotrebljavali jednostavni oblici kao točke, krugovi, trokuti, no pojavom matematičkih softvera omogućena je brža, točnija i lakša matematička definicija rasterske ćelije pa tako danas možemo naći velik broj individualiziran rasterskih oblika. Rasterska grafika za razliku od linijske predstavlja veći stupanj zaštite zbog same kompleksnosti izrade istog. Da bismo dobili individualizirani raster potrebno je napraviti matematičku funkciju te potom prilagodbu oblika, kuta, linijature za svaku pojedinu CYMK separaciju. Dobivena funkcija se potom provlači kroz PostScript koji ima predefinirane postavke za CTP uređaj, a samu sliku koju rastriramo je prethodno potrebno obraditi u Adobe Photoshopu ili sličnom softveru za obradu slika.

Sam tisak se najčešće izvodi sa spotnim bojama koje predstavljaju još jedan oblik zaštite. Spotne boje se koriste kao i niske linijature da bi se dobio pravilni oštri oblik rasterskog elementa, a ukoliko se te boje zamjene za procesne gubi se pravilni raster te slika postaje mutna što olakšava kasniju analizu krivotvorine.



## 4. Linijska zaštitna grafika

Zaštitna linijska grafika je jedna od najstarijih metoda zaštite obveznica, vrijednosnica kao i dokumenata koja je svoju prvu upotrebu dobila u vrijeme starog Bliskog istoka, a u Europi je poznata u klasicističkoj Grčkoj te je poznatija bila pod terminom *Guilloche* ili giljoše.

Ime *Guilloche* je dobila oko 1770. kada je Francuz, Guillot napravio prvi stroj za graviranje sličnih uzoraka. Ti isti uzorci napravljeni pomoću njegovog stroja su krasili mnoge skupocjene umjetnine i time im davali na vrijednosti. Grafičari su ubrzo shvatili primjenu prvo kao dekoraciju, a potom i kao zaštitu jer zbog kompleksnosti linija i manjka današnje tehnologije krivulje je bilo nemoguće ponoviti.

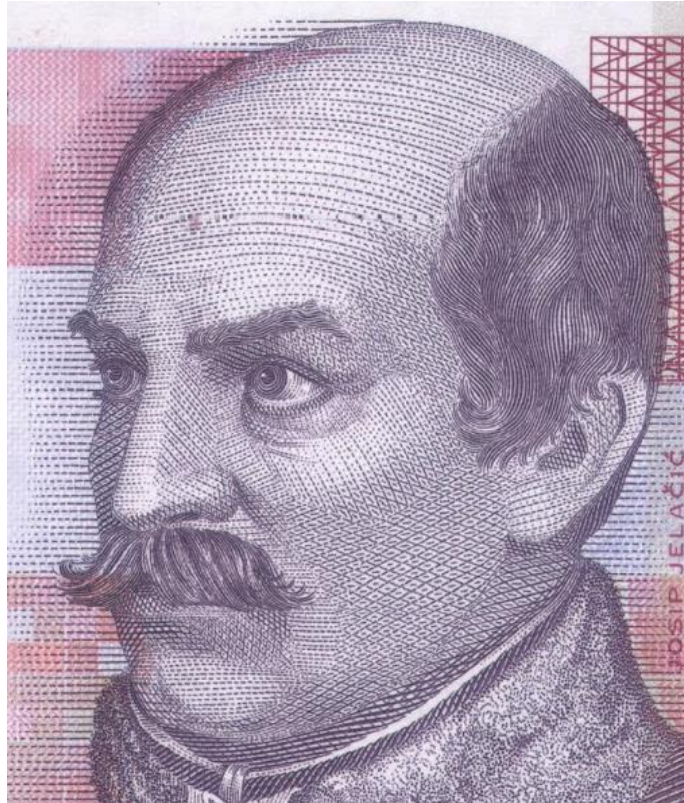
*Guilloche* se i danas zadržao kao veoma efikasan grafički zaštitni linijski ornament koji objedinjuje i vizualne kao i zaštitne potrebe. U smislu zaštite novčanica, predefiniranjem određenih parametara kao duljina, kut, razmak, broj, debljina i sl. stvaraju se kompleksni elementi zaštite koju je zbog tih parametara koji su najčešće tajni i nemoguće uspješno kopirati, a samom provjerom tih linija vidi se da li se radi o originalu ili ne, što je samim time i prednost linija nad piksel grafikom.

Često ga se naziva i spirograf, koji u matematici predstavlja isprepletene kružnice i elipse. [9]

Rozeta ili spirograf je ukrasni element koji podsjeća na cvijet te se koristi kao ukras od doba romanike. Računalno, rozetu možemo dobiti na više načina kao crtajući u nekom vektorskom programu tipa *Adobe Illustrator* ili pomoću računalnog jezika *PostScript* u samo nekoliko redova programa.

Rozete mogu biti u mnoštvo oblika, petlji i boji ili nekih osnovnih oblika.

Linijska grafika se koristi i u svrhu izrade raznih motiva na novčanicama, najčešće portreta pa je tako na sl.1 prikazan portret bana Josipa Jelačića koji je izveden istom metodom.



**Slika 1. Portret bana Jelačića linijskom grafikom**

**Izvor:** <http://www.kunalipa.com/katalog/slike/novcanice/kuna-20-2a.jpg>

Prije pojave graverskih i tokarskih strojeva, sve linijske gravure kao portreti su se radili ručno u mjerilu 1:1 te su zbog svoje izrade ne samo zaštita, već i svojevrsno remek djelo. Unutar tih linija, umjetnici bi često po nalogu naručitelja ubacivali i predefimirane greške koje bi dodatno zakomplicirale mogućnost pokušaja krivotvorenja novčanice. Portreti se i danas crtaju ručno te se potom digitaliziraju i pomoću softverske podrške obrađuju da bi se parametri mogli prilagoditi budućoj manipulaciji te implementirati zaštite.

Računalna linijska grafika može se proizvesti na mnogo načina, no u ovom radu koristi se računalni programski jezik *Postscript* kao i programska podrška programa *Adobe Illustrator* te *Adobe Distiller* kako bi se izrađena grafika mogla pretvoriti u format PDF radi lakše manipulacije. Računalni jezik *Postscript* funkcionira na način da raznim naredbama u obliku računalnih kodova koje imaju temelj u matematici iscrtavaju kompleksne oblike u sustavu Bazierovih krivulja u samo nekoliko redova unutar samog algoritma. *Adobe Illustrator* radi na način ručnog crtanja krivulja kao i jednostavnih oblika ili prilagođavanja oblika prethodno nacrtanih pomoću *Postscripta* sl.2. [10]

```

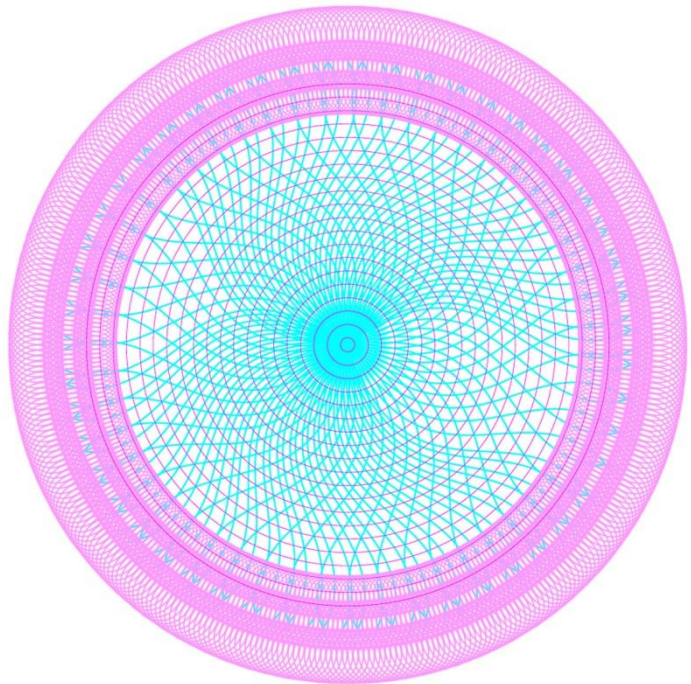
200 200 translate
/a 0 def
/b 1 def
/c 7 def

10
{ 72 {
/a a 0.005 add def
/b b 0.005 sub def
0 0 moveto 50 40 60 -20 100 0 curveto
b a 1 setrgbcolor 0.5 setlinewidth
stroke
7 rotate} repeat
-1 1 scale } repeat stroke

gsave
3
{0.9 0.9 scale
360 { 100 60 10 0 360 arc
1 0.6 1 setrgbcolor stroke 1 rotate}
repeat} repeat
grestore

0.3 0.3 scale
20
{/c c 15 sub def
0 0 c 0 360 arc
1 b a setrgbcolor
stroke
/a a 0.35 add def
/b b 0.25 sub def} repeat

```



**Slika 2. Kod i dobiveni prikaz linijske grafike pomoću PostScript programskog jezika**

## 5. Ornamenti zaštitne linijske grafike

Više od 60% od 88.7 zaplijenjenih krivotvorenih milijuna dolara prošle godine izrađeno je na ink-jet ili laser-jet kućnom printeru dok je za samu grafičku pripremu korišten kućni skener. [11]

Da bi se otežala mogućnost ili smanjio uspjeh takvih pothvata na novčanice se stavljaju anti-kopirajući dijelovi zaštitne grafike u obliku ornamenta izrađenih od linijske grafike. Ti ornamenti sastavljeni su od linija koje tvore oblike u nekom obrascu. Svaka linija ili oblik ima drugačiji kut, obrazac ponavljanja, zapunjenja ili predefiniranu pogrešku zbog koje je skener ne može kvalitetno očitati. Kako skener radi pod određenim kutem, zbog razlika u frekvenciji, debljini ili obliku, skener ne može očitati sliku na način da svaki dio očita jednako kvalitetno. Isto tako zbog tehnika tiska kojom se te linije tiskaju one nemaju grafički raster koji skener prilikom čitanje slike stvara.

Ornamenti, vinjete ili linijski oblici su danas neizostavna zaštita većine vrijednosnica poput novca ili dokumenata.

Ti isti oblici se koriste i kao neizostavni dijelovi dizajna. Pomoću njih tvore se oblici, detalji ili rastriraju slike od nacionalnog značaja za neku zemlju koje se potom koriste na samoj valuti.

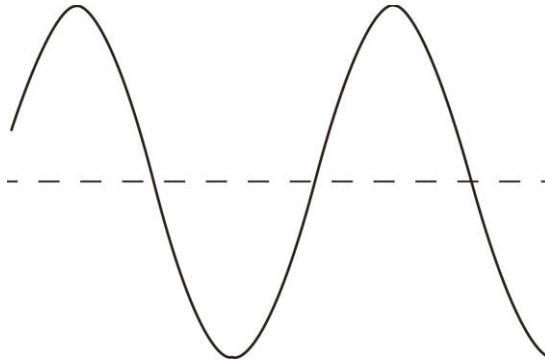
Predefinira greška je još jedan način zaštite. Prilikom izrade nekog ornamenta ili grafike, unutar uzorka se ubacuje planirana „greška“ tj. razlika, koja je česta i veoma snažna zaštitna mjera protiv krivotvorenja, ali i falsificiranja vrijednosnica i dokumenata.

Najčešće su to veoma male, okom nevidljive razlike u debljini linije na nekom dijelu, promjenom udaljenosti ili ubacivanjem nekog vizualnog koda koji je jedino poznat proizvođaču, a nemoguće ga je bez znanja gdje je i kako izgleda otkriti. To služi za kasniju forenzičku analizu.

Sinusoida kao izraz, oblik i funkcija se često spominje u matematici, fizici, obradi signala, elektronici itd. te opisuje val odnosno amplitudu u nekoj jedinici vremena,

najčešće radijana po sekundi. U grafičkom smislu, to je krivulja, koja podsjeća na val, a sastoji se od uzlaznog i silaznog dijela koji se proteže duž nekog imaginarnog pravca.

Na slici 3 vidimo najčešći primjer sinusoide.

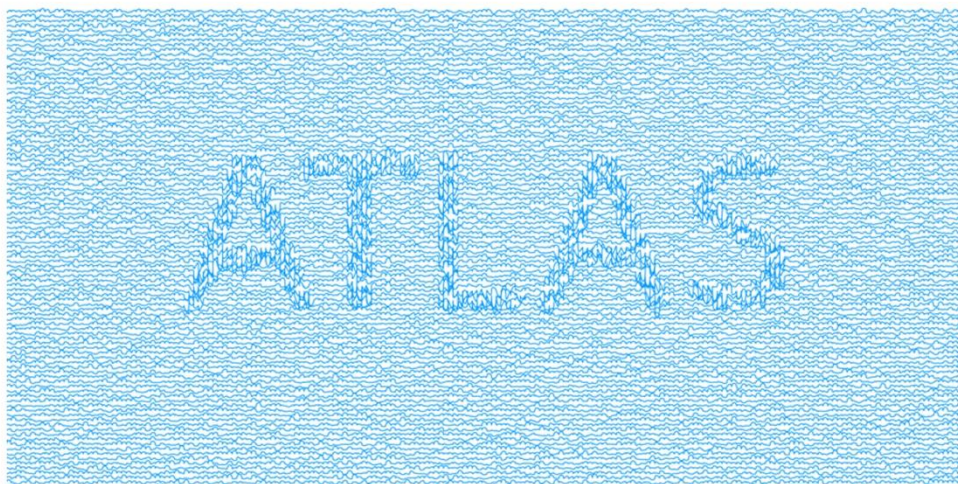


**Slika 3. Primjer sinusoide**

Fraktalna linijska grafika je grafika koja se veoma često pojavljuje na vrijednosnicama posebno na onim mjestima gdje se od korisnika zahtjeva potpis ili gdje se naknadnim dotiskom ili printom vrši primjena datuma ili nekog drugog podatka.

Fraktalni uzorak je veoma efikasna zaštita jer svaki dotisak na nju krije njenu pravu formu u cijelosti i tako onemogućuje krivotvorenje, brisanje, naknadno dodavanje ili manipulaciju podataka koji su aplicirani.

Takva grafika može sadržavati u sebi i tekst koji je nemoguće kopirati ukoliko se ne poznaje *PostScript* kod kojom se ta grafika radila. Na slici 4 vidi se primjena riječi ATLAS unutar fraktalnog ornamenta pomoću *PostScripta*.



**Slika 4. Primjena riječi ATLAS unutar fraktalne linijske grafike**



## 6. Zaštitni tisak

Zaštitni tisak je pojam koji se često upotrebljava na dva načina, prvi, vezan uz zaštitne komponente kojima se želi onemogućiti kopiranje nekog dokumenta i drugi način koji ljudi često krivo koriste, a to je tisak ili bolje rečeno „*trademark*“ zaštite koje služe da bi se zaštitila originalnost od krađe ideje ili falsificiranja neke robe.

Zaštitni tisak je vezan uz prvi pojam tj. to je grana tiskarske djelatnosti koja je multidisciplinarna i, kako je već spomenuto, kreće planiranjem i dizajnom, dok sami tisak koristi široku lepezu tehnika tiska da bi se postigla veća zaštita.

Naime, zbog sigurnosti valute nije poznato koje tehnike tiska se koriste za pojedinu valutu. Za sam tisak linijske grafike upotrebljava se zaštitni četverbojni offset, iris te intaglio tisak.

Offsetom se na novčanicama tiskaju motivi koji mogu podnijeti raster i nemaju specifičnu ulogu zaštite same novčanice zasebno ili koegzistiraju sa drugim elementima zaštite kao pozadinske boje, tonovi ili dijelovi linijske grafike. Ovom tehnikom tiska se definira i danji tijekom otiskivanja jer se njome definira paser arka.

Boje koje se koriste za tisak offseta na zaštićenim dokumentima su spotne boje. Kako je prethodno bilo spomenuto u radu, offsetom se tiska i bilo koji oblik rasterske zaštite.

Iris tisak je zahtjevnija tehnika tiska u kojoj se višebojnim tiskom tiskaju boja do boje. Iris tisak je veoma kompliciran za kopiranje te se najčešće na falsifikatima očituje kao prijelaz tonova pomoću rastera.

Naime, iris funkcionira na način da se u jednom prolazu arka kroz stroj otiskuju 2 ili više boja istovremeno, jer su boje u bojaniku odvojene te kao takve i dolaze na valjke koji potom tiskaju boju do boje. Tehnika se još naziva i tehnika Orlova po I. I. Orlovu koji ju je i izmislio 1890. [12]

Intaglio tisak je najskuplja tehnika tiska koja se primjenjuje na novčanicama te joj je rijetkost svojevrsna zaštita. To je tehnika reljefnog tiska gdje je motiv graviran u ploču

te visokim pritiskom ploče o tiskovnu površinu vrši se transfer boje, ali i reljefa pa ga tako možemo i osjetiti pod prstima. Kako su strojevi za tu tehniku tiska izrazito rijetki i ne mogu se naći u slobodnoj prodaji, tehnika je zaštita sama po sebi.

Na novčanicama kao i drugim vrijednosnim papirima možemo naći i vodeni žig ili *watermark*. Vodeni žig je kao zaštita svoju primjenu prvo dobio kod proizvođača papira koji su tako označavali pripadnost pojedinog papira proizvođaču, kao i označavali kojoj sorti papira isti pripada te su time znali i njegovu namjenu (tiskovni papir-kunstdruck, umjetnički papir-za olovku, ugljen...).

Perforacija same vrijednosnice je također zaštitni dio koji se najbolje vidi ako se vrijednosnica podigne prema svjetlu. Sama po sebi kao i intaglio te oznaka za slijepe služi za taktilno prepoznavanje pojedine novčanice ili vrijednosnice sl.5.



**Slika 5. a) Intaglio tisak b) oznaka za slijepe c) perforacija na 100 CHF**

**Izvor:** [http://www.snb.ch/en/iabout/cash/current/id/cash\\_security](http://www.snb.ch/en/iabout/cash/current/id/cash_security)



Postoje i zaštite koje se rade isključivo zaštitnim bojama tipa UV, OVI i sl. OVI ili optičko varijabilne boje (*optically variable ink*), negdje i *Chameleon number*, su boje koje daju drugačiji odaziv na promjenu kuta gledišta. UV ili ultraljubičaste boje su boje koje imaju odaziv u UV spektru, a inače su okom nevidljive sl.6. [13]



**Slika 6. a) Razlika OVI boja, b) odaziv UV boje na 100 CHF**

**Izvor:** [http://www.snb.ch/en/i/about/cash/current/id/cash\\_security](http://www.snb.ch/en/i/about/cash/current/id/cash_security)

## 7. Tipografija

Razvojem civilizacije našla se i potreba za bilježenjem gdje crtež nije moga dovoljno brzo, opširno ili točno zabilježiti ili objasniti misao. Tako su prva pisma i bili nizovi sličica ili pikograma koji su daljnjim razvojem bili sve čišći da bi na kraju dobili današnje vrste pisma kao latinicu, ćirilicu kao i slikovna azijska pisma. Kako se i pismo razvijalo javila se potreba za unificiranjem oblika, veličina kao i slovnih znakova te 1737. godine Pierre Simon Fournier uvodi mjerni tipografski sustav u kojem je glavna tipograska mjera –točka (pt). [14]

Tipografsku točku potom preračunava potomak slavne obitelji Didot, Ambroise Didot gdje 12 točaka (pt) daju jedan cicero, a Hermann Berthold, Njemački tipograf i izdavač sveo je Didotov sustav na metričku mjeru i definirao ga (  $1 \text{ pt} = 0,376056 \text{ mm}$ ,  $12 \text{ pt} = 1 \text{ cicero} = 4,513 \text{ mm}$ ).

## 7.1. Značajke upotrebljivosti pisma

Tipografija se razvila kao zasebna grana grafičke djelatnosti i predstavlja neizostavan dio bilo kojeg dijela dizajna ili grafičke industrije. Kao takva, ona uz estetsku komponentu predstavlja i bitnu praktičnu i upotrebljivu komponentu koja će čitateljima omogućiti bolje raspoznavanje slovnih znakova. Da bi se to postiglo, paralelno uz razvoj tipografije razvila su se i neka načela, vodilje i zakonitosti prilikom izrade same tipografije. Optimalna čitljivost je da su sa udaljenosti od 30 cm slova veličine od 10-12 točaka pa se tako na dokumentima, novcu i sličnom koriste veoma čitljiva slova za tekući tekst, dok slova koja označavaju samu nominalu ovise o tradiciji valute, dizajnu, no također se prilagođavaju kako bi se postigla veća čitljivost, sl.7.



Slika 7. Dizajn broja na Američkom dolaru kroz povijest do danas

Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/United\\_States\\_dollar](https://en.wikipedia.org/wiki/United_States_dollar)

Slova koja su debljeg reza tipa „bold“ u tekstu najčešće označavaju bitnu informaciju, no ako je moguće valja izbjegavati ista, jer u bloku teksta zaustavljaju pogled te se u tu

svrhu najčešće koriste ukošena slova tipa kurzivi. Kako je tehnologija napredovala i računala su zamijenila pisaće mašine, tako je napredovao i prijelom stranica teksta, postalo je lakše oblikovati stupce, veličine slova, istaknuti dijelove itd.

