

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET**

**KRISTINA MIHALJEVIĆ**

**PRIMJENA I KOMPOZICIJA  
INDIVIDUALIZIRANIH ZAŠTITNIH  
ELEMENATA LINIJSKE GRAFIKE U  
PROJEKTIRANJU NOVČANICA**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2015



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

KRISTINA MIHALJEVIĆ

**PRIMJENA I KOMPOZICIJA  
INDIVIDUALIZIRANIH ZAŠTITNIH  
ELEMENATA LINIJSKE GRAFIKE U  
PROJEKTIRANJU NOVČANICA**

DIPLOMSKI RAD

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

Student:  
Kristina Mihaljević

Zagreb, 2015

*Zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Ivani Žiljak Stanimirović kao i dr. sc. Nikolini Stanić Loknar na iskazanom povjerenju oko odabira teme i stručnim savjetima.*

*Zahvaljujem i svojoj mnogobrojnoj obitelji i prijateljima, a osobito roditeljima i sestri, što su mi pružili mogućnost obrazovanja i svu podršku koja mi je bila potrebna na tom putu.*

## SAŽETAK

Proces stvaranja novčanica je dugotrajan i složen, što rezultira kompleksnim rješenjima koja predstavljaju pravo remek djelo grafike. Novčanice su prožete brojnim detaljima i prenose različite informacije koje se analiziraju u teorijskom dijelu rada.

Prvotno se postavljaju kriteriji po kojima se izrađuje detaljna analiza velikog broja zaštitnih i konceptualnih elemenata na primjerima novčanica. Time je prikazan okvirni povijesni pregled razvoja novčanica i utjecaji kojima je bio izložen. Analizira se međuovisnost dizajna o sigurnosnim značajkama, te se ispituje razina informiranosti javnosti o zaštitama na novčanicama. Zaključuje se koje metode zaštite su najučinkovitije, te kako šira javnost najčešće provjerava autentičnost novčanica.

U eksperimentalnom dijelu rada se na temelju donesenih zaključaka iz teorijskog dijela izrađuje prototip novčanice koja je u najvećoj mjeri prožeta individualiziranim PostScript programskim rješenjima elemenata linijske grafike (rozete, mikrotekst, zaštitne linije, brojevi apoena), a od ostalih zaštita modeliran je individualizirani raster transformacijom matematičkog izraza u PostScript programski kod. Sve ostale zaštite tipične za novčanice simulirane su alatima za rastersku i vektorsku grafiku. U radu se ispituje utjecaj kompozicije zaštitnih elemenata na prepoznavanje autentičnosti novčanica, te efikasnost samih individualiziranih programskih rješenja.

***Ključne riječi:*** linijska grafika, raster, dizajn novčanica, zaštitni tisak, PostScript

## **ABSTRACT**

The process of creating banknotes is long and complicated, which results in complex solutions that actually represent a true masterpiece of graphics. Banknotes contain numerous details and communicate a variety of information that will be analyzed in the theoretical part of this thesis.

Originally set criteria by which detailed analysis is made, analysis of a large number of security and conceptual elements on the examples of banknotes. This provides a framework of historical overview about development of banknotes and it shows influences that it was exposed. The interdependence of design and security features also is analyzed, also the level of public awareness about banknote security features. It brings to the conclusion which protection methods are most effective, and how the general public usually check banknote security features.

The experimental part of the work is based on the adopted conclusions from the theoretical part as to create a digital banknote prototype. Prototype contains individualized Postscript solutions for vector graphics elements (rosettes, micro typography, security lines, numbers denomination) and from the other protections - individualized screen element is modeled by transformation of mathematical expression to the PostScript program code. All other types of protection that are typical for banknotes are simulated by tools for pixel and vector graphics. This work is testing the impact of the composition of security features in banknote authenticity recognition, and the effectiveness of individualized software solutions itself.

***Key words:*** *vector graphics, screen element, banknote design, security printing, PostScript*

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. RAZVOJ NOVČANICA KROZ POVIJEST .....	3
3. KARAKTERISTIKE NOVČANICA I ZAŠTITA NJIHOVIH INFORMACIJA ...	5
3.1. Osnovne informacije na novčanicama .....	5
3.2. Kriteriji za vrednovanje konceptualnih informacija na novčanicama.....	6
3.3. Zaštita informacija na novčanicama.....	20
3.3.1. Zaštite informacija ugovornom softverskom podrškom.....	22
3.3.2. Zaštita novčanica tiskovnom podlogom .....	24
3.3.3. Zaštita novčanica tehnikama tiska .....	27
3.3.4. Zaštita novčanica bojilima .....	31
4. ZAŠTITA NOVČANICA DIZAJNOM .....	33
4.1. Zaštita rasterskom grafikom.....	35
4.2. Zaštita linijskom grafikom .....	36
4.2.1. Linijska grafika u funkciji pozadine novčanice .....	37
4.2.2. Linijska grafika u funkciji ornamenata .....	38
4.2.3. Linijska grafika u funkciji tipografije .....	39
4.3. Izvedba portreta rasterskom i linijskom grafikom .....	40
4.4. Usporedni prikaz unikatne linijske grafike na novčanicama .....	43
5. ANALIZA MEĐUOVISNOSTI DIZAJNA I SIGURNOSNIH ZNAČAJKI.....	46
5.1. Ispitivanje razine informiranosti javnosti o grafičkim zaštitama te metodama provjeravanja autentičnosti novčanica .....	46
5.2. Utjecaj kompozicije zaštitnih elemenata na prepoznavanje autentičnosti novčanica.....	49