Naslovne tipografije su najčešće zvane i nečitljiva pisma jer imaju pogrešne odnose veličina tj. širine i visine, prevelik ili premalen broj slovnih znakova u redu, razne ukrasne elemente, šrafure, sjene, pogrešne kontraste itd. Tipografija tekućeg teksta ili čitljiva pisma su ona koja u retku sadrže 52 slova znaka sa razmacima gdje je omjer visine na udaljenost 1:100, a verzal zauzima 70% visine, dok kurent zauzima 50% visine četverca. [8]

## 7.2. Dijelovi slovnog znaka

Osnovna pismovna linija ili *baseline* je fiksna imaginarna linija na kojoj leže svi znakovi nekog pisma.

Uzlazni potez ili *ascender* je dio na kurentnim slovima k,h,d... koji se diže iznad gornje linije koje definiraju slova a,m,c...

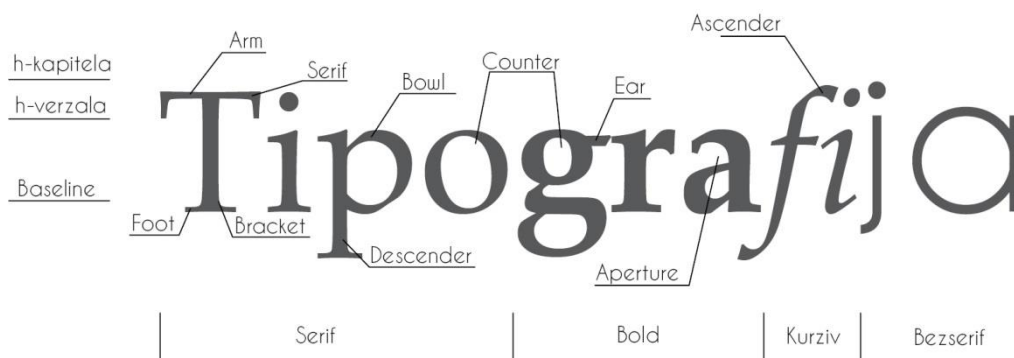
Silazni potez ili *descender* je dio koji silazi ispod osnovne pismovne linije kao u slovima j,y,p...

Serif je maleni ukrasni potez nastao u vrijeme starog Rima i Grčke te je omogućio lakše klesanje znakova u kamen. Serifom dijelimo tipografije na serifne i bez serifne.

Vrh slova ili *cap height* je visina verzalnog znaka kod A,B,C.. mjerena od osnovne pismovne linije.

Razmak između znakova ili *tracking* je bjelina između dva slova znaka koju je odredio dizajner same tipografije.

Razmak između redovima ili *leading* je razmak između dvaju osnovnih pismovnih linija unutar 2 retka. Slikovni prikaz je vidljiv na slici 8. [15]



Slika 8. Slikovni prikaz dijelova tipografije

### 7.3. Zaštitna tipografija

Zaštitna tipografija je posebno izrađen font slovnih znakova u svrhu zaštite ili personalizacije nekog proizvoda. To se odnosi najčešće na novčane valute ili vrijednosne papire, dokumentaciju ili dokumente. Taj pojam se često mijenja sa zaštićenom tipografijom koja predstavlja font slova koji je zakonom zaštićen i koristi se kao dio vizualnog identiteta neke kompanije.

Sama denominacija novčanice je jedan od najvažnijih dijelova dizajna. Ne samo da služi raspoznavanju apoeni, već služi kao i zaštita same valute. Tipografija koja se koristi za novčanice izrađuje se posebno poštujući zakone dizajna, kao i imajući na umu kasnije kombiniranje te iste tipografije sa ostatkom dizajna novčanice. Prilikom izrade tipografije dizajner mora predvidjeti i upotrebu same tipografije kao zaštite te eventualnu implementaciju linijske grafike unutar samog slovnog znaka kao što je kod Hrvatske kune sl.9.



**Slika 9. Zaštitna linijska grafika unutar brojeva na Hrvatskoj kuni**

**Izvor:** <http://www.kunalipa.com/katalog/slike/novcanice/kuna-500-1a.jpg>

Iz tog razloga, većina fontova koji se koriste da bi se naglasila denominacija same novčanice su debelog reza te moraju dobro vizualno koegzistirati s ostatkom dizajna.

Brojke koje označavaju nominalu se najčešće ističu od pozadine bilo oblikom, bojom, linijskom grafikom, sjenčanjem ili obrubom sl. 10.



**Slika 10. Prikaz odnosa linijske grafike i obruba broja na 10 eura**

**Izvor:** [https://www.ecb.europa.eu/euro/banknotes/shared/img/10euro\\_back\\_HR\\_europa.jpg](https://www.ecb.europa.eu/euro/banknotes/shared/img/10euro_back_HR_europa.jpg)

Veoma često na novčanicama postoje 2 ili više sličnih tipografija koje se koriste za prenošenje drugih informacija pa tako postoji naslovni font kojim se ističe nominacija, font tekućeg teksta kojim se ističe podrijetlo te font kojim se stvara zaštita u mikrotestu sl. 11. [16]





**Slika 11. Prikaz mikroteksta na novčanici od 100 CHF**

**Izvor:** [http://www.snb.ch/en/iabout/cash/current/id/cash\\_security](http://www.snb.ch/en/iabout/cash/current/id/cash_security)

U ovom radu se na autorskom fontu u tri reza sa različitim serifnim oblicima ispituje koegzistencija samog oblika sa linijskom grafikom u svrhu bolje čitljivosti, isticanja, zaštite kao i dizajna same tipografije te na temelju dobivenih rezultata daju prijedlozi kako tipografiju prilikom izrade prilagoditi kasnijoj manipulaciji.

Da bi se postigla veće razina zaštite, brojke kao i važniji tekstovi kao naziv valute i sl. postavljaju se preko prethodno otisnutih elemenata na samoj novčanici. Najčešći pokušaji manipulacije novčanica tj. tipografije vežu se uz promjenu same nominale novčanice.



## 8. Eksperimentalni dio

### 8.1. Cilj i hipoteze

Cilj ovog rada je istraživanje mogućnosti primjene linijske grafike na individualiziranoj tipografiji kao i postavljenje granica linijske grafike u simbiozi sa tipografijom. Da bi se istraživanje moglo provesti, potrebno je izraditi nekoliko vrsta linijske grafike pa su tako napravljeni sinusoidni, ravni i fraktalni uzorci linija kao i rozeta. Napravljena je i individualizirana tipografija u tri reza *regular*, *bold* i *black* sa različitim vrstama serifnih završetaka.

Rad sadržava i preporuke za dobivanje optimalnog rješenja prilikom korištenja ove tehnike, te će iste biti potkrepljene rezultatima.

H1: Unutar serifa slova, potrebna je optimalna udaljenost i debljina linija da bi slovni znak zadržao formu i čitljivost

H2: Slovni znakovi sa promjenjivom debljinom linija teže podnose linearizaciju

H3: Unutar monotonog sinusoidnog uzorka linijske grafike, predefinirana namjerna greška otežava krivotvorenje

## **8.2. Metodologija i plan istraživanja**

Teorijski i praktični dio rada temelji se na problematici modeliranja linijske računalne grafike te prilagođavanju iste za primjenu na individualiziranoj tipografiji. Istražuje se efikasnost pojedinog uzorka linijske grafike te mogućnost pogreške unutar iste prilikom aplikacije na tipografiji. Samim time daju se prijedlozi na dobivenim rezultatima kako bi se tipografski rez optimalno prilagodio pojedinom stupnju zaštite linijskom grafikom poštujući parametre poput čitljivosti, raspoznavanja, zaštite, dizajna i zakona tipografije i prijeloma. Za ovaj rad modelira se linijska grafika te se izrađuje individualizirani tipografski rez. Testiraju se mogućnosti izvedbe linijske grafike u svrhu zaštite vrijednosnica kao i samog dizajna

### 8.3. Individualizirani tipografski rez

Zaštitna tipografija ima više uloga na vrijednosnici, kao nositelj informacija, dio vizuala, ali i kao zaštita od krivotvorenja.

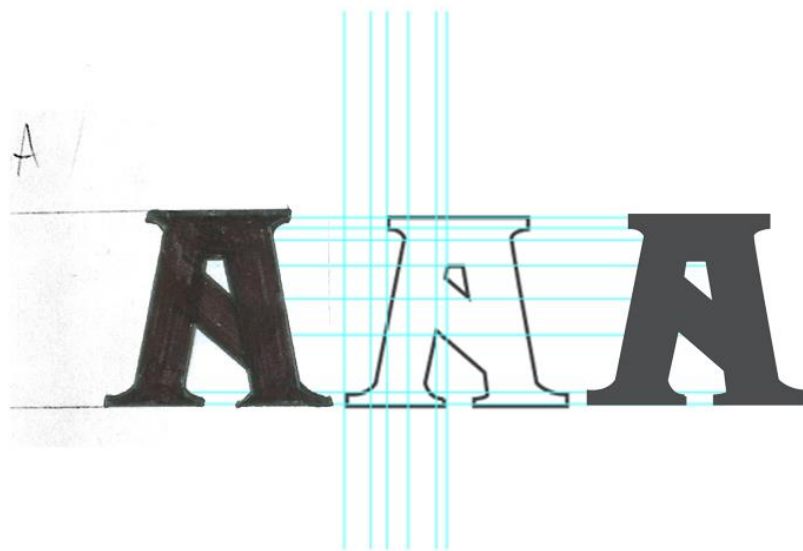
Za ovaj rad stvorena je individualizirana tipografija tj. font s tri različita reza *regular*, *bold* i *black*, koji se međusobno razlikuju debljinama linja, odnosima linija te serifnim završetcima. Inspiracija za ovaj font nazvan „Moneymaker“ došla je od fonta koji se nalazi na američkom dolaru.

Proces izrade fonta počinje planiranjem namjere gdje će se i kako font koristiti. Font za ovaj rad koncipiran je kao naslovni font koji je verzalni, veoma jasan i čitljiv, debelih poteza u koje se lako ukomponira linijska grafika. Sama upotreba fonta bila je na vrijednosnicama tipa novčanice koje trebaju brzo i jasno dati do znanja o kojoj se valuti i vrijednosti radi. Na slici 12 nalaze se skice i dio procesa izrade fonta.



Slika 12. Prva etapa izrade fonta; rukom radene skice na papiru

Kada se isplanira namjera i upotreba fonta te se izrade skice u mjerilu, kreće skeniranje te pohranjivanje u računalo. Sam font se može raditi na velik broj načina, od uvoza slike u *Fontographer*, programiranja tipografije kroz *PostScript*, skeniranja pa obrade u *Photoshopu*, putem raznih internet domena koje nude tu mogućnost itd. Za ovaj rad font je crtan rukom, skeniran te uvezen u *Adobe Illustrator*. Pomoću točnih crteža u mjerilu, crtani su vektori te potom obrađivani kako bi se dobila unificiranost reza kroz iste debljine i serifne završetke. Na slici 13 je dio procesa kako slovo napreduje od skice do finalizirane verzije.



**Slika 13. Proces izrade tipografije**

Na slici 14 vidi se razlika na slovu A unutar obitelji tipografije fonta „Moneymaker“. Vidi se razlika u debljini poteza kao i serifnim završetcima.

Serifi su različiti na svakom od tri reza da bi se istražilo kako različiti završetci funkcioniraju sa linijskom grafikom.



**Slika 14. Obitelj fonta Moneymaker; a) regular b) bold c) black**

Stvoren je i dio abecede za sva tri reza kao i brojevi. Na slikama 15,16,17,18 vide se priloženi rezovi fonta, a testiraju se samo neki specifični slovni znakovi pomoću linijske grafike.

**A B F E L**  
**T I S Z**  
**K R D O Y**  
**N M**

**Slika 15. Regular rez fonta „MoneyMaker“**

**ABFEL  
TISZ  
KRDOY  
NM**

Slika 16. Bold rez fonta „MoneyMaker“

**ABFEL  
TISZ  
KRDOY  
NM**

Slika 17. Black rez fonta „MoneyMaker“



**Slika 18. Brojevi fonta „MoneyMaker“**

Zadan je i odnos veličine slova naspram brojki, a iznosi 20% veći brojni znak naspram slovnoga, kao što je prikazano na slici 19. Na slici 19,  $a$ ) je osnovna veličina slovnog znaka dok je  $a+20\%$  formula odnosa veličina.



**Slika 19. Odnos veličina unutar fonta**

## 8.4. Linijska grafika-rozete

Sama rozeta se postiže rotacijom Bezierove krivulje i kopiranjem pod određenim kutem. Zbog svojeg izgleda, razvedenosti i vizualne primjenjivosti, rozeta je čest ornament koji se koristi.

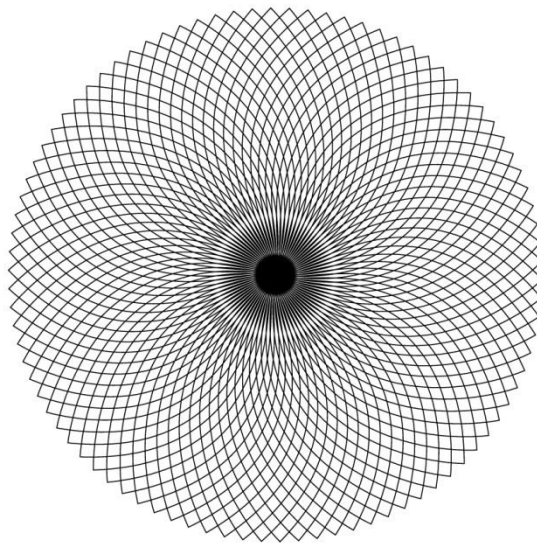
Rozetu definiraju parametri koji se definirani unutar PosScript koda. U priloženom kodu na slici 20. je rozeta koja je korištena u ovom radu, a izrađena je rotacijom dvije krivulje duplicirane 90 puta i rotirane za 4 stupnja.

```
320 500 translate
95 rotate
/c 0.5 def
/z 1 def
/p 0 def
0.31 setlinewidth

90 {0 0 moveto
10 0 50 50 100 0 curveto
100 0 50 -50 0 0 curveto

stroke
4 rotate} repeat

showpage
```



**Slika 20. Rozeta i kod u PostScriptu; crveno su označeni dijelovi bitni za rotaciju, dok su debelim kurzivom označeni dijelovi koda koji čine krivulju**



Rozeta je crne boje s linijom iste debljine, no promjenom parametara boje, kao na slici 21. , vidi se kako se tijekom rotacije boja preljeva.

Taj preljev boja postignut je varijablama koje su definirane u prvom dijelu putem imena */c*, */z*,*/p*.

Iste te varijable koje su definirane u gornjem dijelu su pozvane u donjem dijelu, pa tako opcijom *setrgbcolor* određena im je nijansa ili odabir boje, a *add def* ili *sub def* varijablom određen je način kako će se unutar rotacije boja ponašati ili na koji način će se i pod kojim uvjetima vrtjeti oko kruga rozete.

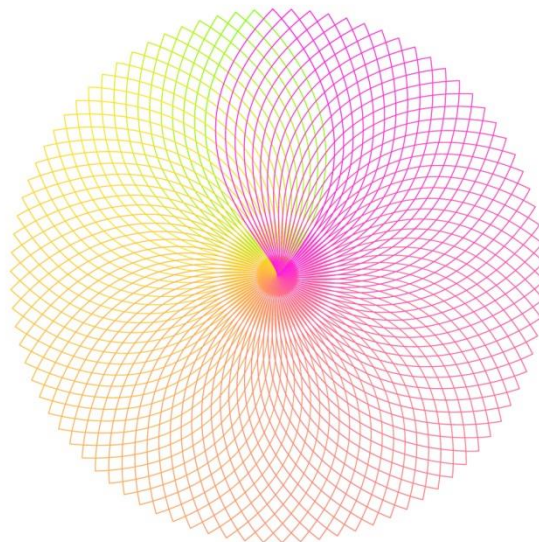
Ako bi se stvorili uvjeti unutar *PostScript* koda te se stvorio algoritam sa pseudoslučajnim izračunom rotacije krivulje rozete, istu bi bilo nemoguće bez istog koda kopirati.

Za svako slovo unutar svakog reda ili mjesta unutar riječi mogao bi se definirati kut pod kojim je krivulja okrenuta pa bi tako isti slovni znak na više mjesta, ovisno o parametrima, imao različit kut pod kojim je rozeta, ili ornament, rotiran.

```
320 500 translate
95 rotate
/c 0.5 def
/z 1 def
/p 0 def
0.31 setlinewidth

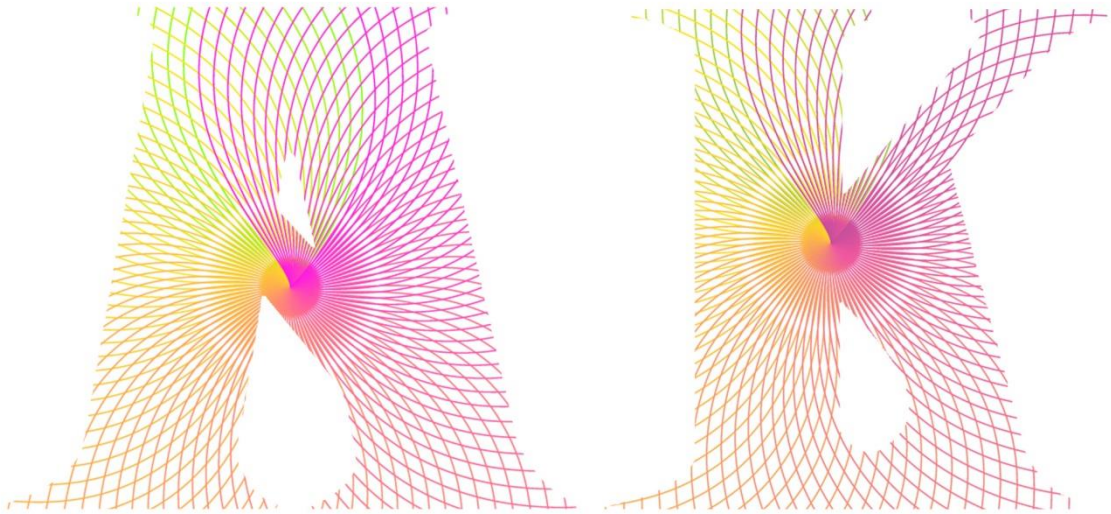
90 {0 0 moveto
10 0 50 50 100 0 curveto
100 0 50 -50 0 0 curveto
c z p setrgbcolor
/c c 0.05 add def
/z z 0.01 sub def
/p p 0.01 add def
stroke
4 rotate} repeat

showpage
```



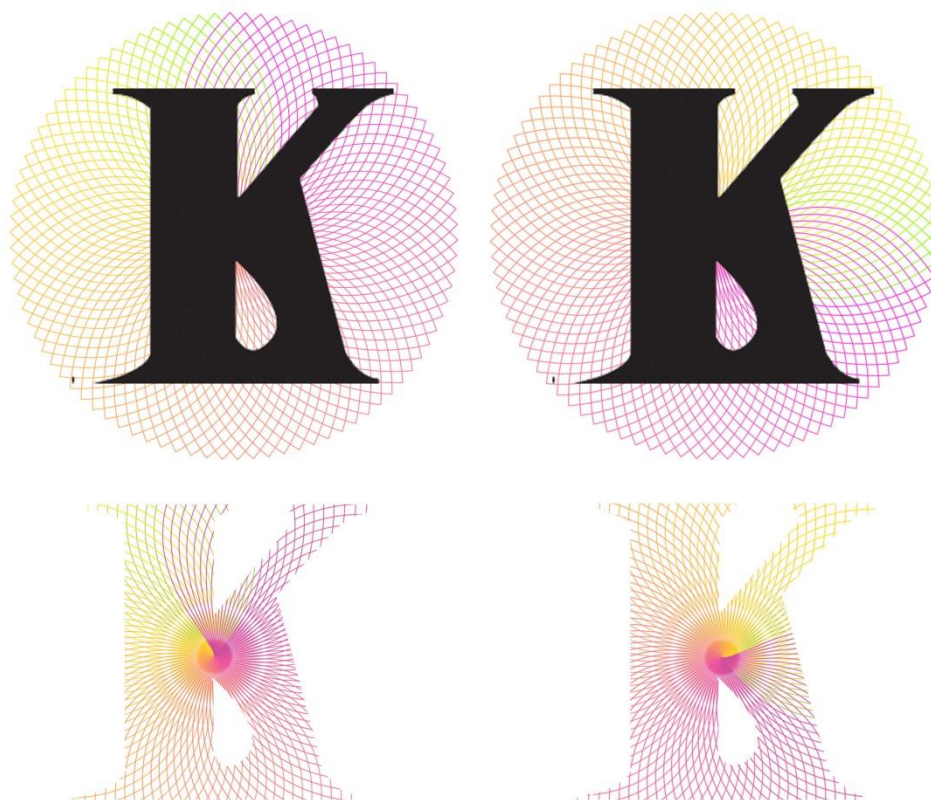
**Slika 21. Rozeta i kod u PostScriptu; crveno su označeni dijelovi koji dodaju boju unutar rotacije krivulje**

Na slici 22 vidi se regular rez s rozetom.



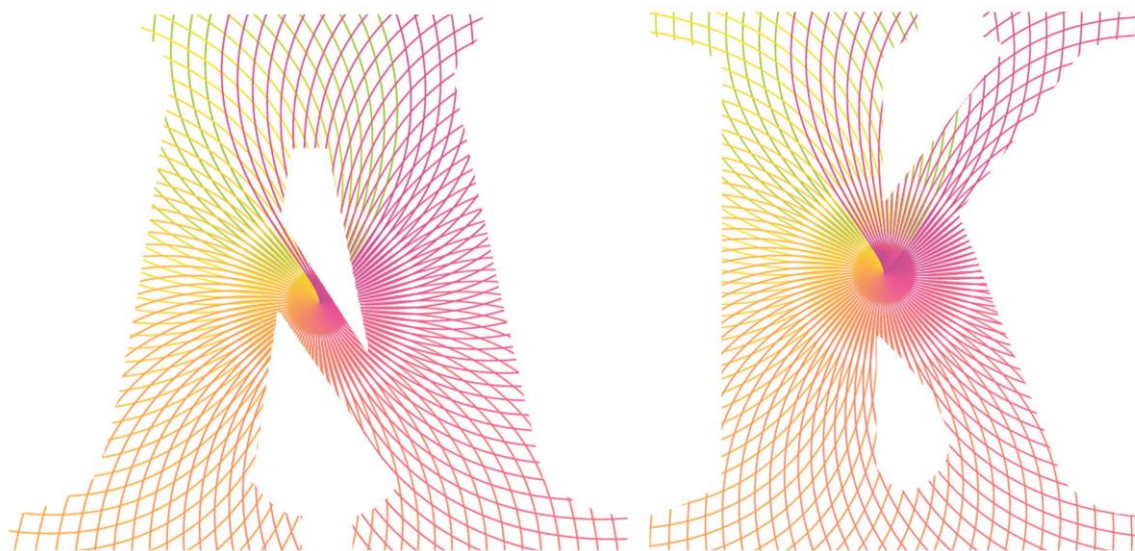
**Slika 22. Regular rez s primjenom rozete**

Svaki dio slova je vidljiv, kao što su postojani i detalji poput serifa. Prethodno spomenutim rješenjem s rotacijom rozete mogla bi se postići veoma snažna zaštita koju bi bez samog algoritma bilo nemoguće ponoviti. Za svaku kombinaciju na dokumentu tj. riječ putem serijskog broja znao bi se *sRand* broj pomoću kojeg bi se pozivala varijabla rotacije. *Srand* bi mogao biti tajni broj dobiven kombinacijom OIB-a ili sl. Kada bi se uspoređivala 2 jednaka slova na dva različita dokumenta, vidjela bi se razlika u rotaciji rozete koja bi ovisila o prethodno spomenutim varijablama. Na slici 23 se nalazi primjer moguće zaštite.



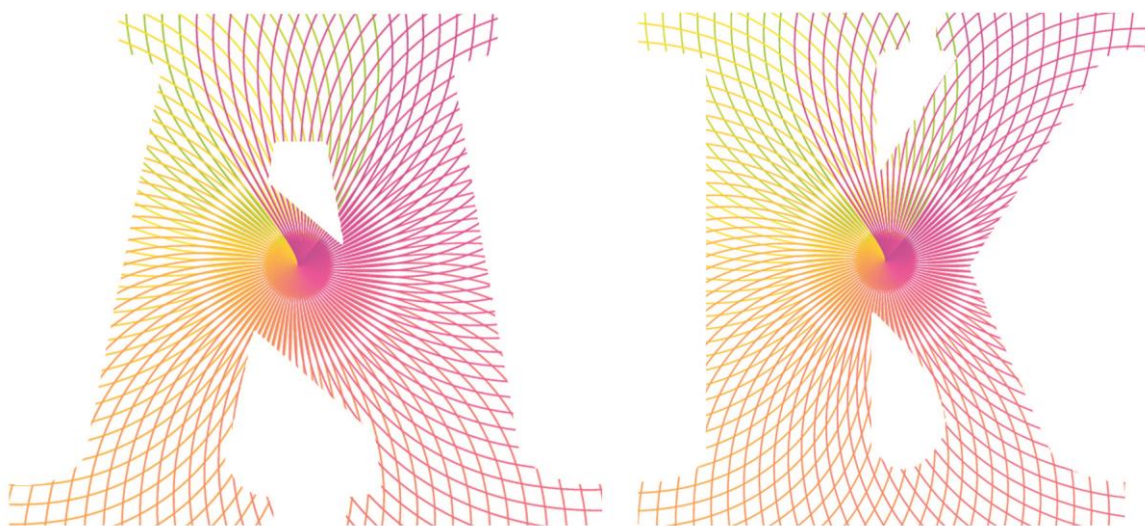
**Slika 23. Primjer rješenja istog slova zaštite rotacijom rozete pomoću pseudoslučajnog broja povezanog s varijablom rotacije**

Na bold rezu su jednako dobro vidljivi detalji. Debljine, serifi i bjeline su prepoznatljivi. Na slici 24. vidljiva je primjena rozete unutar reza.



**Slika 24. Bold rez sa primjenom rozete**

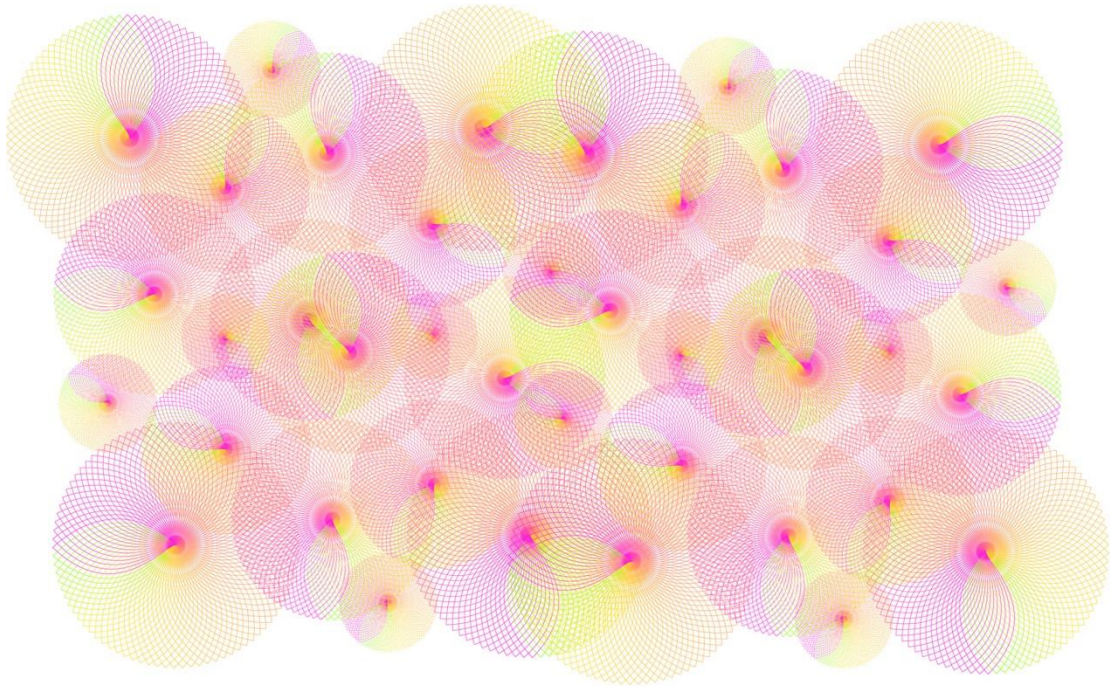
Black rez se pokazao jednako dobar kao i ostala dva reza, svi detalji su vidljivi te ovojnica nije potrebna ukoliko slovni znak ide na monotonu pozadinu. Na slici 25 vidi se black rez.



**Slika 25. Black rez sa primjenom rozete**



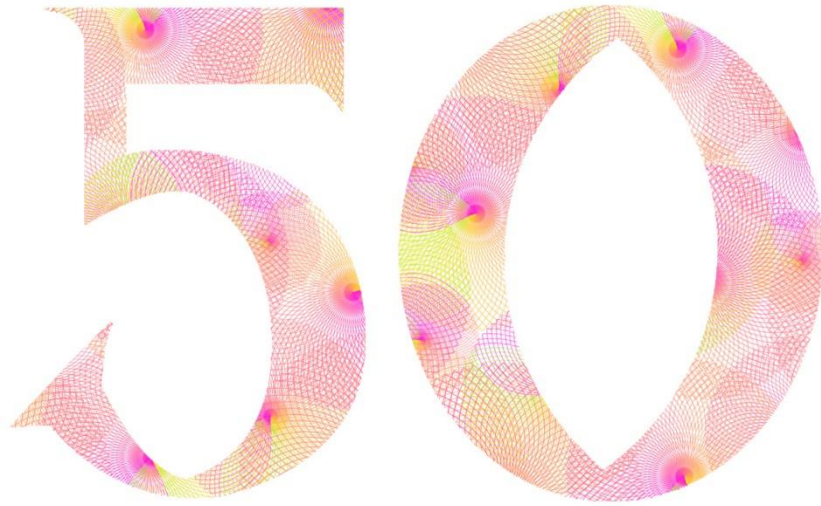
Sama primjena rozeta kao dijela zaštitne grafike je praktički neograničena. Pomoću *PostScripta* tj. funkcija *scale*, *rotate* i *translate* stvaraju se pomalo kaotični primjeri koje je bez koda veoma teško kopirati a unutar samog ornamenta postoji mogućnost skrivanja predefiniране greške, poruke ili dodatne zaštite. Na slici 26, vidi se ornament stvoren pomoću rozete iz prethodnih primjera te prethodnih *PostScript* funkcija.



**Slika 26. Ornament nastao pomoću funkcija *scale*, *rotate* i *translate* unutar *PostScripta*.**

Isti ornament se može koristiti i u tipografiji kao na slici 27. te pokazuje jednako dobre rezultate na brojevima a može dati i dodatni stupanj sigurnosti ako se ukomponiraju navedeni elementi zaštite unutar grafike.

Zaštitni ornament ovom tehnikom mogu biti i svojevrsna dizajnerska rješenja koja upotpunjuju vizual same vrijednosnice ili dokumenta.



**Slika 27. Broj 50 sa ukomponiranim ornamentom**

### 8.4.1. Linijska grafika-sinusoide

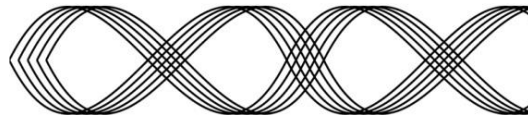
Sinusoide su, kako je ranije spomenuto, linije koje imaju pomak na imaginarnom pravcu a određuje ih frekvencija i faza.

Za ovaj rad je pomoću *PostScripta* napravljena sinusoida (sl.27) te je potom pomoću *Illustratora* duplicirana i naknadno manipulirana. Dokument nastao u *PostScriptu* je pomoću jednog koda kompatibilan s *Adobe* programskom podrškom. Na slici 28 vidi se grafika nastala uvozom dokumenta u *Adobe Illustrator* nastalog u *PostScriptu*. Sama ideja za ovakvu grafiku nastala je inspiracijom drevnog hrvatskog uzorka-pletera, koji se koristi na svim službenim dokumentima RH kao zaštitni element, ali i kao dio vizualnog koda Republike Hrvatske.

```
50 300 translate
5{gsave
5{
0 0 moveto
50 100 100 100 neg 150 0 curveto

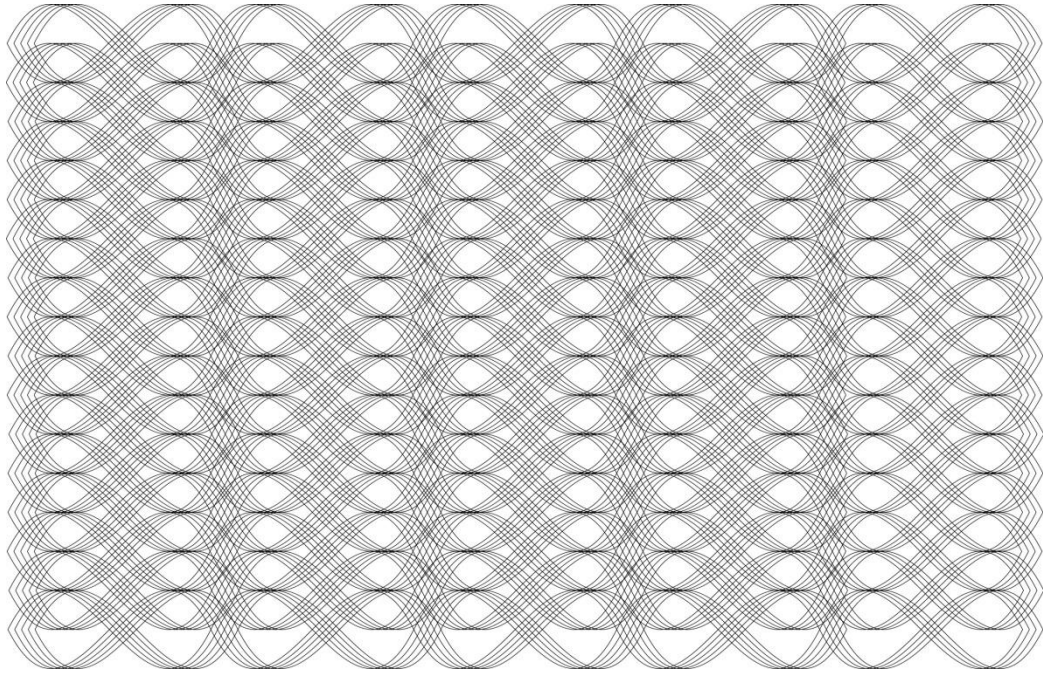
stroke
5 0 translate
}repeat
grestore
5{
0 0 moveto
50 100 neg 100 100 150 0 curveto

stroke
5 0 translate
}repeat
130 0 translate
}repeat
showpage
```



**Slika 27. Dio sinusoide i kod u PostScriptu**

*Illustrator* podržava crtanje i manipulaciju vektora pa je time moguća i manipulacija Bezierovih krivulja, kao i odabir boje, debljine linije i sl.



**Slika 28. Grafika nastala upotrebom PostScripta i Illustartora**

Ta sposobnost kombinacije koda i programa daje nam mogućnosti raditi vizualno složenije grafike, pozadine ili vektorske oblike bez preciznog crtanja, a ti isti oblici se potom mogu izvesti i u druge programe za obradu slika ili prijelom teksta.

Unutar ovog uzorka naknadno će biti ubačene predefinirane greške koje su opisane u daljnjem tekstu.



## 8.5. Predefinira greška unutar uzorka

U ovom radu, predefinirana greška se nalazi unutar same sinusoidne grafike, a očituje se promjenom u razmaku između 2 vala te povećanom bjelinom unutar petlje.

Obe „greške“ su okom nevidljive a zbog monotonosti uzorka su samim time i sakrivene. Na slici 29 vidi se na primjeru, mjesto i način na koji se greške mogu sakriti.

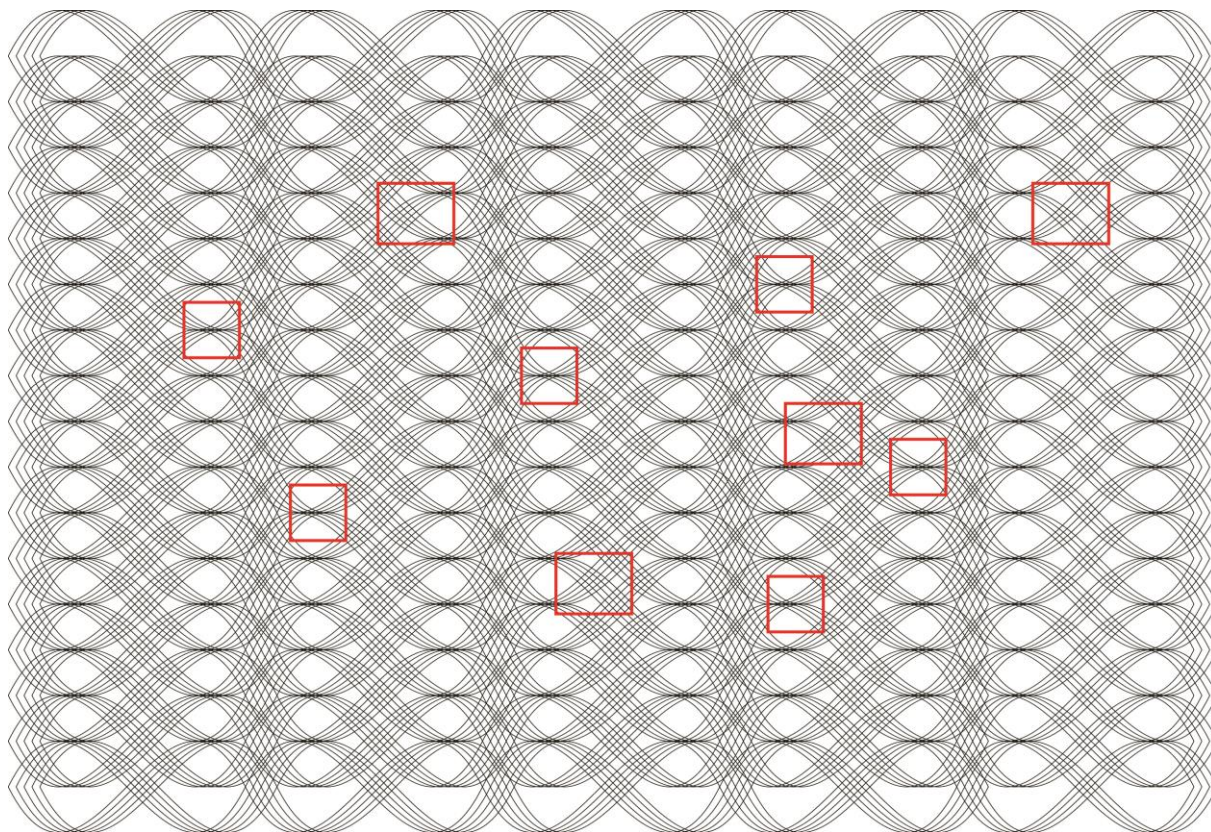
„Greške“ se mogu napraviti na brojne načine, a ovaj primjer napravljen je korištenjem *PostScripta* i *Illustratora*. Najprije se u *PostScriptu* napravila četverodjelna sinusoida koja ima 5 uzastopnih horizontalnih ponavljanja tj. petlji koje sadržavaju 4 krivulje po redu.

Potom je ta grafika izvezena u *Illustrator* te je kopiranjem i opcijom poravnavanja napravljena geometrijski točna konstrukcija, a zatim su nasumično odabrana mjesta na kojima će se greške primjenjivati.

*Adobe Illustrator* podržava opciju točnih mjera unutar geometrijskog sustava pa su tako i linije pomicanе kako bi se stvorila okom nevidljiva razlika. Sama monotonost uzorka pomaže u vizalnom sakrivanju razlika.

Ovom će se grafikom testirati serifni završetci slova te hoće li greške biti primjenjive unutar same tipografije i time dodatna zaštita.