6.	EKSPERIMENTALNI DIO .....	55
6.1.	Cilj i hipoteze .....	55
6.2.	Metodologija i plan istraživanja.....	55
6.3.	Razrada koncepta .....	56
6.4.	Izvedba portreta tehnikom digitalnog graviranja .....	56
6.5.	Modeliranje individualiziranog rasterskog elementa .....	62
6.5.1.	Modeliranje transformacijom matematičkog izraza u postscript kod.....	62
6.5.2.	Simulacija individualiziranog rasterskog elementa u Adobe Photoshopu	68
6.5.3.	Izvedba portreta simulacijom rastera siluete Steve Jobsa.....	72
6.6.	Programiranje linijske grafike.....	76
6.6.1.	Izvedba mikrolinija linearizacijom predloška dijagonalnim linijama .....	76
6.6.2.	Programiranje mikrotipografije sa varijabilnom bojom .....	80
6.6.3.	Izrada broja apoena sa mikrotipografijom .....	83
6.6.4.	Programiranje rozete unutar tipografije za potrebe kontrolnog registra...	85
6.7.	Primjena i kompozicija individualiziranih zaštitnih elemenata na prototipu novčanice.....	87
6.7.1.	Lice novčanice .....	87
6.7.2.	Naličje novčanice.....	96
7.	ZAKLJUČAK.....	101
8.	LITERATURA .....	103
9.	POPIS SLIKA.....	105

## 1. UVOD

Dizajn novčanica u uskoj je vezi s tehnologijama izrade i važno je razumjeti zašto novčanica izgleda na određen i prepoznatljiv način. Novčanice su prožete brojnim detaljima i prenose različite informacije koje se analiziraju u teorijskom dijelu rada. Projektiranje novčanica uključuje stručnjake raznih profila, tako da se svaki tehnološki novitet u jednoj grani industrije na neki način odražava i na konačno rješenje pojedine novčanice.

Razvitkom tehnologija došlo je do mnogih promjena u procesu izrade novčanica, od kojih mnoge uvelike mijenjaju način na koji novac danas izgleda, no najvažnije, mijenja se i način na koji se provjerava sama autentičnost novčanica. Teži se stvaranju rješenja za čiju provjeru autentičnosti ljudski faktor ima minimalan utjecaj, u smislu da sigurnost i autentičnost novčanice nikad u potpunosti ne ovisi o vizualnoj ili taktilnoj procjeni šire javnosti. Najvažniji faktor kojeg je moguće kontrolirati u procesu cirkuliranja novčanica jest način plaćanja, odnosno prisutnost tehnologije koja omogućuje trenutnu provjeru autentičnosti novčanica. Budući da takva tehnologija nije u potpunosti zastupljena na svim mjestima gdje se obavlja plaćanje, još uvijek se dešavaju bolji ili lošiji slučajevi pokušaja imitiranja originalnog izgleda novčanica, odnosno slučajevi krivotvorenja novčanica. Krivotvoritelji na sve moguće načine pokušavaju imitirati izgled originalnih novčanica, stoga je neophodno da na novčanici postoji određen broj zaštitnih elemenata s kojima je šira javnost upoznata. Osim zaštitnih elemenata namijenjenih široj javnosti, postoje i ostale razine zaštite, od kojih su neke potpuno nepoznate i čuvane u strogoj tajnosti. Na novčanicama se nalaze brojne zaštite od kojih su neke namijenjene isključivo tome da se na eventualnim krivotvorinama može raditi forenzička analiza te time lakše doći u trag počinitelju. U radu su objašnjene najznačajnije metode zaštite novčanica; u smislu vidljivih i nevidljivih elemenata, zaštita koje se tiču bojila korištenih u postupku izrade, tehnika tiska, te zaštita ugrađenih u strukturu same tiskovne podloge.

Budući da opreznost i informiranost šire javnosti o zaštitama novčanica još uvijek u velikoj mjeri utječe na razlikovanje originala od krivotvorine, postavlja se pitanje koje su najučinkovitije metode zaštite novčanica, kao i to kako šira javnost najčešće provjerava autentičnost, odnosno da li uopće primjenjuje ikakve metode.



Ljudski faktor znao je odlučiti o primitku i daljnjem prosljeđivanju krivotvorenih novčanica vrlo loše kvalitete, na kojima su kvalitetnije imitirani samo neki od zaštitnih elemenata, dok brojne druge dobre zaštite, nažalost javnosti nedovoljno poznate, padaju u drugi plan, čime se gubi smisao njihove prisutnosti, a proces izrade nepotrebno poskupljuje.