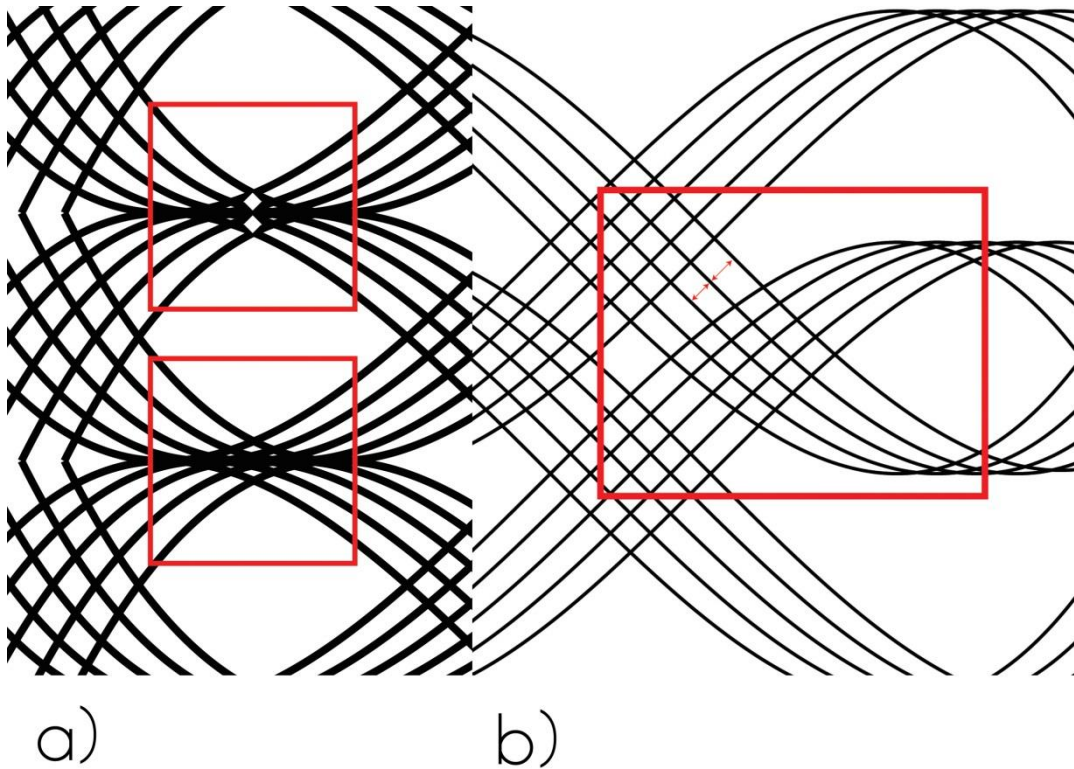
Greške su dodane na nekoliko mjesta unutar same grafike.



**Slika 29. Predefinirane greške kod monotonog uzorka.**

Razlike tj. „greške“ napravljene su, kako je već spomenuto, u 2 tipa, prvi u kojem je razlika udaljenosti između 2 vala i drugi u kojem je razlika u završetku tj. izgledu presjecanja između dvije linije.

Na slici 30 vide se primjeri obje „greške“.

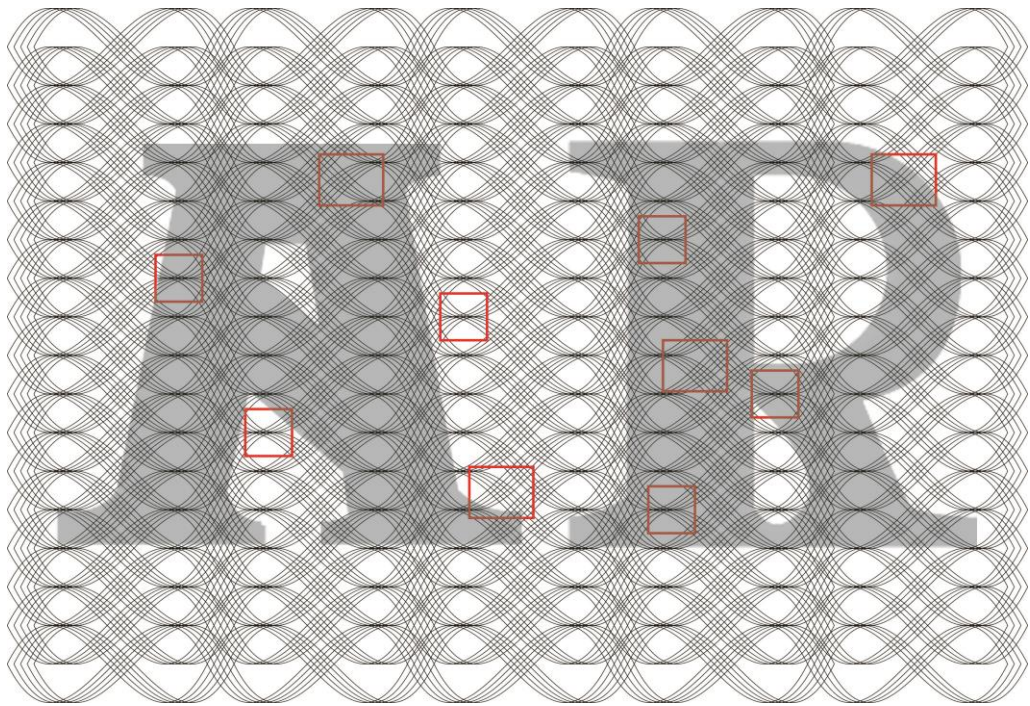


**Slika 30. Povećani uzorak grešaka; a) razlika između oblika bjelina b) razlika između udaljenosti 2 linije**

Prilikom pozicioniranja grešaka, ako je izrađen samo jedan ornament za cijelu abecedu, treba paziti da su greške optimalno postavljene kako bi se ravnomjerno rasporedile i time pokrile svako slovo. Na slici 31 vidi se pozicioniranje grešaka na slovima black reza „AR“. Kako je rađen samo jedan ornament, svako slovo koje bi se radilo pomoću ove vrste zaštitne linijske grafike imalo bi adekvatnu zaštitu.

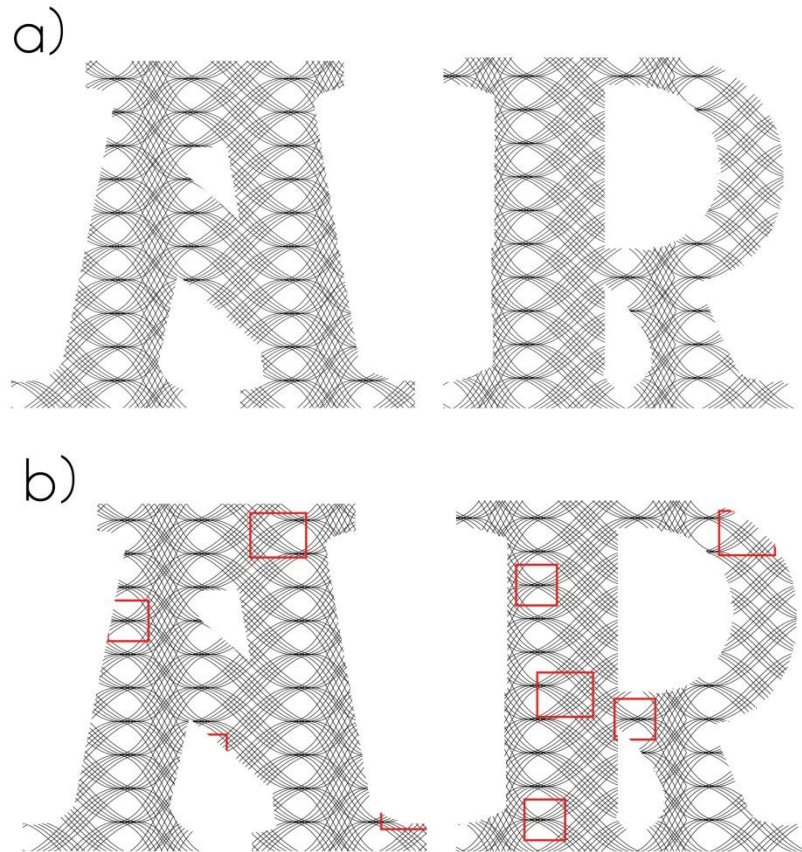
Te greške su veoma sitne, a koncipirane su samo da se vide mikroskopom jer ovakva vrsta zaštite slova je najpogodnija za sporedni tekst na vrijednosnici ili tekst kojim se kontrolira autentičnost.





**Slika 31. Predefinirane greške sa apliciranom tipografijom**

Sam raspored grešaka unutar slova vidljiv je na slici 32.



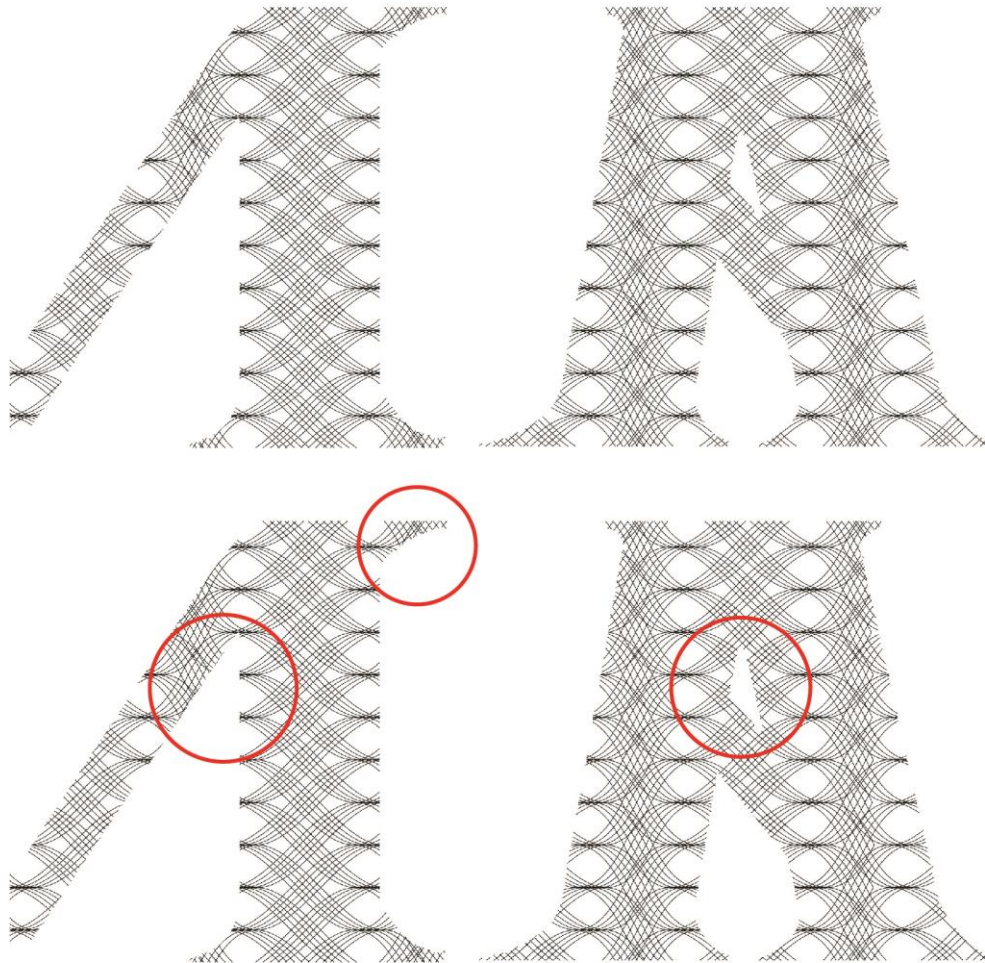
**Slika 32. Predefinirane greške s apliciranom tipografijom i vidljivim rasporedom unutar uzorka**

Ono što je odmah vidljivo je gustoća linija na maloj površini slovnog znaka. Ta gustoća pomaže greškama da budu skrivene unutar uzorka. Ova tehnika se može aplicirati na svaki uzorak linijske grafike.

Najbolje se ponaša ako imamo razvedeni uzorak koji je ujedno i višebojni kao npr. portreti izvedeni linijskom grafikom.

U tom slučaju, čak da i krivotvoritelj pogodi odokativno sličan ili isti uzorak te uspije kopirati linije, ono što se percipira kao greška ostat će skriveno.

Najtanji rez, regular, na slici 33., pokazuje dobre rezultate, što možemo pridonijeti samoj gustoći grafike te dobroj pozicioniranosti slova naspram uzorka.

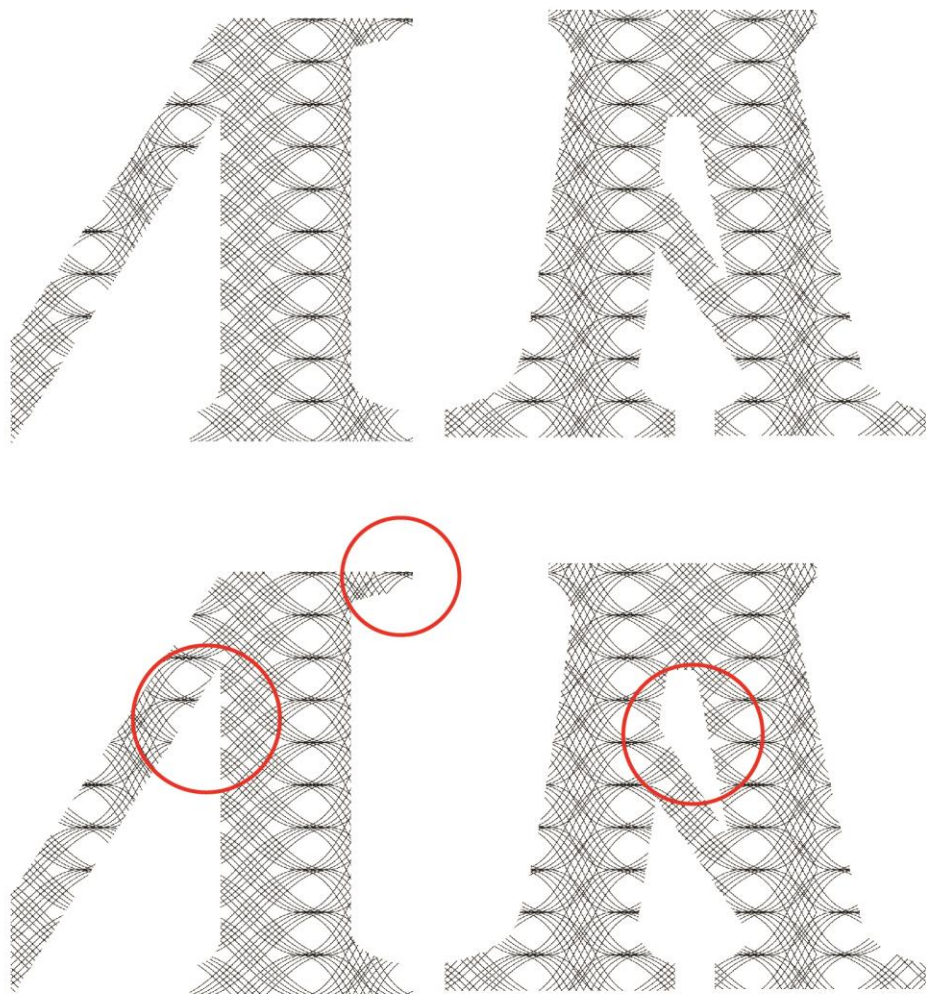


**Slika 33. Regular rez sa sinusoidnom linijskom grafikom bez ovojnice**

Vidimo da su na slici označena inače kritična mjesta prilikom pretvaranja tipografije u linijsku grafiku. Serifi su iako tanki, postojani, pregibi se dobro vide kao i bjeline.

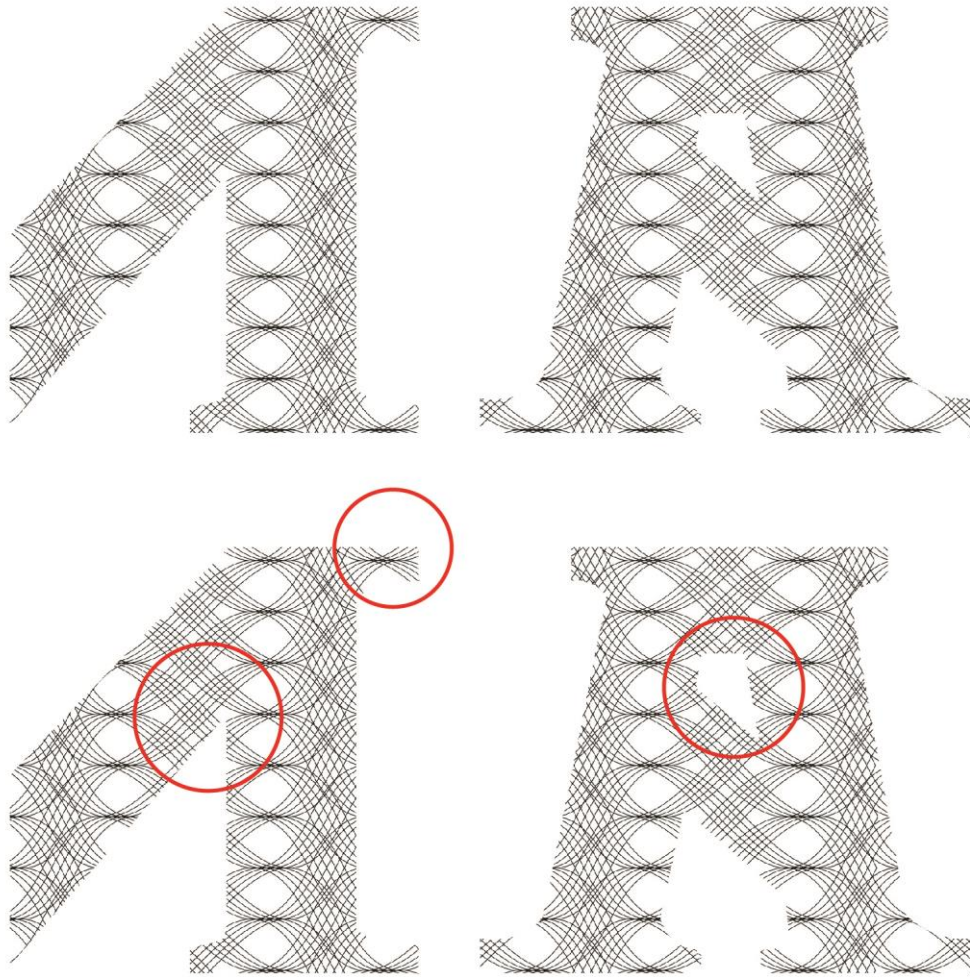
Na slici 34. vidi se bold rez koji pokazuje jednako dobre rezultate. Svi dijelovi su jasni i vidljivi, no zbog pozicioniranja grafike na slovu „M“ se izgubio dio serifa. Prilikom rada ovom tehnikom kao i svim tehnikama linijske grafike kao što je tu vidljivo, koristio se optimalni razmak kao i optimalno pozicioniranje bjelina kako bi se postigao dobar rezultat.





**Slika 34. Bold rez sa sinusoidnom linijskom grafikom bez ovojnice**

Na slici 35. vidljiv je black rez koji je ujedno i najdeblji. Vidljiva je i prije spomenuta deformacija koja se javlja usred pretvaranja tipografije u linijsku grafiku. Zbog takvog razmještaja bjelina kao i pozicioniranja slova moguće su deformacije koje su i prikazane na slici. Bjeline slova su vidljive i veoma dobre, no isto ovisi o samoj grafici, razmacima linija, kao i smještaju bjelina.



**Slika 35. Black rez sa sinusoidnom linijskom grafikom bez ovojnice**

Ovom tehnikom su vidljive loše strane linijske grafike tj. kombinacije iste sa tipografijom. Da bi se dobio optimum, treba paziti na nekoliko stavki, linijaturu, debljinu linija, razmak linija, bjeline te pozicioniranje samog slovnog znaka.



## 8.6. Linijska grafika- ravne linije

Ravna linijska grafika u ovom radu inspirirana je ornamentom koji se nalazi na hrvatskoj kuni. Naime, ornament linijske grafike na HRK pojavljuje se na nekoliko mjesta, kao i unutar same tipografije, što je vidljivo na slici 36.



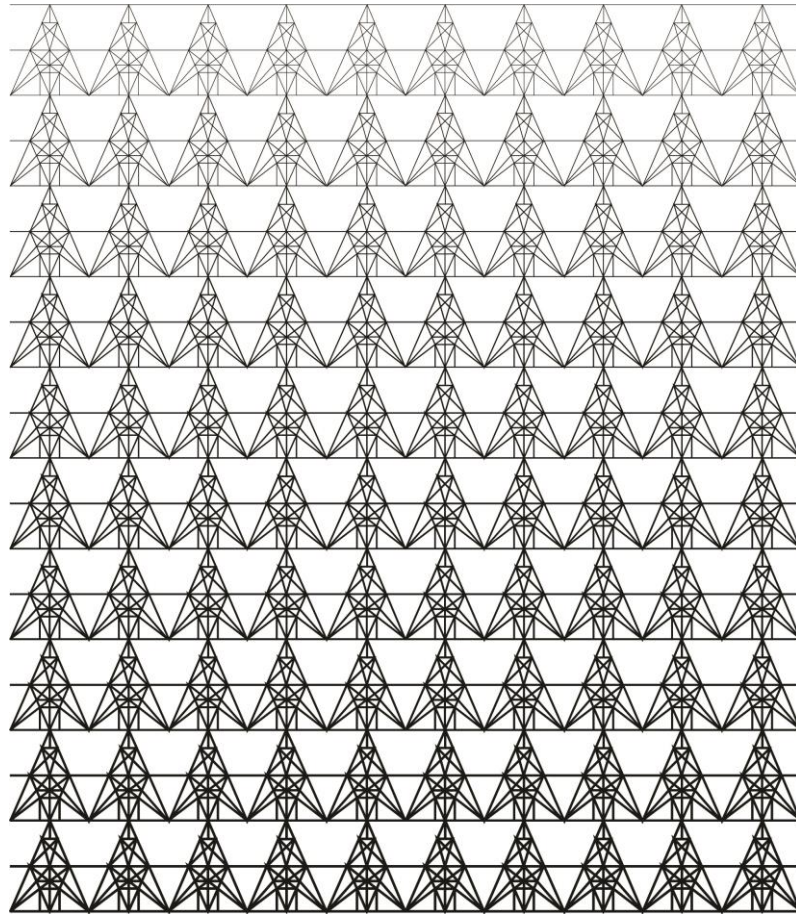
**Slika 36. Prikaz dijelova novčanice sa ornamentom ravne linijske grafike od 20 i 1000 HRK**

**Izvor:** <http://www.kunalipa.com/katalog/slike/novcanice/kuna-20-2a.jpg>

<http://www.kunalipa.com/katalog/slike/novcanice/kuna-1000-1a.jpg>

Ravna linijska grafika u ovom radu izrađena je pomoću *Adobe Illustrator* programske podrške koja podržava izradu i manipulaciju vektorima.

Sama grafika je koncipirana kao ornament od 10 redova gdje se svakim redom povećava debljina linije za 0,5 pt krenuvši od 0,1 pt, a završivši sa 0,55 pt. Time se postigao sličan prijelaz debljina i zacrnjena kao na novčanici HRK. Grafika je vidljiva na slici 37.

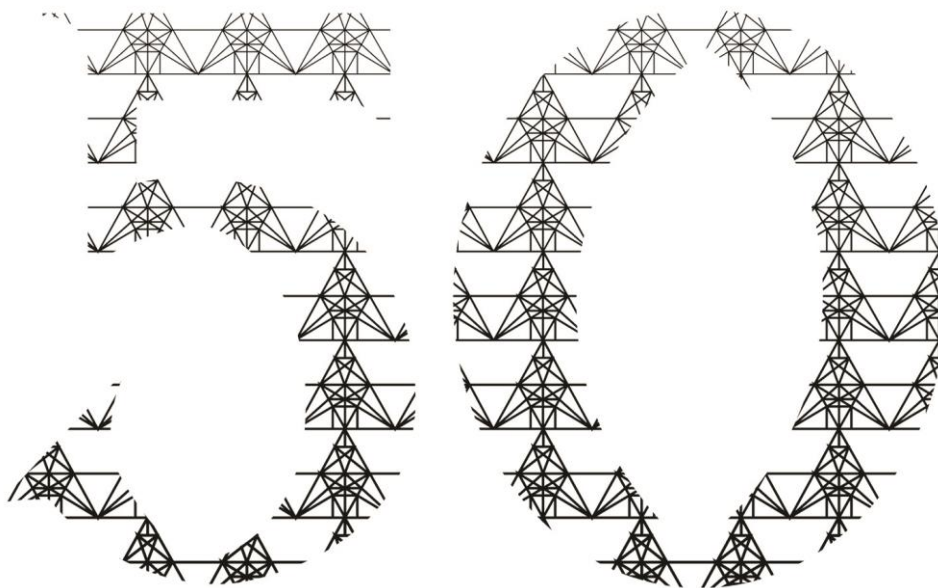


**Slika 37. Ornament postignut ravnom linijskom grafikom**

Za testiranje ove grafike, odabran je broj 50. Na slici 38, vidimo broj 50 koji je napravljen tj. unutar konstrukcije se nalazi grafika bez ovojnice.

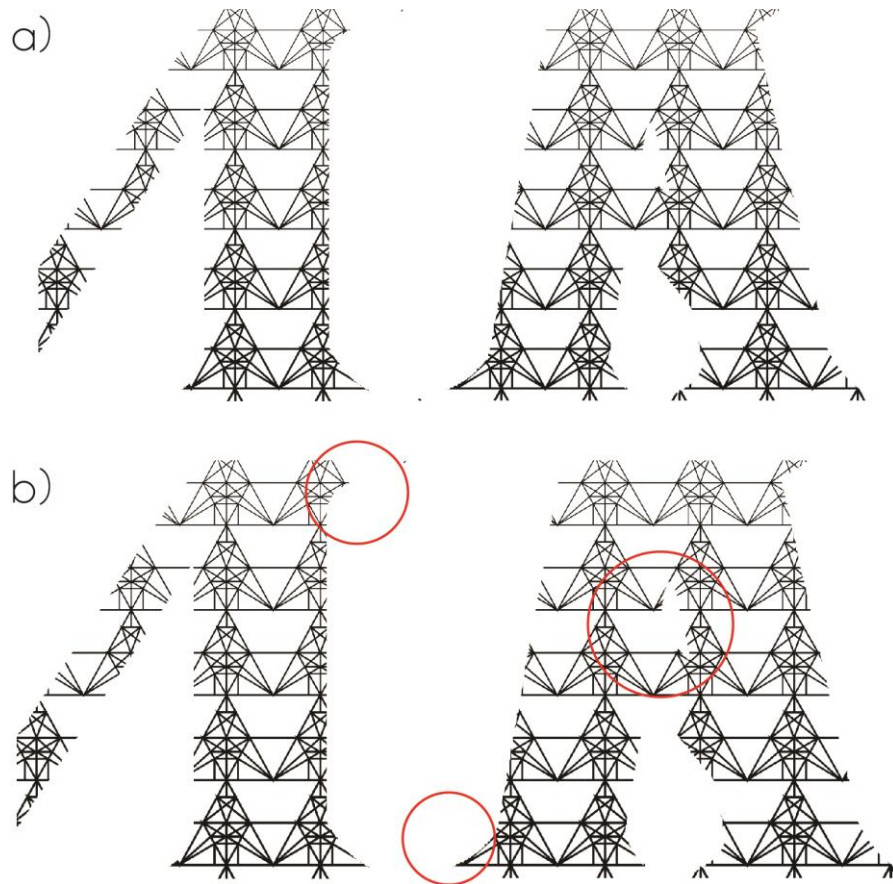
Iz priloženog možemo zaključiti da broj ne može biti bez ovojnice jer se tako narušava čitljivost i raspoznavanje slovnog znaka pa tako tu mogućnost odbacujemo u potpunosti.

Serifi su ostali mjestimično sačuvani, što se može pridodati smještaju linija unutar ornamenta. Takav način kombinacije linijske grafike i tipografije bio bi preporučljiv samo za informacije koje nisu od važnosti tj. koje ne služe kao brojevi kojima se prepoznaje vrijednost novčanice. Linija promjenjive debljine je isto ostala vidljiva.



**Slika 38. Broj 50 bez ovojnice**

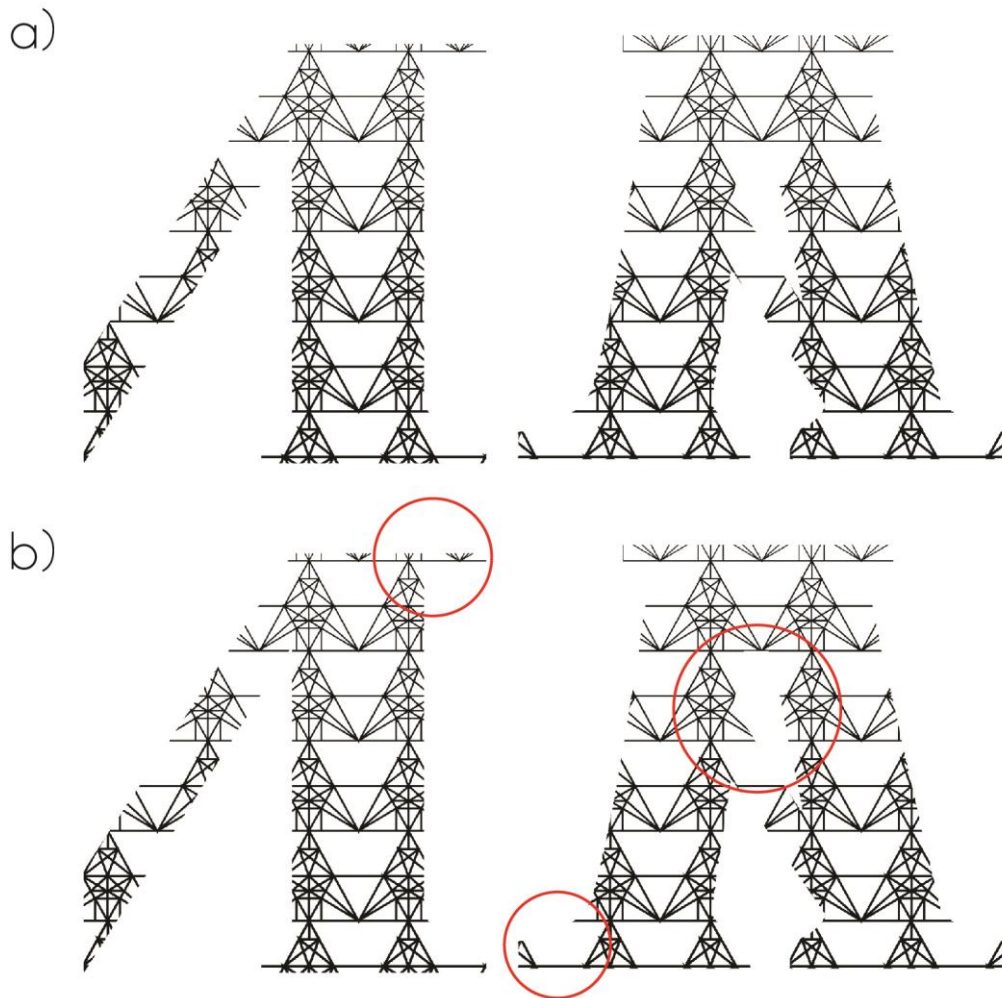
Regular rez bez ovojnice izgubio je serife, bjeline te su poprečne linije kao i spojni potezi stopljeni unutar uzorka, kao na slici 39.



**Slika 39. Regular rez sa ravnom linijskom grafikom bez ovojnice; a) bez naznačenih grešaka, b) s naznačenim greškama**

Na bold rezu, slika 40, vidljivi su slični nedostaci. Prilikom primjene grafike na tipografiju izgubio se dio serifa, dok su bjeline mjestimično vidljive.

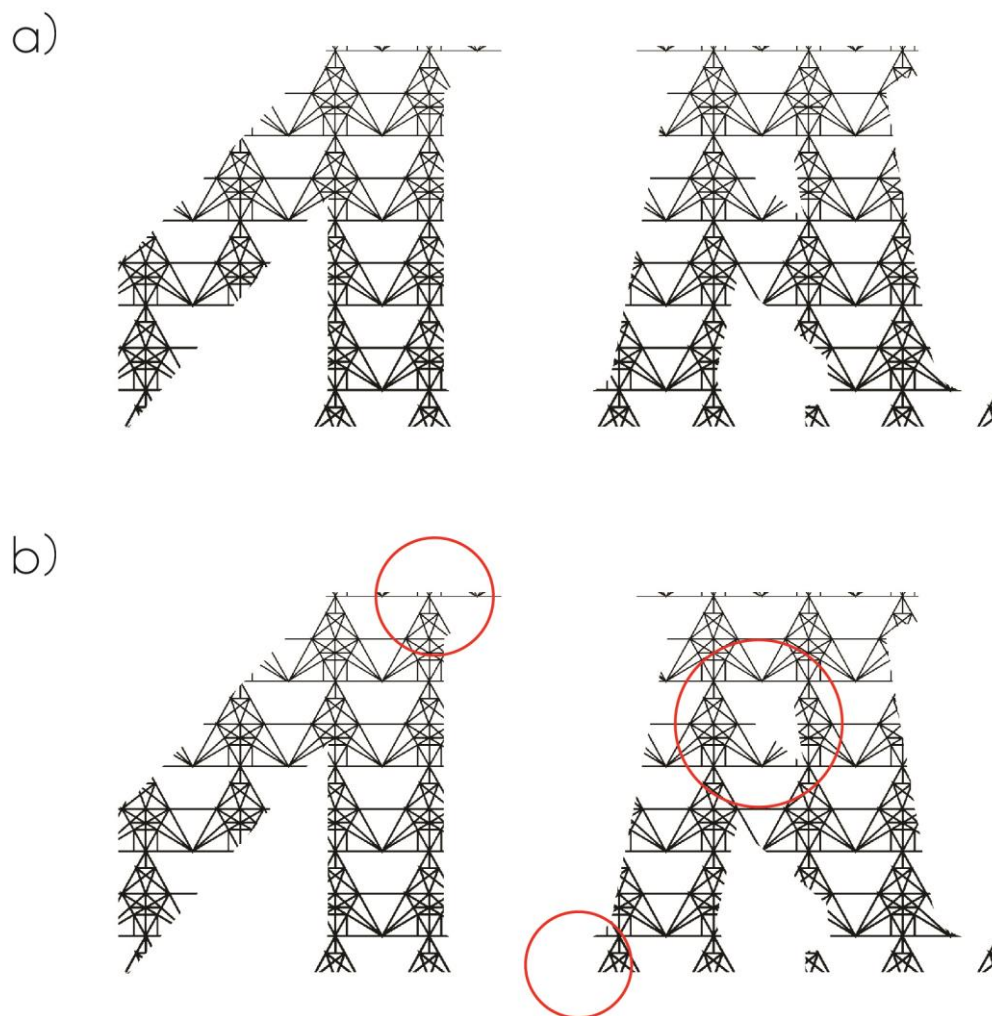




**Slika 40. Bold rez s ravnim linijskom grafikom bez ovojnice; a) bez naznačenih grešaka, b) s naznačenim greškama**

Na prvi pogled, između regular i bold reza s grafikom ove vrste, teško je naći razliku.

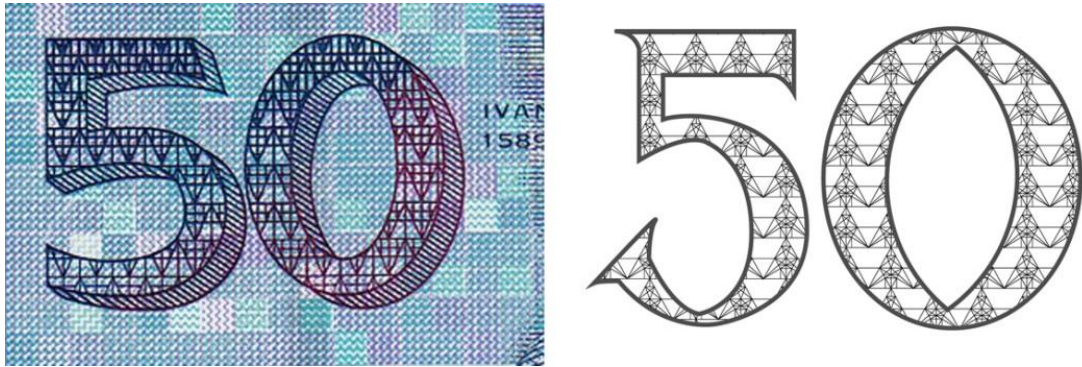
Black rez se opet pokazao najboljim. Njegov širi potez, kao i deblji i veći serifi ovdje su prepoznatljiviji te se jasno vidi razlika između rezova, slika 41.



**Slika 41. Black rez s ravnom linijskom grafikom bez obrubne linije; a) bez naznačenih grešaka, b) s naznačenim greškama**

Ono što možemo zaključiti je da su deblji rezovi pogodniji za linijsku grafiku ovog tipa te da samo centriranje grafike igra veliku ulogu. Ova grafika nije pogodna za nasumično uljepljivanje jer se time narušava čitljivost i gube se detalji kao serifi i bjeline.

Na HRK, ta grafika je planski izvedena te slova posjeduju i tanku ovojnici tkz. *outline* što im povećava čitljivost. Na slici 42 vidimo usporedbu brojeva s HRK s našom tipografijom u sličnoj maniri.



**Slika 42. 50 HRK u usporedbi s brojem 50 iz ovog rada kojem je dodana obrubna linija**

Zaključuje se da ako postoji razvedena grafika, da bi oko tipografije trebala postojati ovojnica koja neće narušiti dizajn same grafike, kao i tipografije, a povećati će čitljivost i raspoznavanje slovnog ili brojčanog znaka.

## 8.7. Linijska grafika- fraktalni uzorak

Sama primjena ove vrste zaštite je veoma širokog spektra te stvara i visok stupanj sigurnosti.

Izrada ovakve zaštite je dugotrajna jer se prvo u *PostScriptu* mora napraviti kod koji podržava unos prethodno obrađene tipografije. Za ovaj rad je uzet postojeći, već korišteni algoritam, kojim se testira ponašanje tipografije rađene za ovaj rad.

Tipografski elementi su napravljeni pomoću tog algoritma. Slika dobivena tim načinom sadrži tipografiju ili sliku koja kontrastom pozadine i ubačene slike iscrtava linije sa različitim stupnjem šuma.

Tim šumom je otežana bilo kakva kasnija manipulacija.

Kako je sam kod definiran *srand* brojem koji sami definiramo, onaj koji želi krivotvoriti ili duplicirati istu datoteku ili sliku bez znanja *srand* broja ne može to učiniti. *Srand* funkcija tj. broj stvara uvjete unutar koda za pseudoslučajan odabir brojeva te je njegov konačni izračun nemoguće pogoditi. [17]

Da bi se generirala tipografija unutar fraktalnog uzorka, ona se najprije rastrira u *Photoshopu* te se dobivena slika izveze kao datoteku DCS 2.0 EPS esktenzije sa ASCII kodiranjem od 8 bitova.

Potom se dobiveni heksadecimalni kod kopira unutar algoritma u *PostScriptu*. Na slici 43 vidi se dio algoritma za fraktalnu linijsku tipografiju, a označni broj  $/z$  definira zapis slike putem heksadecimalnog koda.





```

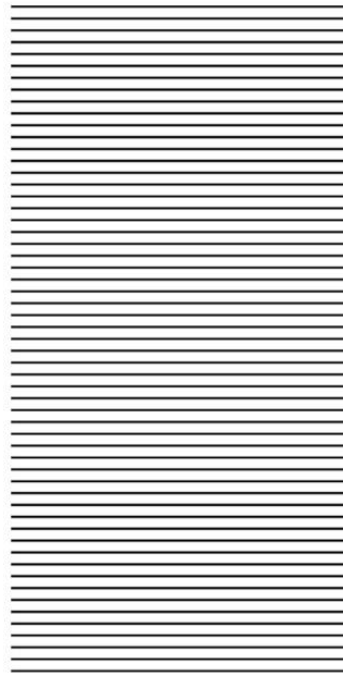
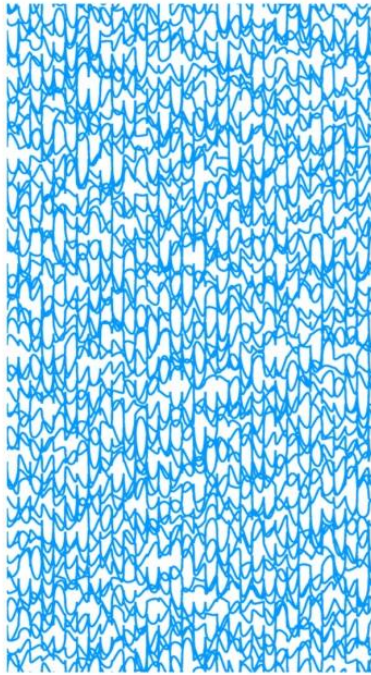
/krivulja1 { 0 h 2 mul moveto
0 rn 6 mul
w rn 5 mul
  w h 3 div curveto
} def
/krivulja2 { 0 h 3 div moveto
0 rn 25 mul 10 sub
w rn 20 mul 10 sub
  w h 3 div curveto
} def
b1 0.5 gt
{0.5 0.2 0.7 setrgbcolor krivulja2 0.5 setlinewidth stroke}
{0.8 0.6 0.1 setrgbcolor krivulja1 0.5 setlinewidth stroke }
ifelse

```

**Slika 44. Dijelovi algoritma kojima se definira šum**

Same linije mogu varirati od nekih fraktalnih uzoraka koji se čine kaotičnim, do ravnih linija. Sve se to postiže prethodno navedenim izmjenama unutar algoritma.

Na slici 45 prikazana su 2 tipa linijske fraktalne grafike s pripadajućim izmjenama unutar algoritma. Ukoliko ništa nije navedeno unutar samog algoritma, napisani algoritam smatra da su sve pozadinske linije ravne.