Shodno tom pitanju u ovom radu provedeno je istraživanje razine informiranosti javnosti o zaštitama na novčanicama, te o najzastupljenijim načinima provjeravanja autentičnosti. Osim toga analizira se međuovisnost dizajna o sigurnosnim značajkama te se ispituje da li dizajn koji se smatra estetski privlačnijim pridonosi većem interesu za poznavanjem zaštita i u konačnici boljem prepoznavanju autentičnosti istih. Zaključuje se da li se zaštite na novčanicama, namijenjene široj javnosti, lakše raspoznaju ako je u sklopu dizajna kompozicija zaštitnih elemenata posložena po određenom slijedu koji formira uzorak kojeg ljudsko oko prati po novčanici (paralelno s brojem samih zaštita).

Zaštitna grafika na novčanicama može se podijeliti ugrubo na rastersku i linijsku grafiku, čiji je značaj, a osobito značaj linijske grafike, objašnjen u radu.

U eksperimentalnom dijelu rada primjenjuju se sva saznanja iz teorijskog dijela, o postupku stvaranja koncepta dizajna novčanica i njihovih zaštita, te ih se implementira u individualizirano, što sigurnije rješenje prototipa novčanice. Rješenje nastaje kao kombinacija više zaštitnih elemenata linijske grafike izrađene u programskom jeziku PostScript, te alatima rasterske i vektorske grafike, Adobe Photoshopa i Illustratora. Slijedi testiranje učinkovitosti svih ukomponiranih elemenata te razmatranje mogućnosti drugačije primjene. Ukomponirani elementi su zaštitne linije nastale linearizacijom individualiziranih predložaka, rozeta unutar tipografije za potrebe kontrolnog registra, mikrotekst u različitim oblicima, broj apoena ispunjen mikrotekстом. Prikazuje se izvedba portreta tehnikom digitalnog graviranja zaštitnim linijama. Za potrebe prototipa novčanice modelira se i individualizirani raster, transformacijom matematičkog izraza u PostScript programski jezik. Sam oblik rasterskog elementa prikazan je u 3D i 2D prikazu unošenjem komandi u program Wolfram Mathematica 10.2.

## 2. RAZVOJ NOVČANICA KROZ POVIJEST

Novčanica predstavlja vrhunac grafičke tehnologije u trenutku izdavanja nove serije i dio je vizualnog identiteta nekog naroda, simbol državnosti, te nacionalni ponos. Novčanice su jedan od rijetkih grafičkih proizvoda za koje bi se moglo reći da su nekomercijalne i da nemaju specifičnu ciljanu skupinu. Izrađuju se tako da budu svima prepoznatljive kao novčanice na tiskanom komadu papira bez obzira na valutu, čak i s određene distance. Svaka novčanica mora biti reprezentativna za svoju zemlju, mora izazivati određene osjećaje i ostaviti željene dojmove. Najvažnija karakteristika novčanica je upravo autentičnost, budući da simbolizira državnu i privatnu imovinu, javnost mora vjerovati u njenu funkcionalnost i sigurnost izrade. Stoga se za samu izradu koriste brojne sofisticirane metode zaštita, od kojih su mnoge još uvijek čuvane u strogoj tajnosti.

Novčanice su se prvi put pojavile u Kini u 7. stoljeću u vrijeme dinastije Tang, gdje su služile trgovcima kojima su papirnate mjenice bile daleko praktičnije sredstvo plaćanja od dotada korištenih bakrenih kovanica[1]. Prva država koja u Europi počinje koristiti papirnati novac je Švedska. U Hrvatskoj je zabilježena prva uporaba papirnatog novca na otoku Pagu 1778. godine pod nazivom Paški asignat. Do tada je sredstvo plaćanja bila sol.

Imena valuta često se odnose na:

- Plemenite metale poput zlata (npr. gulden , zlota) ili srebra (rupija),
- Težinu (npr. funta, peso),
- Oblike npr. krug (yen),
- Simboli, npr. štit (escudo), kraljevstvo (kruna) ili lav ( npr. lev,Leu),
- Nacionalne heroje kao Colon u Kostariki (posvećen Kristoforu Kolumbu)
- Gradove, države ili regije (npr. valuta afgani, koja se odnosi na Afganistan, ili Leone , pozivajući se na Sierra Leone); i euro (koji se odnosi na Europu).

Nakon imena valute, razvija se simbol valute, kao glavni element dizajna valute.

Valuta britanske funte je jedan od poznatih simbola, koji označava u biti slovo „L“, prema latinskom nazivu za vagu „libra“, nastao u 17.stoljeću. Danas su prisutni razni simboli za valute: euro, američki dolar, indijsku rupiju, tursku liru, japanski yen i sl. Ako simbol ima dvostruku crtu to označava stabilnost (slika 1.).