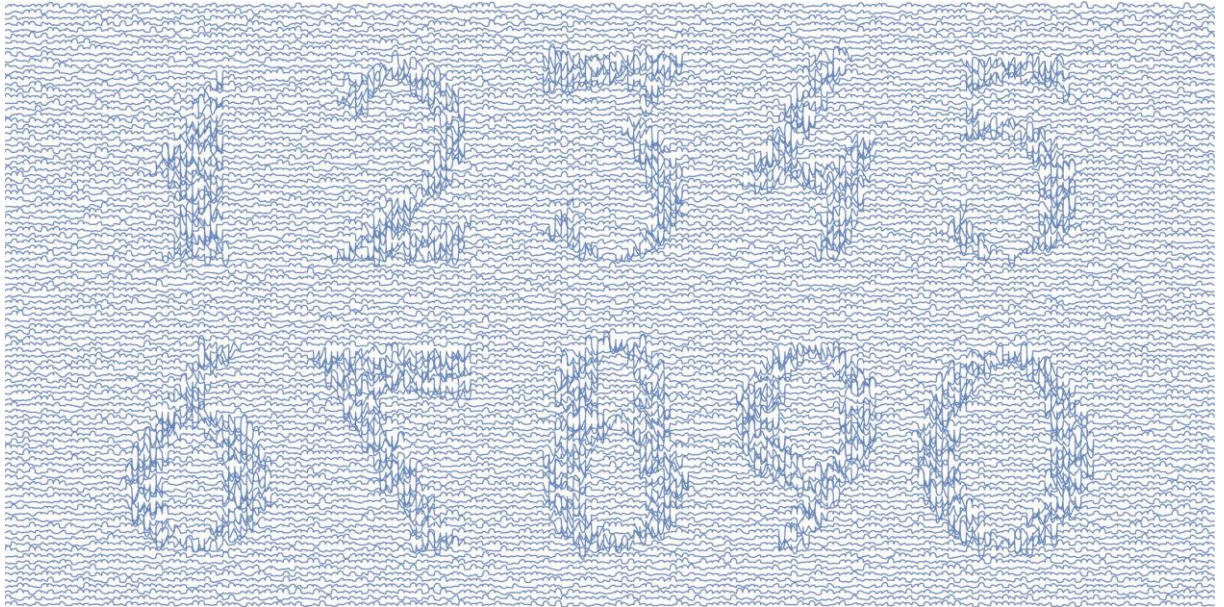
```
/krivulja1 { 0 h 2 div moveto  
0 rn 5 mul  
w rn 5 mul  
w h 2 div curveto  
} def  
/krivulja2 { 0 h 2 div moveto  
0 rn 20 mul 10 sub  
w rn 20 mul 10 sub
```

```
/krivulja { 0 h 2 div moveto  
0 rn 20 mul 10 sub  
w rn 20 mul 10 sub
```

**Slika 45. Primjer dva različita algoritma**

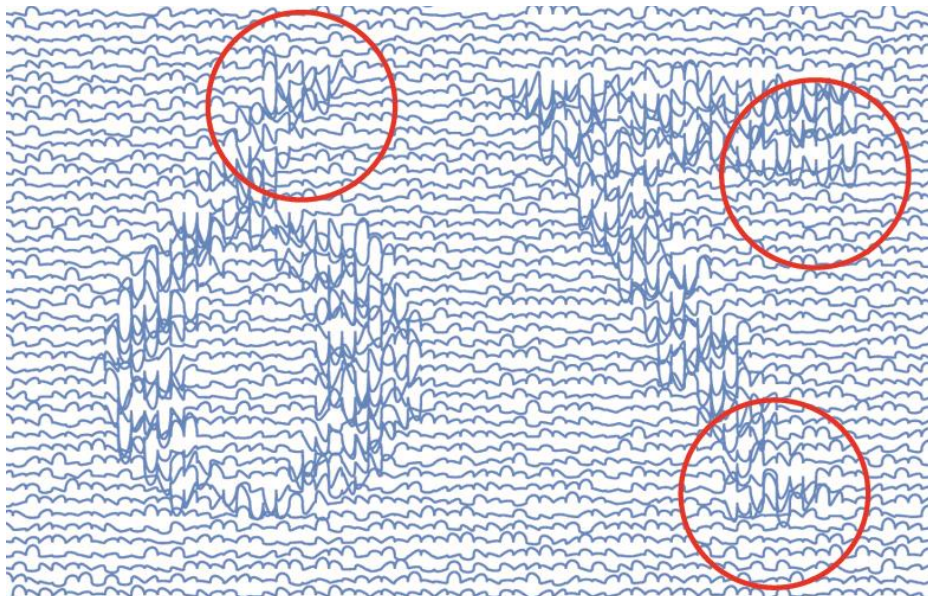
Kako je spomenuto, tipografija se testira kroz upotrebu algoritma za linijsku grafiku. Na slici 46 vide se brojevi kroz prvi od tri algoritma.





**Slika 46. Brojevi obrađeni pomoću prvog algoritma**

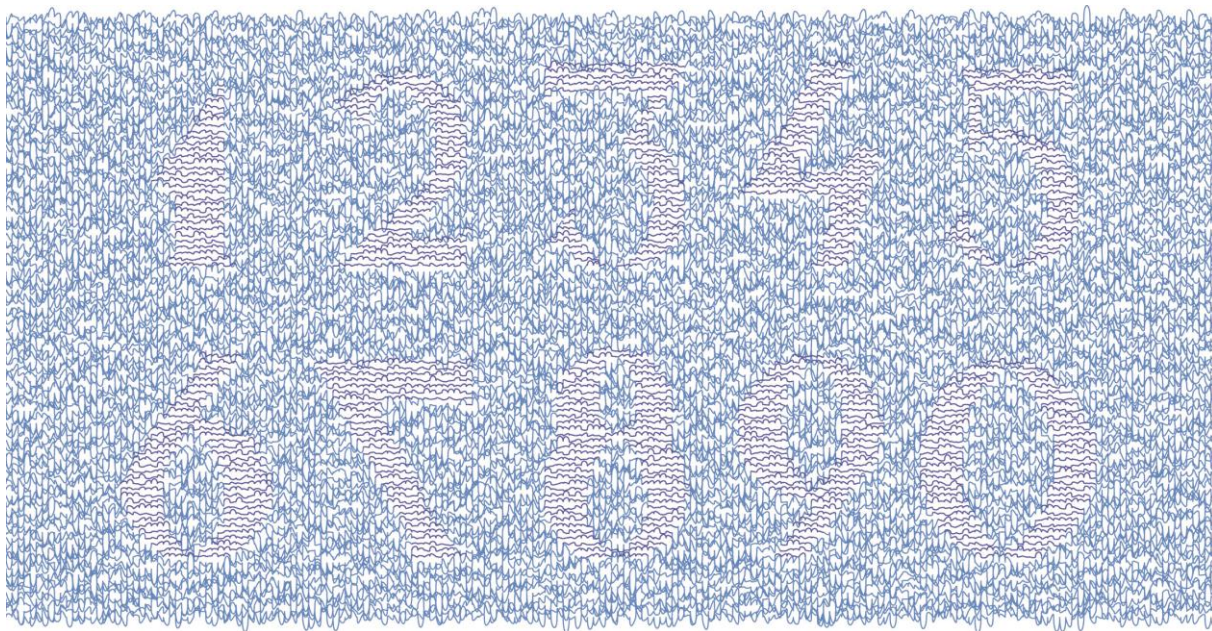
Kako ovaj algoritam stvara velik „šum“, na nekim mjestima se gube i dijelovi znakova kao što su serifi. Na slici 47 vidimo povećani prikaz brojeva 6 i 7 koji su prilikom obrade izgubili serife.



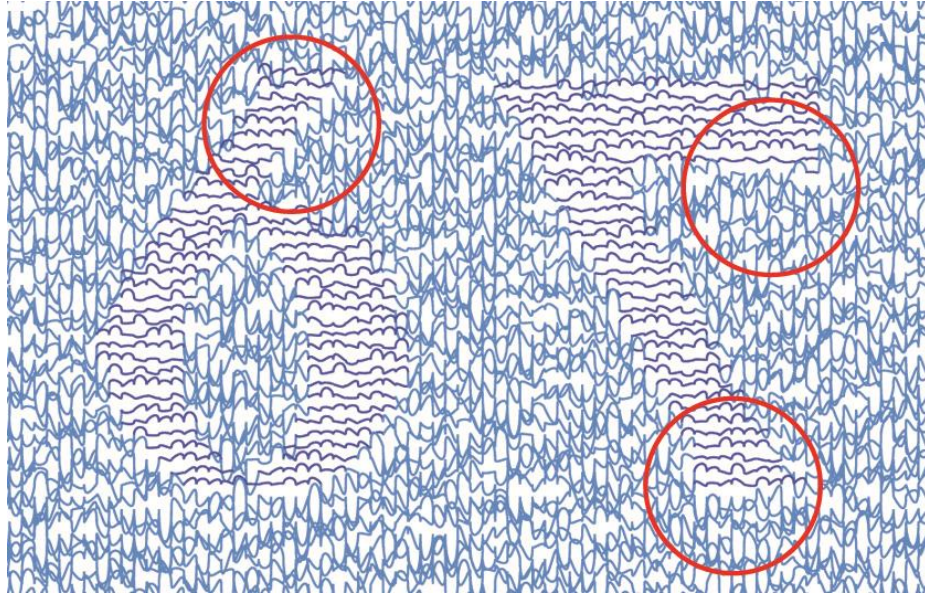
**Slika 47. Povećani prikaz brojeva 6 i 7**



Upotrebom drugog algoritma koji je veoma sličan prvome, samo s većim kolorističkim kontrastom, vidi se da je kod serifa povećana bjelina tj. međusobni razmak linija, no serifi su opet izgubljeni unutar „šuma“ sl.48, sl.49. Isto tako vidi se da iako je brojčani kontrast veći, u praksi ne izgleda tako.

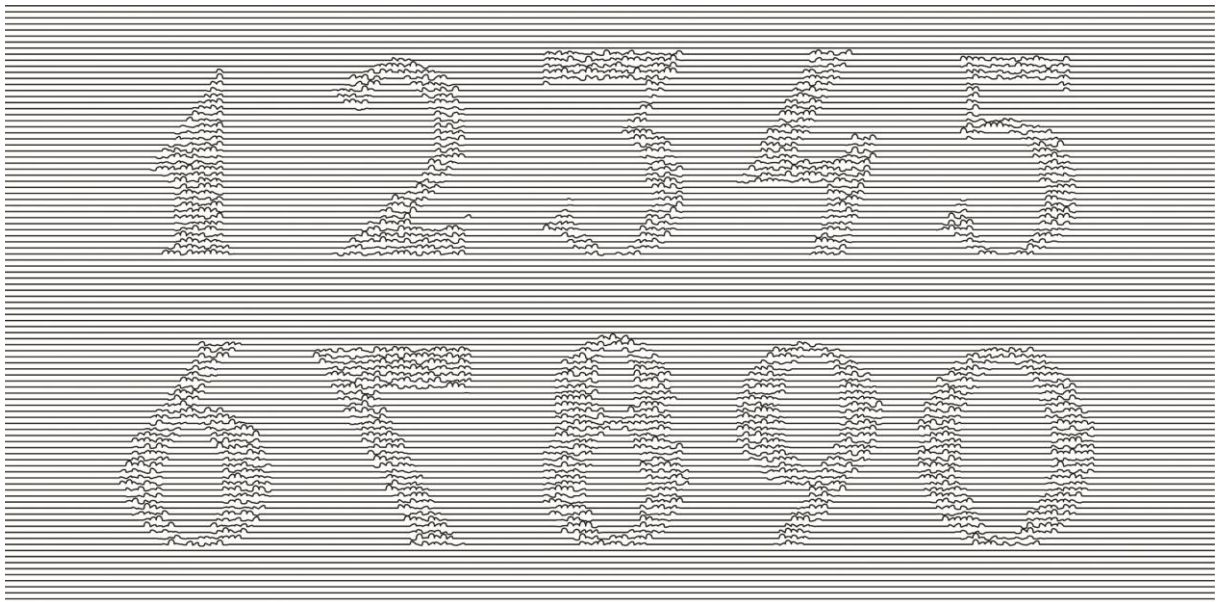


**Slika 48. Brojevi obrađeni pomoću drugog algoritma**



**Slika 49. Povećani prikaz brojeva 6 i 7**

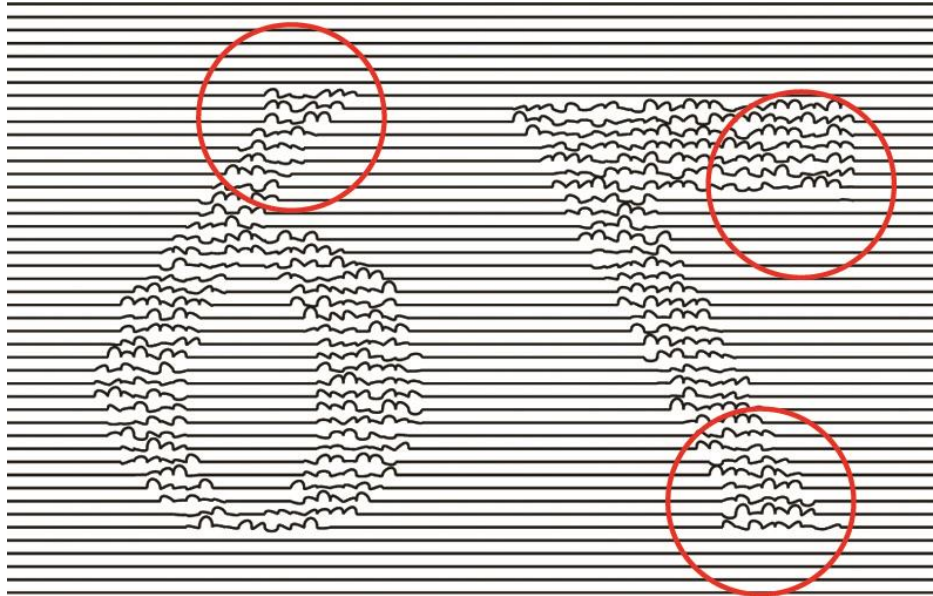
Treći algoritam ima najveći kontrast pozadine i umetnute slike, brojevi su ovdje najčitljiviji te najjasnije izvedeni sl.50.



**Slika 50. Brojevi obrađeni pomoću trećeg algoritma**

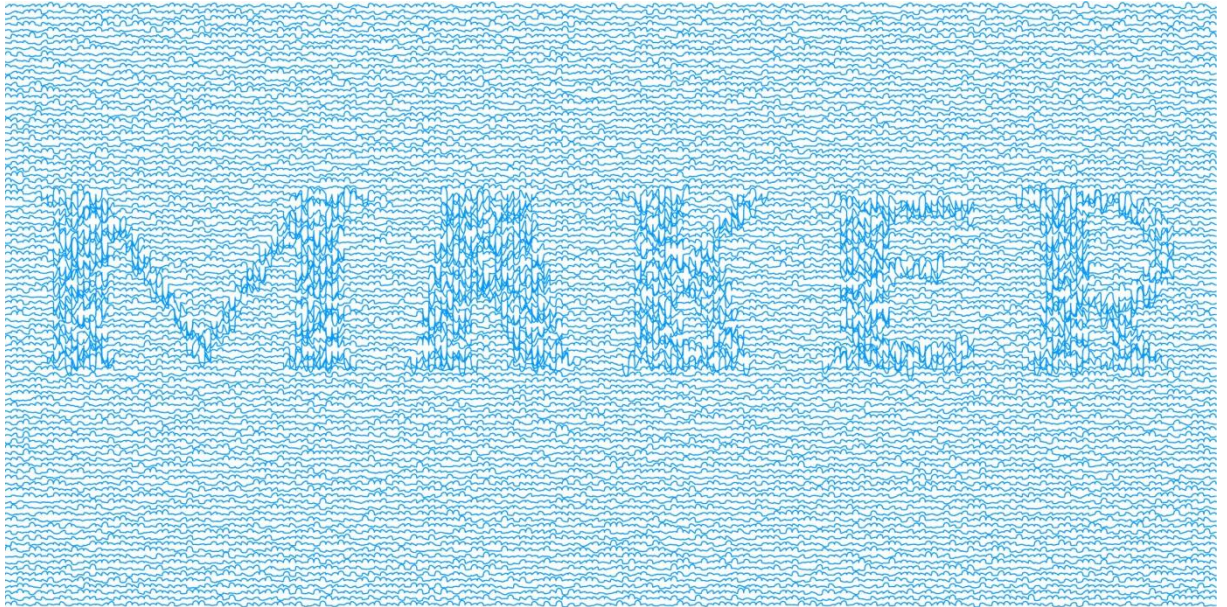


Brojevi imaju liniju promjenjive debljine te se na nekim mjestima gubi forma znaka. Na brojevima 6 i 7 vidi se da je serif slabo uočiv, no dovoljno da zadrži svoju formu, sl.51.



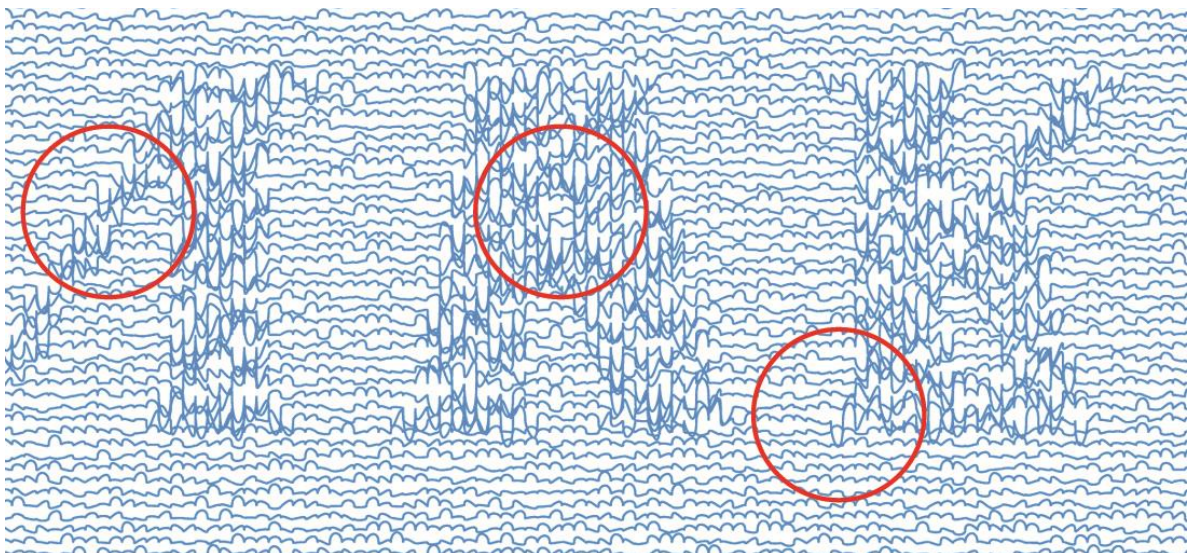
**Slika 51. Povećani prikaz brojeva 6 i 7**

Slovni znakovi, za razliku od brojeva, imaju nešto kompliciraniju formu. Prilikom upotrebe prvog algoritma na regular fontu vidljivo je da se forma nekih slovnih znakova gubi kao i serifi sl. 52.



**Slika 52. Regular rez fonta obrađen pomoću prvog algoritma**

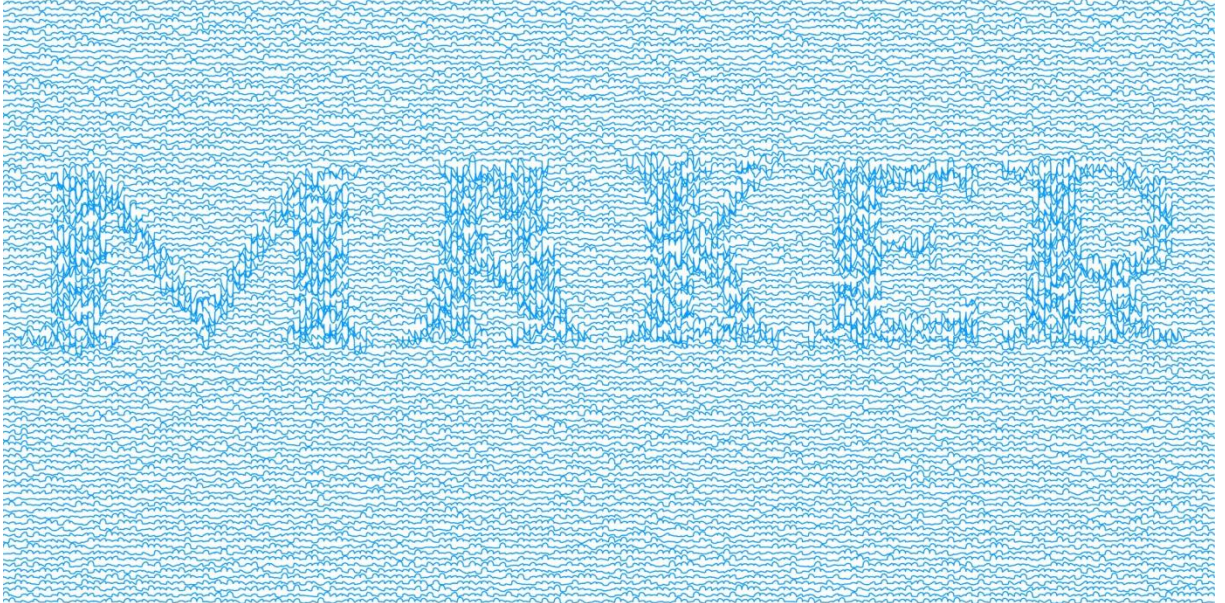
Na povećanom prikazu vidi se da algoritam loše podnosi tanje serife te slova koja imaju potez promjenjive debljine. Isto tako, bjelina unutar slova je premala da bi ju algoritam očitao i tako generirao, kao što se vidi na slici 53.



**Slika 53. Povećani prikaz slova M,A,K na kojima se vide navedeni nedostaci**



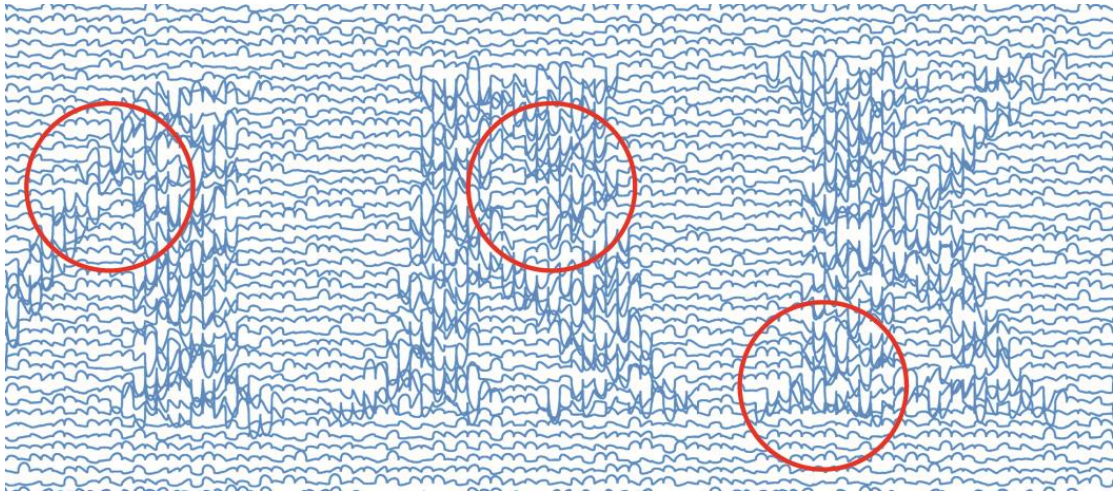
Prilikom korištenja debljeg, bold, reza, vidljiv je veći postotak jasno izvedenih slova, naznake serifa i jasnije naznačene bjeline, sl.54.



**Slika 54. Bold rez fonta obrađen pomoću prvog algoritma**

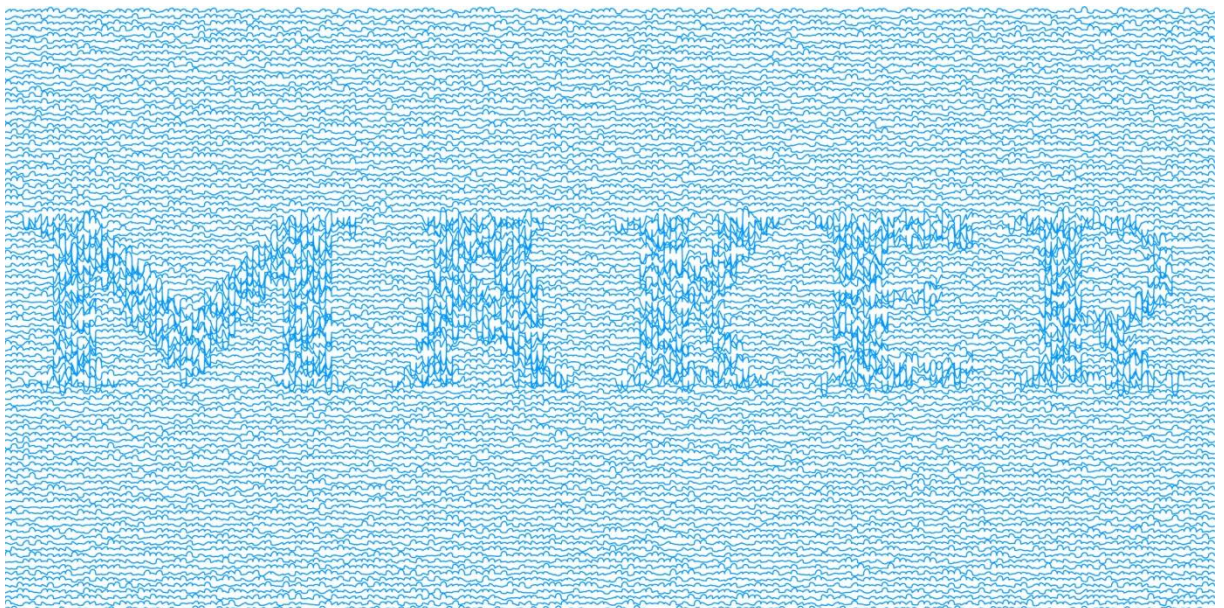
Na povećanom prikazu sl. 55 jasnije se vidi kako je veći kontrast pozadine i linija, kao i vidljivi serifi i bjeline. Tome je pridonijelo povećanje debljine serifa, kao i poteza unutar slovnog znaka čime se stvorio i veći kontrast.





**Slika 55. Povećani prikaz slova M,A,K na kojima se vide navedeni nedostaci**

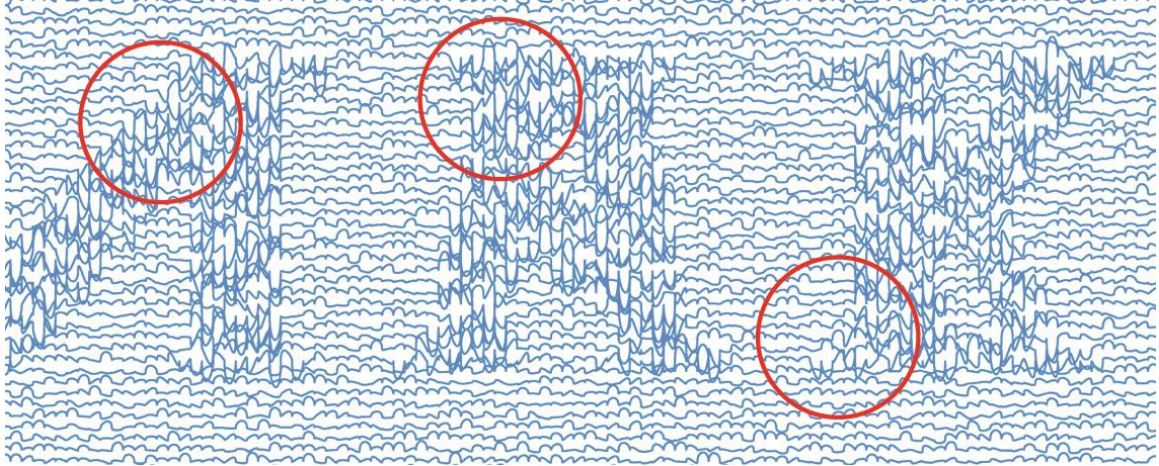
Najdeblji rez, black, ima ujednačene poteze i najdeblje i najšire serife kao i najveći kontrast između bjelina. Na slici 56 vidljiv je black rez fonta.



**Slika 56. Black rez fonta obrađen pomoću prvog algoritma**



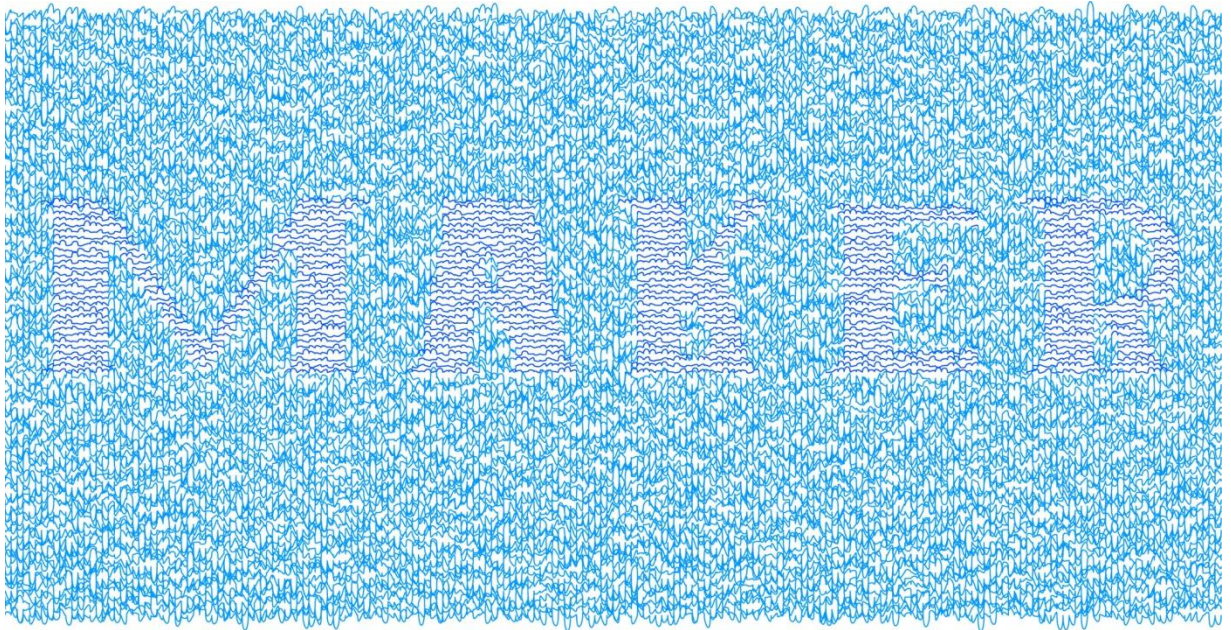
Svi prethodno spomenuti problematični dijelovi, na black rezu su najjasnije izvedeni kao što se vidi na slici 57.



**Slika57. Povećani prikaz slova M,A,K**

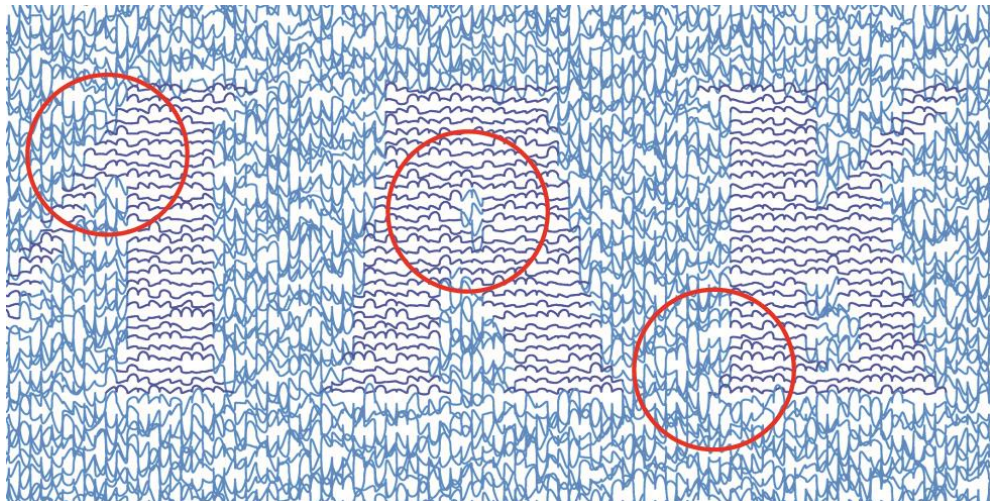
Drugi algoritam, kao i prvi, ima slične rezultate iako je kontrast brojčano veći. Na regular rezu pokazuje sličan uzorak ponašanja na serifima i ostalim spomenutim područjima kao što je vidljivo na slici 58.





**Slika 58. Regular rez fonta obrađen pomoću drugog algoritma**

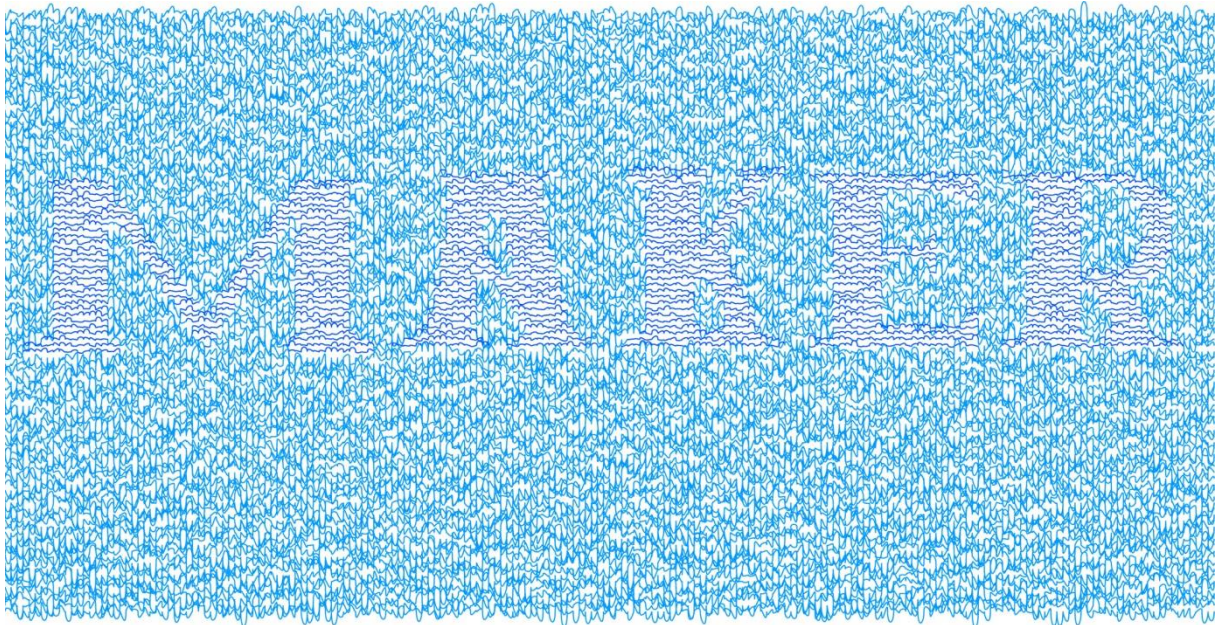
Kontrast je vizualno manji te je s time i prepoznatljivost slovnih znakova smanjena. Serifi se ne raspoznaju, ali bjeline i potezi su jasniji, kao što je vidljivo na slici 59.



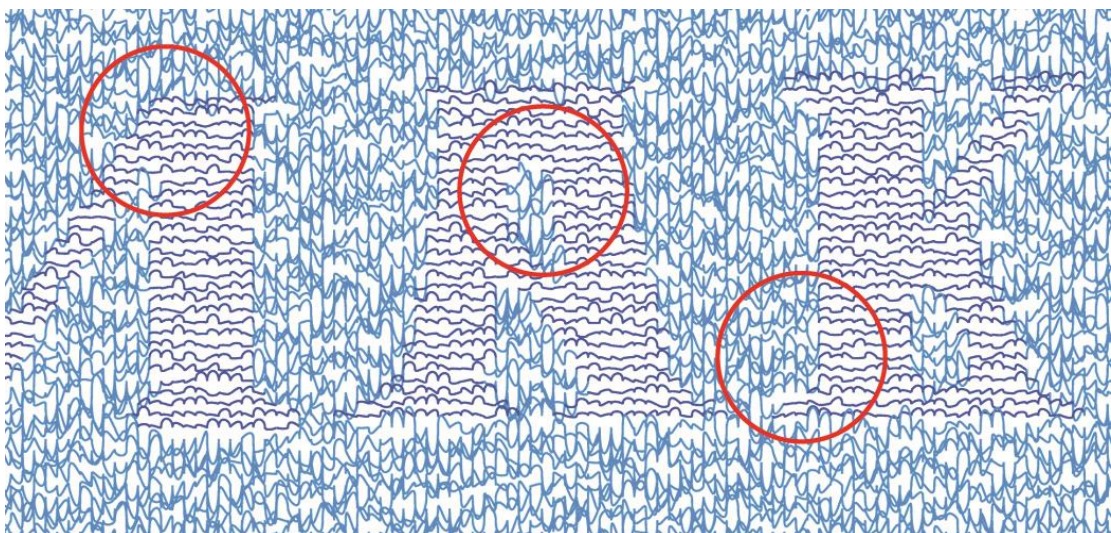
**Slika 59. Povećani prikaz slova M,A,K na kojima se vide navedeni nedostaci**



Bold, kao deblji rez, pokazuje kao i u prethodnim primjerima na prvom algoritmu iste rezultate. Serifi se vide kao i bjeline, dok je potez za razliku od prvog, zbog razlike u kontrastu smanjene vidljivosti, kao na slikama 60, 61.



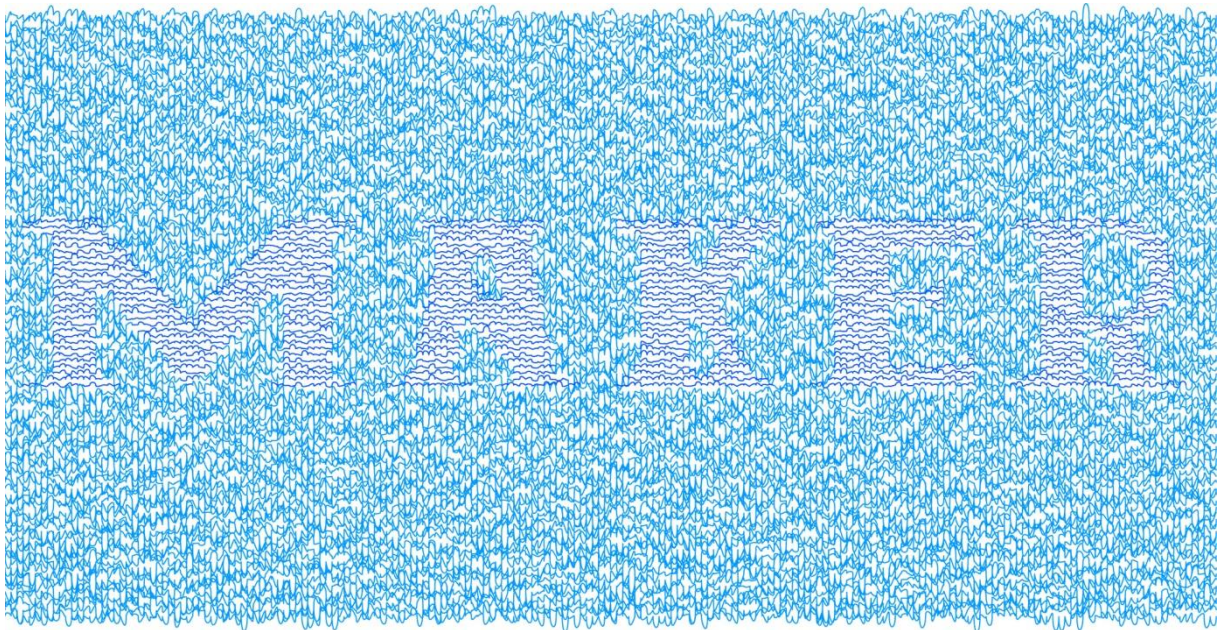
**Slika 60. Bold rez fonta obrađen pomoću drugog algoritma**



**Slika 61. Povećani prikaz slova M,A,K na kojima se vide navedeni nedostaci**

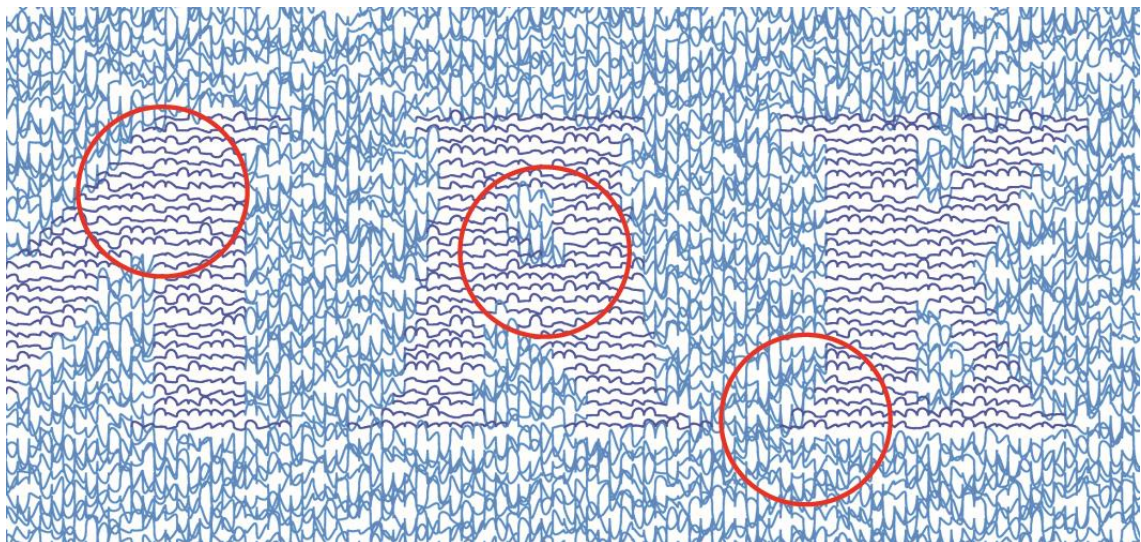


Black, kao najdeblji rez, daje najujednačnije i najbolje rezultate, sl.62.