€ EU: Euro	\$ US: Dollar	¥ China: Yuan	¥ Japan: Yen
DM Germany: Deutsche Mark	Fr France: Franc	£ UK: Pound	£ Italy: Lira
R\$ Brazil: Real	C\$ Canada: Dollar	₽ Russia: Rouble	₹ India: Rupee
₪ Spain: Peseta	A\$ Australia: Dollar	Mex\$ Mexico: Peso	₩ South Korea: Won
f Netherlands: Guilder	TL Turkey: Lira	Rp Indonesia: Rupiah	SFr Switzerland: Franc

*Slika 1. Simboli za nacionalne valute*

**Izvor:** <http://i.imgur.com/hP0c5D2.jpg> (20.5.2015.)

Na Svijetu trenutno cirkulira oko 155 valuta. Broj varira analogno s promjenama uzrokovanim ekonomskim i političkim zbivanjima [2].

Kako će izgledati koja novčanica odlučuje komisija centralnih ili nacionalnih banaka između više ponuđenih prijedloga dizajna. Često se odrede neke osnovne smjernice što se očekuje od pojedinog dizajna, no dobro je i da dizajner bude otvoren po pitanju dizajna i predloži nešto suvremenije.

U procesu projektiranja novčanica postoje osnovni kriteriji kojima novčanica mora udovoljiti, bilo da se tiču samog dizajna ili tehnoloških zahtjeva, što je detaljnije obrađeno u nastavku rada.

### **3. KARAKTERISTIKE NOVČANICA I ZAŠTITA NJIHOVIH INFORMACIJA**

Projektiranje novčanica je spoj umjetničkog i tehnološkog rada gdje su mnogi podaci sabijeni u ograničeni format. Cilj je da svaka novčanica pokriva obavezni dio informiranja s jedne strane, te tehnološki dio kao zaštita od krivotvorenja i falsificiranja[3]. Sukladno tome postavljaju se kriteriji za analizu informacija i karakteristika na novčanicama.

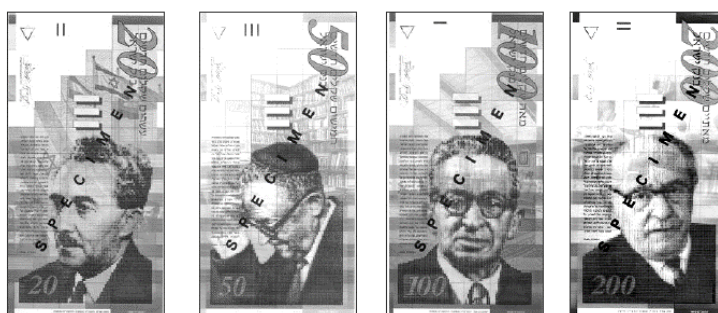
Informacije i karakteristike se mogu podijeliti na osnovne koje sadrži svaka novčanica i na konceptualne informacije i karakteristike pojedinih serija, a navedene informacije dalje se mogu analizirati s aspekta zaštite istih; pri čemu se razlikuju zaštite vezane uz sigurnosne značajke dizajna, korištenih bojila, tehnika tiska i doradnih procesa, te tiskovne podloge. Svaka od tih informacija može biti otkrivena ili skrivena, te biti provjerena vizualnim, taktilnim, ili instrumentalnim putem.

#### **3.1. Osnovne informacije na novčanicama**

Osnovne informacije koje mora sadržavati svaka novčanica unutar izdane serije su; ime valute na nacionalnom ili nekom od svjetskih jezika, pretežito engleskom, ime države u kojoj se koristi, ime nacionalne ili centralne banke koja je izdaje, godina izdanja, potpis guvernera, predsjednika banke ili druge odgovorne osobe, glavni motiv lica, motiv naličja, nominalna vrijednost koja se ponavlja nekoliko puta na licu ili naličju, vodeni žig, te brojni sigurnosni zaštitni elementi od kojih dominiraju serijski broj, elementi linijske grafike i sl. Sve osnovne elemente važno je estetski ukomponirati na novčanicu, poštujući tehnološke i sigurnosne zahtjeve.

### 3.2. Kriteriji za vrednovanje konceptualnih informacija na novčanicama

Dizajniranje i tisak novčanica je kompleksan proces u kojemu sudjeluje više stručnjaka različitih profila. Proces započinje s proučavanjem povijesnih i kulturoloških aspekata zemlje za koju se novčanica dizajnira. Dizajneri često i posjete tu državu. Inženjeri raznih tehnologija se brinu o tom da novčanica bude što sigurnija, te da je šansa za krivotvorenjem minimalna. Postoji tradicionalni, moderni i progresivni stil dizajna novčanica. Podvrste uključuju geometrijske ili klasične elemente, jarke ili blijeđe boje, vertikalnu ili horizontalnu orijentaciju ili pak kombinaciju. Pomno se odabire glavni motiv; između flore, faune, kulturnih dobara, tehnoloških postignuća[4].



Slika 2. Uniforman format izraelskih novčanica (1999.g.)

Izvor: <https://banknotesoftheworld.files.wordpress.com/2012/06/1.jpg> (23.5.2015.)

Serijske novčanice za neku valutu se izdaju u apoenima. Svaki apoen novčanice ima svoj definirani format; preporučuje se da apoeni manje vrijednosti imaju manji format, a da se za apoen veće vrijednosti format dijagonalno, vertikalno ili horizontalno povećava, mada postoje izuzeci s uniformnim dimenzijama apoena unutar serije (slika 2.).