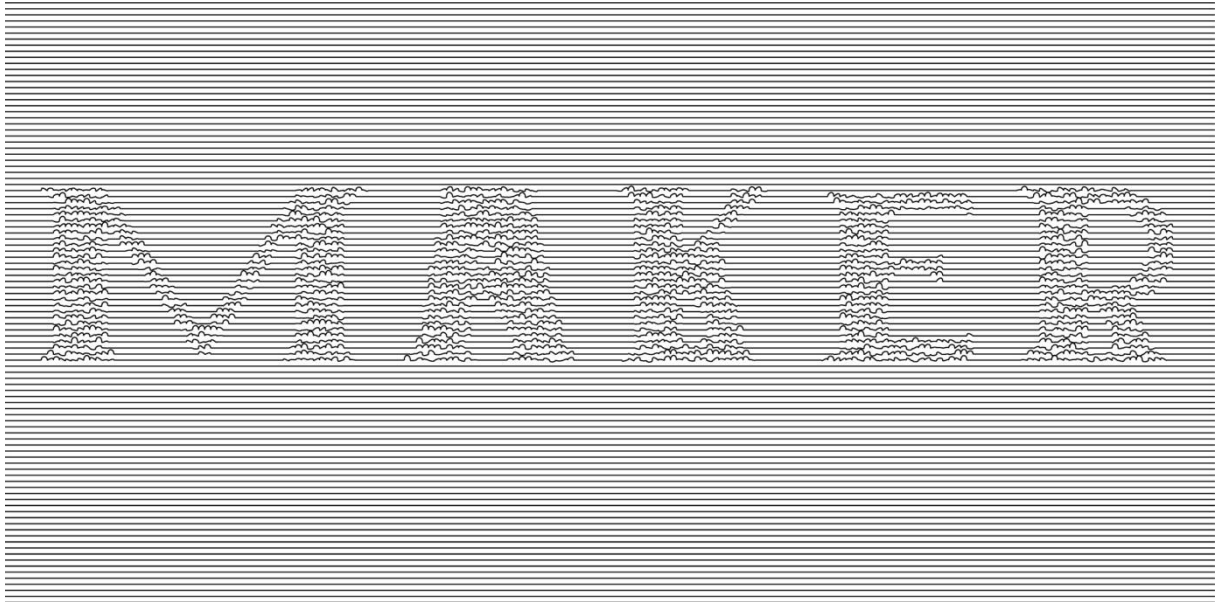
**Slika 62. Regular rez fonta obrađen pomoću drugog algoritma**

Serifi su vidljivi, bjeline su jasno naznačene, a potez svojom debljinom stvara kontrast, sl. 63.



**Slika 63. Povećani prikaz slova M,A,K na kojima se vide navedeni nedostaci**

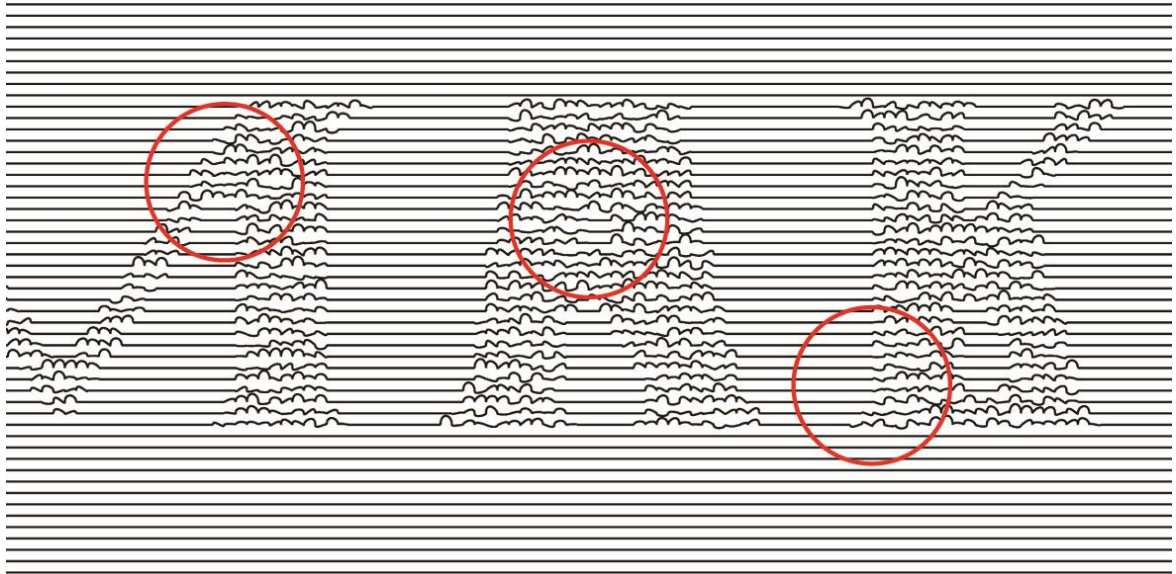
Treći algoritam pokazuje najbolje rezultate što se tiče čitljivosti samih slova i brojeva. Na primjeru slike 64 vidi se regular rez te se na njemu jasno razlikuje pozadina od tipografije, vidljivi su serifi i bjeline.



**Slika 64. Regular rez fonta obrađen pomoću trećeg algoritma**

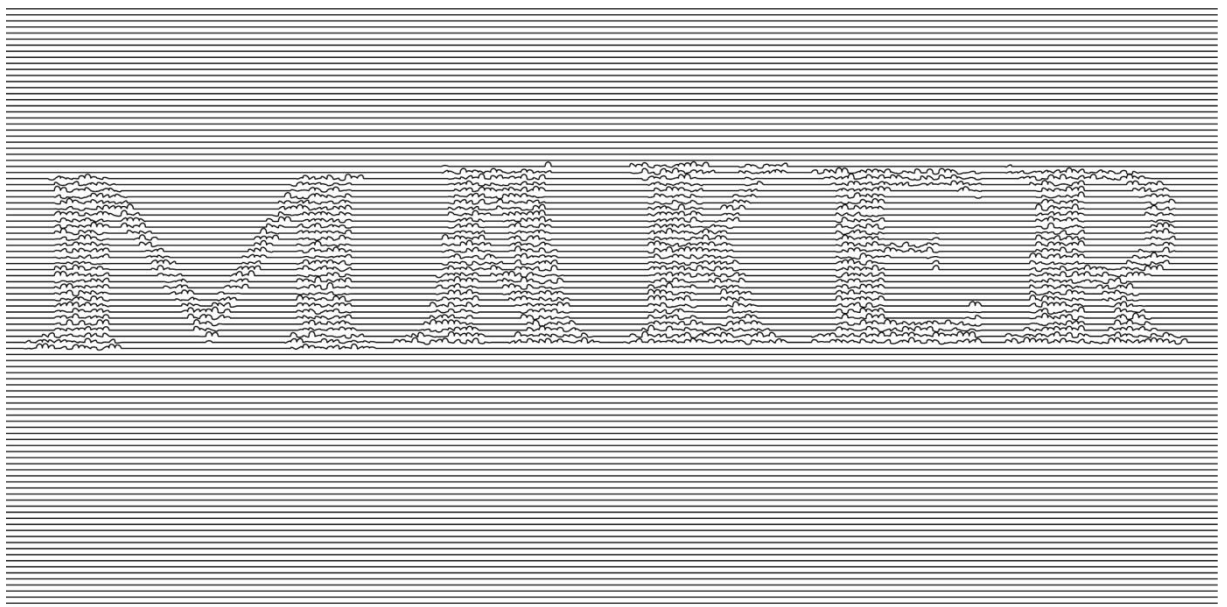
Na povećanom prikazu slike 65, vidi se kako korištenjem ovog algoritma fontovi koji imaju tanje serife mogu biti u potpunosti izvedeni. Spojni potez se unutar algoritma stopio pa je tako od oštrog postao krnji, no slovo nije time izgubilo svoju prepoznatljivost.





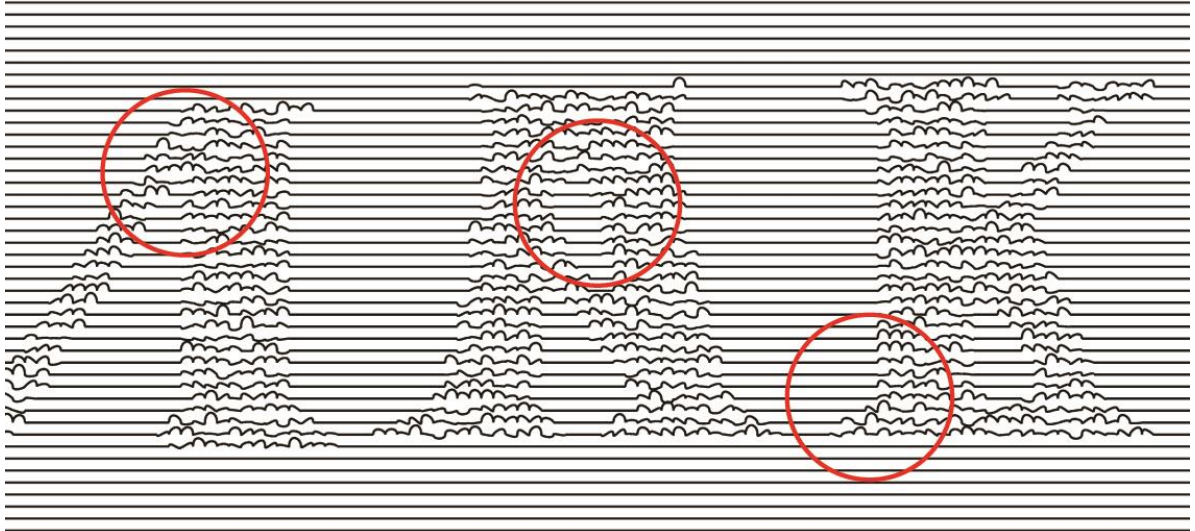
**Slika 65. Povećani prikaz slova M,A,K na kojima se vide navedeni nedostaci**

Bold rez se jednako dobro ponaša unutar trećeg algoritma. Slova su jasna, čitljiva, kao i detalji poput serifa, sl.66.



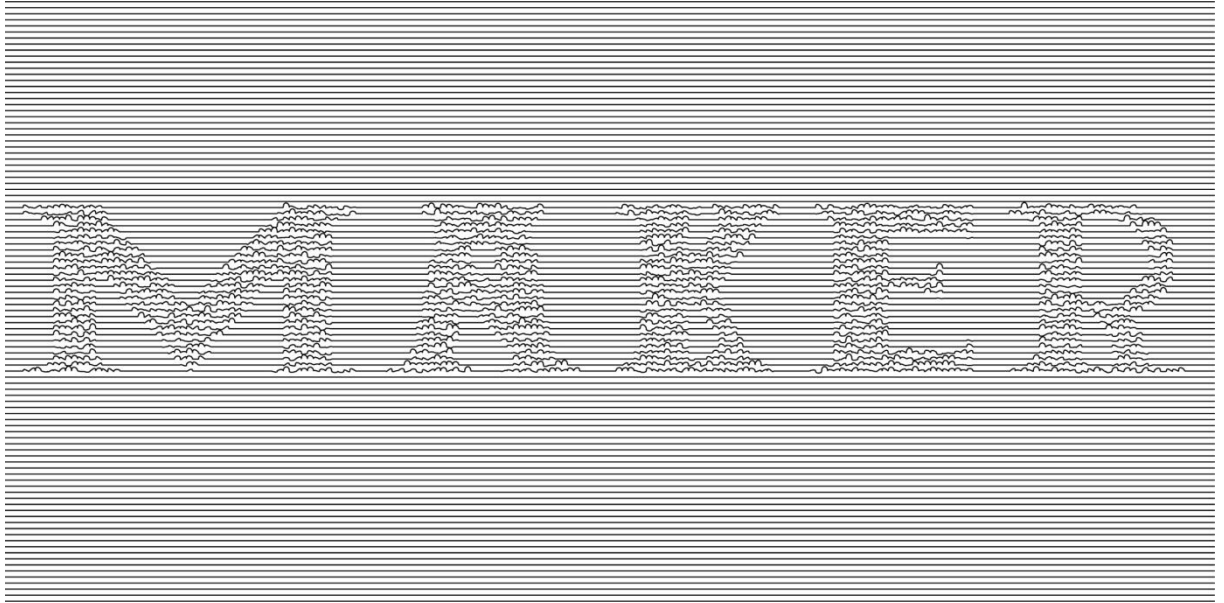
**Slika 66. Bold rez fonta obrađen pomoću trećeg algoritma**

Na povećanom prikazu vidi se da širi serif, kao i bolje definirane debljine, daju mnogo bolje rezultate, sl.67.



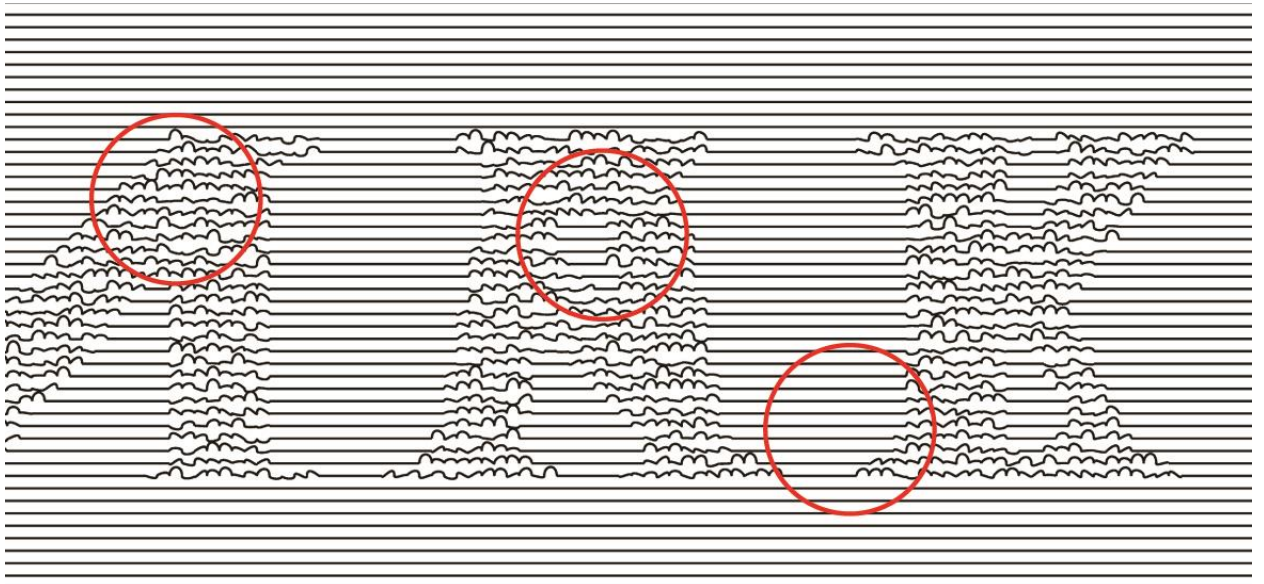
**Slika 67. Povećani prikaz slova M,A,K na kojima se vide navedeni nedostaci**

Treći, najdeblji rez, black, pokazao se najboljim rješenjm. Linijska grafika algoritma ga nije „pojela“ te se jasno razaznaju slova, kao i svi detalji sl.68.



**Slika 68. Black rez fonta obrađen pomoću trećeg algoritma**

Na povećanom prikazu vidljivo je da su svi detalji ostali jasni te da deblji fontovi, čak i sa serifima, mogu koegzistirati sa fraktalnom linijskom grafikom sl.69.



**Slika 69. Povećani prikaz slova M,A,K**

## 9. Zaključak

U ovom radu pokazana je simbioza linijske grafike i tipografije kao metoda u borbi protiv krivotvorenja. Kako tehnologija napreduje, razne metode i alati kao što su kućni skeneri i digitalni pisači postaju jeftiniji, a time i primamljiviji krivotvoriteljima. Kao rješenje predstavljena je zaštitna linijska grafika u individualiziranim serijama koja služi u simbiozi s individualiziranim tipografskim fontom kao adekvatna zaštita vrijednosnica, kao i dokumenata.

Na temelju provedenih istraživanja linijskom grafikom i individualiziranom tipografijom u ovom radu došlo se do nekoliko zaključaka; tanji pismovni rezovi slabije podnose linearizaciju, rezovi koji imaju potez promjenjive debljine isto te rezovi koji imaju tanje serife ili detalje. Isto tako, na čitljivost i raspoznavanje slovnog znaka utječe i optimalni razmak linija u ornamentu koji apliciramo na slovni znak. Bilo kakva predefinirana greška odnosno, individualizirani autorski element, pospješuje i podiže kvalitetu zaštite jer kućni skeneri i printeri često nemaju dovoljnu razlučljivost da bi grešku detektirali. Ako se koristi fraktalna linijska grafika, krivotvoritelj bez izvornog *PostScript* koda ne može ponoviti istu verziju zaštite. Kod ravne linijske grafike, kao što je spomenuto, veliku ulogu igra optimalni razmak linija, debljina, gustoća, ali i pozicioniranje slovnog znaka u svrhu očuvanja detalja poput serifa ili bjelina. Time se može zaključiti da su sve hipoteze iz rada potvrđene.

Prednost linijske grafike je razina individualizacije, kao i prilagodbe iste na razne oblike kao što je u ovom slučaju individualizirana tipografija s tri reza. Prednost je i cijena same izrade te razina zaštite koja se postiže unutar samog *PostScript* koda.

S rezultatima prikazanim u ovom radu može se zaključiti da je linijska grafika veoma pogodna za upotrebu na tipografiji, kao i adekvatna zaštita. Isto tako možemo zaključiti da će se, kako tehnologija napreduje, linijska grafika kao i tipografija i dalje koristiti i unapređivati u svrhu zaštite vrijednosnica.

## 10. Literatura

1. \*\*\*<http://www.forbes.com/sites/arieladams/2013/05/30/the-truth-about-replica-watches/> -The Truth about replica watches - 15.4.2015
2. \*\*\*<http://www.hnb.hr/novcan/krivotvorine/statistika-krivotvorina/kuna-i-strana-valuta/h-statistika-krivotvorina7-12-2014.pdf> - Statistički podaci o registriranim krivotvorenim novčanicama kuna i stranih valuta 1. siječnja – 31. prosinca 2011, (15.4.2015.)
3. \*\*\*<http://www.hnb.hr/novcan/hnovcan.htm> - Novac i numezmatika - 15.4. 2015.
4. \*\*\*<http://www.polymernotest.org/>- Polymer banknotes of the world – (17.4.2015)
5. \*\*\*<http://www.bankofcanada.ca/banknotes/bank-note-series/polymer/> - Bank of Canada/Polymer – (20.4.2015.)
6. \*\*\*<http://www.motherbedford.com/Watermark1B7.htm> - The advancement of watermark – (21.4.2015.)
7. Žiljak V. [1994]. Kuna, Papirnati Novac Republike Hrvatske, Hrvatska narodna banka i FS, Zagreb.
8. Mesaroš F. [1971]. Grafička enciklopedija, Tehnička knjiga, Zagreb
9. \*\*\*<http://www.tourbywatches.com/collection/guilloch%C3%A9/> - Guilloche models 25.4.2015
10. Žiljak V., Pap K. [2008]. PostScript, Print & Publishing International Verlagsges.m.b.H, Wien.

11. \*\*\*<http://www.theatlantic.com/technology/archive/2014/05/how-inkjet-printers-are-changing-the-art-of-counterfeit-money/361946/>- How injet printers are cahnging the art of counterfeit money (29.4.2015.)
12. \*\*\*<http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Orlov+Printing> – Orlov printing- (10.5.2015.)
13. \*\*\*<http://www.moneyfactory.gov/uscurrency/theproductionprocess.html> -The production of US dollar (14.5.2015.)
14. \*\*\*<http://www.linotype.com/711/pierresimonfournier.html> - Pierre Fournier - (15.5.2015)
15. \*\*\*<http://www.scribd.com/doc/9090658/Tipografski-prirucnik> - Tipografski priručnik –(15.5.2015.)
16. \*\*\*<http://currencyguide.eu/chf-en/100chf-en.html> - Currency guide- CHF – (20.5.2015.)
17. Pap K., Stanić Loknar N., Rudolf M., Koren A. [2014]. „Security graphics by PostScript managment of lines and typography“, Proceedings of 18th Inetrnational Conference on Printing, Design and Graphic Communications – Blaž Baromić (ed. Mikota M. ) .