Odabir formata u kojem je unutar serije zastupljena varijacija dimenzija apoena pridonosi razlikovanju apoena, no to se također preporučuje zbog sigurnosti, budući da su krivotvoritelji skloni tome da na papir manjih apoena tiskaju veće apoene. U slučajevima krivotvorenja nije rijetkost da se na papir novčanice jedne valute tiska druga valuta, veće vrijednosti. Zbog toga je važno da se tijekom projektiranja novčanice odluči da papir ima specifičan ton po apoenu unutar serije koji se ne može promijeniti putem metoda kemijskog izbjeljivanja, a i da je višetonski vodeni žig prilično uočljiv u strukturi papira i da mu se motiv po apoenu mijenja unutar serije.

Veličina formata novčanica ovisi i o pratećoj tehnologiji koja je usko vezana uz transakcije ili sortiranje novca; bankomate i razne automate, te strojeve za sortiranje novca. Većina tih uređaja radi na principu da prihvaća apoenne definiranih dimenzija, težine, debljine, ili da skenira određen tip informacija ili pak bojila (poput magnetskih boja). Važno je uzeti u obzir kako funkcionira logistika u proizvodnji novčanica, gdje dimenzije paleta utječu na broj posloženih novčanica, odnosno na trošak proizvodnje i transporta. Pri određivanju samog formata prevladava pravilo zlatnog reza; odnosno koristi se kompozicijski zakon u kojem se manji dio prema većem odnosi kao veći dio prema ukupnom. Pritom je bitno naglasiti da novčanice danas ne bi smjele biti veće od 160x80 mm, da bi zadovoljavale sve standarde vezane uz prateću tehnologiju. Trend kojem se teži odnosi se na kreiranje novčanica uniformne širine, kojima se analogno unutar serije povećava duljina pojedinog apoen. Takav odabir formata rješava problem estetike dizajna kojeg uzrokuje skaliranje koncepta dizajna apoen kroz seriju.

Od velike je važnosti da novčanica stane u ruke korisnika, u njegov džep ili novčanik. Jedno vrijeme trend je bio da se rade novčanice sve manjih formata, radi toga što se veće novčanice više savijaju i oštećuju unutar novčanika.



*Slika 3. 100.000 pesosa – Filipini 1998.g.*

**Izvor:** <http://tomchao.com/as/phil18.html> (20.5.2015.)

Najveća novčanica ikad dizajnirana je 100.000 pesosa koju je kreirala Vlada Filipina 1998.g., kada je slavila stoljeće neovisnosti od španjolske vladavine. No ova novčanica je namijenjena kolekcionarima (slika 3.). Dimenzije su iznosile 355.6 x 215.9 mm.



Slika 4. 10 bani (Rumunjska, 1917.g.)

Izvor: <http://romaniatourism.com/images/smallest-banknote.jpg> (20.5.2015.)

Prema pronađenim informacijama najmanja novčanica na Svijetu bila je rumunjska novčanica od 10 bani izdana od Ministarstva financija Rumunjske 1917.g.pod hitnim postupkom u vrijeme Prvog Svjetskog rata (slika 4.). Izmjerene dimenzije su 27,5 x 38 mm.



Slika 5. Vertikalna orijentacija (Bermuda), kombinirana (Kolumbija), horizontalna (Uganda)

Izvor: *Designing Banknote Identity*, Hans de Heij

Spomenuto je kako se prilikom dizajniranja novčanice odabire orijentacija i kako se razlikuje vertikalna i horizontalna orijentacija, ili pak kombinacija (slika 5.). Prevladavaju novčanice s horizontalnom orijentacijom, no u novije vrijeme sve se češće dizajniraju

kombinacije zbog vertikalnog transfera novca iz bankomata ili raznih automata za plaćanje.

Horizontalna pak ima prednost jer se novčanice u tom smjeru stavljaju u većinu novčanika i stoga su one s takvom orijentacijom preglednije za raspoznavanje. Kombinacije su napravljene tako da je npr. samo broj apoeni novčanice postavljen horizontalno, a glavni motiv vertikalno, ili da se pak razlikuje orijentacija na licu i naličju novčanice što zadovoljava obje prednosti za prethodno dvije spomenute.



*Slika 6. Dominacija boje u seriji novčanica Europske unije*

**Izvor:** [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Euro\\_Series\\_Banknotes.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Euro_Series_Banknotes.png) (21.5.2015.)

Jedan od važnih kriterija jest dominacija boje po apoenima kroz seriju dizajniranih novčanica. Pridonosi tomu da se novčanice lakše međusobno raspoznaju, te da svaka dobije svoj specifičan izgled. Dominacija boje olakšava raspoznavanje novčanica osobama slabijeg vida. Na seriji novčanica eura vidljiva je dominacija različitih boja po apoeni (slika 6.).

Novčanice zemalja koje ne koriste latinsko pismo najčešće imaju svoje pismo s jedne strane novčanice, uglavnom lica, a na naličju je latinsko pismo. U većini slučajeva lice se odnosi na pojam „mi“, označavajući elemente dizajna koji se odnose na naciju čija je valuta, a naličje novčanice na pojam „vi“, označavajući elemente koji su namijenjeni strancima koji trajno ili privremeno borave u toj državi te se služe tom valutom.





Slika 7. Lice i naličje apoena Saudijske Arabije (1 rijal)

Izvor: <http://www.panix.com/~clay/currency/SA-21.jpg> (20.5.2015.)

Reprezentativan primjer je rijal Saudijske Arabije vidljiv na slici 7. Na licu novčanice nalazi se arapsko pismo, a na naličju latinsko.



Slika 8. Rezultati istraživanja o estetskoj privlačnosti novčanica

Izvor: *Designing Banknote Identity*, Hans de Heij

Koliko je nešto nekomu lijepo, subjektivan je doživljaj, no generalno gledajući doista postoje novčanice koje većini ljudi ili nisu ili jesu estetski privlačne. Na slici 8. primjer je rezultata provedenog istraživanja u kojem se ustanovilo koje novčanice se smatraju estetski privlačnijima. Nizozemskih 250 guldena veći broj ispitanika je ocijenio estetski privlačnijim od kanadskog i američkog dolara, ili pet eura i 25 guldena. Stoga se postavlja

pitanje na koje je odgovoreno u radu; da li interes za poznavanjem sigurnosnih značajki pojedinih novčanica raste analogno s doživljajem same novčanice estetski privlačnijom.

Glavni motiv je najvažniji odabir pri dizajnu novčanica. Prilikom odabira što će biti glavni motiv lica ili naličja treba biti suptilan i oprezan. U raznim serijama kroz povijest prevladavaju portreti istaknutih ličnosti. Mnoge središnje banke su odstupile od tog standarda i od dizajnera tražile nešto drugačije, budući da su klasične portrete smatrale neprimjerenim za novo stanje u duhu pojedine države, ili npr. novčanice eura nikako nisu mogle biti dizajnirane da portretiraju neku osobu, budući da je Europska Unija sastavljena iz više država te bi se takav odabir mogao protumačiti kao da postoji pristranost prema samo nekoj naciji[5].



Slika 9. "Velikih pet" na seriji južnoafričkog randa

Izvor: [http://nowheremag.com/wp-content/uploads/200\\_south-african-rand1.jpg](http://nowheremag.com/wp-content/uploads/200_south-african-rand1.jpg) (21.5.2015.)

Osim portreta, kao glavni motiv mogu biti i životinje koje su prepoznatljive u nekom području, npr. Južnoafrička Republika ima svoju poznatu seriju „Velikih pet“, na kojoj je lice svakog apoeni posvećeno Nelsonu Mandeli, a „Velikih pet“ odnosi se na portretiranje naličja s pet specifičnih životinja koje je najteže uloviti u toj zemlji; lav, afrički slon, bizon, leopard i crni nosorog (slika 9.).



*Slika 10. Serija švedske krune*

**Izvor:** [http://www.securamonde.com/wp-content/uploads/2015/02/Sweden\\_new-banknote-series-214x300.jpg](http://www.securamonde.com/wp-content/uploads/2015/02/Sweden_new-banknote-series-214x300.jpg) (21.5.2015.)

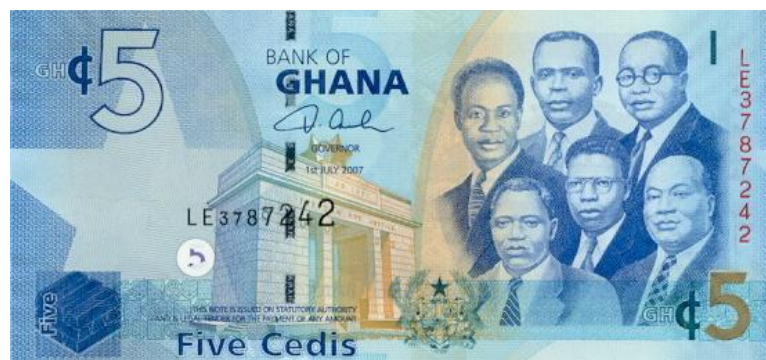
Švedska je najnovijim dizajnom i dalje odabrala portrete za glavni motiv; te se fokusirala samo na to tko će biti portretiran (slika 10). Švedska politika dizajna također je zahtijevala da naličje novčanice bude posvećeno prirodi i okolišu, a da je osoba s glavnog motiva morala živjeti i raditi unutar Švedske u 20. stoljeću te da je poznata široj javnosti unutar i van države, te da bi svaki apoen trebao predstavljati razne dijelove Švedske, ali i da postoji ravnomjerna raspodjela glavnih motiva prema spolu. Inače, samo u 11% novčanica na Svijetu glavni motiv je žena.



*Slika 11. 1000 pesosa (Filipini, 2010.)*

**Izvor:** <http://charleskeng.com/images-notes/P1000new.jpg> (22.5.2015.)

Također, najčešće je portretirana samo jedna osoba, mada postoji izuzetaka, npr. na novčanici od 1000 pesosa iz Filipina se mogu vidjeti tri osobe (slika 11.).



Slika 12. 5 cedija (Gana, 2007.g.)

Izvor: <http://ii.mypivots.com/banknotes/ghs-5-ghana-cedis-2.jpg> (25.5.2015.)

Na apoenu od pet cedija na novčanici Gane iz 2007.g. portretirano je šest osoba (slika 12.).

U zapadnoj kulturi primjerenim se smatra to da portreti imaju otvoreno lice, gledaju u korisnika novčanice i pokazuju mali osmijeh. Islamska kultura s područja Bliskog Istoka se dosta razlikovala od zapadne kulture po pitanju portreta.



Slika 13. Neke novčanice s područja islamske kulture. (Egipat, Sudan, Tunis, Saudijska Arabija)

Izvor: *Designing Banknote Identity*, Hans de Heij

Dugo vremena novčanice koje su korištene u islamskoj kulturi nisu uključivale portrete iz tradicionalnih, kulturoloških i religijskih razloga (slika 13.), no u novije vrijeme i to se mijenja.



Slika 14. Novčanice pakistanske rupije

Izvor: <http://www.fxexchangerate.com/currencyimages/pkr-500.jpeg> (22.5.2015.)

Primjer su veliki portreti na pakistanskoj rupiji gdje je portret osnivača Pakistana prisutan na svakom apoeni unutar serije (slika 14.).

Iako mnogi oblici novčanica imaju vizualno konzervativan izgled, ističući portrete istaknutih ličnosti i vođa, postoje novčanice iz cijelog Svijeta koje su odraz prave umjetnosti izričaja. Na specifičan način novčanica zapravo postaje kulturna i povijesna referenca države. Prikazuje se poznata arhitektura, životinje, umjetnici, geografska obilježja, nacionalna obilježja; koriste se zastave, himne, ljepote prirode, posebne biljke, tehnološka dostignuća.



Slika 15. Egipatske novčanice

Izvor: <http://goldium.net/2013update/EGP.jpg> (23.5.2015.)

Ponekad je moguće samo pogledom na neku novčanicu odrediti iz koje je zemlje. Takav primjer su egipatske novčanice (slika 15.), gdje su kao glavni motivi korišteni svjetski poznate Sfinge, Sultan Qayetbay džamija i ostala kulturna dobra.



*Slika 16. Dolar Hong Konga*

**Izvor:** <http://www.banknotes.com/HK400.JPG> (23.5.2015.)

Polimerna novčanica Hong Konga, poznata kao 25. polimerna novčanica, nosi dizajn koji se sastoji od lijepog apstraktnog rasporeda geometrijskih oblika u nijansama ružičasto-ljubičaste, plave i žute (slika 16.). Dizajn je impresivna referenca na modernu arhitekturu, kao i na svečane i kulturne aktivnosti u Hong Kongu.



*Slika 17. Suncokreti na nizozemskom guldenu (1990.)*

**Izvor:** <http://elmovies.nl/plaatjes/Gulden/50%20Gulden.JPG> (23.5.2015.)

Jaap Drupsteen 1990.g.dizajnirao je tadašnji nizozemski gulden, pri čemu je apoen od 50 guldena prikazivao niz suncokreta (slika 17.).



Slika 18. Aopen od 10 000 CPF

**Izvor:** <http://www.internetvibes.net/wp-content/uploads/10-wd0609-cool-currency.jpg> (23.5.2015.)

Valuta Francuske Polinezije, Nove Kaledonije, Wallis i Futune je CFP franak, uveden 1945. Tipično, jedna strana novčanice pokazuje prekrasni krajolik ili povijesne figure Nove Kaledonije, dok s druge strane ima onih iz Francuske Polinezije (slika 18.). Motivi su također; obalni krajolik Huahin, koralji, ribe, te hibiskus cvijeće na glavi žene.

Cook otoci, sastavljeni od 15 manjih otoka čine parlamentarnu samoupravljajuću demokraciju u sklopu Novog Zelanda, imaju svoju vlastitu valutu koja vrijedi samo na tom mjestu.



Slika 19. Cook otoci, tri dolara

**Izvor:** <https://www.robertsworldmoney.com/images/smallcookislands3dollarsp6gradeaunc-xf.jpg> (23.5.2015.)

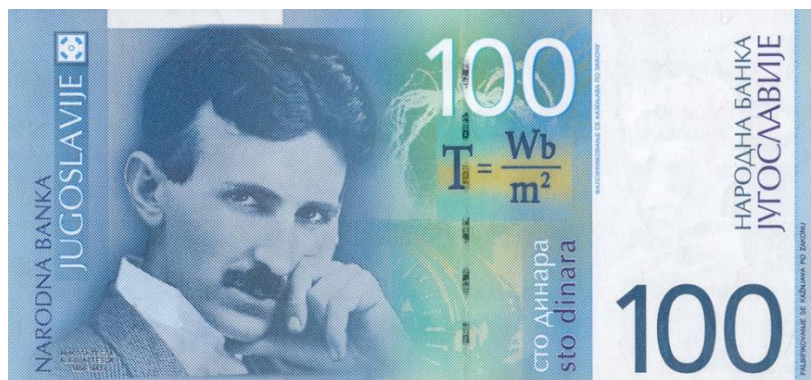
Novčanice postoje od 1987.g., te prikazuju različite aspekte južnopacifičkog života. Jedna od novčanica ima prikaz polinezijske mitološke figure Ine (slika 19.).



Slika 20. Australski apoen – 1 dolar, 1971.

Izvor: <http://www.leftovercurrency.com/Resources/1dollar1966.jpg> (23.5.2015.)

Na novčanicama se također može vidjeti povezanost sa nacionalnim obilježjima poput grba na australskoj novčanici iz 1971.g. (slika 20.)



Slika 21. Nikola Tesla na 100 dinara

Izvor: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Tesla100.jpg> (23.5.2015.)

Također prisutna je i povezanost s tehnološkim postignućima i znanosti ili istaknutom ličnošću iz tog polja, primjer je sto jugoslavenskih dinara kojima je glavni motiv Nikola Tesla (slika 21.).

Prilikom izdavanja serije novčanica, važno je da je svaki pojedinačni apoen logički, estetski, konceptom povezan jedan s drugim. To je vrlo važna stavka prilikom koje se planira što će se i kako dizajnirati. Promatrajući razne serije novčanica uočiti će se upravo



to; postoji pomno smišljena priča o toj zemlji, razlikuju se boje i formati apoena, motivi lica i naličja, no mora postojati i stilska povezanost između apoena unutar serije; bilo da se koristi slična linijska grafika, tipografija ili kompozicija svih elemenata. Najbolji primjer serijske teme su upravo novčanice eura. Europsku uniju ne čini samo jedna nacija, to je ono što je specifično za nju, zbog čega su kao glavni motiv lica uzeta vrata, jer aludiraju na politiku; „vrata otvaraju Svijet, otvaraju vidike, treba biti otvoren prema svima“, a motiv naličja su mostovi jer „mostovi povezuju ljude“. Dizajn je izradio Austrijanac Robert Kalina. Treba naglasiti da su svi mostovi i sva vrata fiktivna i u stvarnosti ne postoje.

Novčanice su odraz vremena u kojem su nastale. Prilikom osvrta na dizajn pojedinih novčanica važno je razumjeti ekonomska i politička pitanja koja su u vrijeme projektiranja novčanice bila aktualna.



Slika 22. Njemački notgeld (1921.g.)

Izvor: [https://c2.staticflickr.com/6/5005/5382245516\\_8ab7d10731.jpg](https://c2.staticflickr.com/6/5005/5382245516_8ab7d10731.jpg) (23.5.2015.)

Njemački hitni novac, također poznat kao notgeld, prvi put se pojavio početkom Prvog svjetskog rata, kada je nestašica kovanica i hiperinflacija učinila redovito poslovanje na tom prostoru nemogućim. Kako bi popunili prazninu, tvrtke i lokalne vlasti počele su ispis notgelda. Korišteni materijali uključivali su keramiku, drvo, kožu ili čak papirnate plahte delikatno ilustriranih od strane umjetnika. Motivi su bili razni, od romantičnog folkloru do socijalne satire, ostavljajući iza sebe kulturni rekord ovog razdoblja u njemačkoj povijesti (slika 22.). Do 1923.g.hiperinflacija je astronomski devalvirala valutu, pa je njemačka vlada stvorila novu, naziva Rentenmark. Proizvodnja notgelda time je završila.



Slika 23. Utjecaj hiperinflacije na izgled novčanice Zimbabvea (2008)

Izvor: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Zimbabwe\\_\\$100\\_trillion\\_2009\\_Obverse.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Zimbabwe_$100_trillion_2009_Obverse.jpg)  
(23.5.2015.)

Sto trilijuna dolara iz Zimbabvea je također primjer utjecaja ekonomije, odnosno hiperinflacije na dizajn novčanice. Toliko velik broj denominacije zauzima velik dio novčanice (slika 23.). U to vrijeme stopa inflacije u Zimbabveu iznosila je zapanjujućih 231 milijun posto.



Slika 24. Zairska novčanica nakon promjene političkog režima

Izvor: <http://www.chinadaily.com.cn/life/images/attachement/jpg/site1/20130516/00221910da6c12fe806955.jpg>  
(23.5.2015.)

Godine 1997.g., afrička zemlja Zair, danas poznata kao Demokratska Republika Kongo, zbacila je totalitarni režim Joseph Mobutua. Kad se nova vlada našla u nedostatku gotovine, odlučili su koristiti velike hrpe starih zairskih novčanica, te jednostavno probiti sliku Mobutua, dok se nova valuta ne dizajnira i otisne (slika 24.).

Prilikom dizajniranja novca treba biti osobito oprezan u točnosti i izvornosti sadržaja koji se stavlja na novčanicu. Pritom može doći do zabune ili krive interpretacije sadržaja.



*Slika 25. Detalj sa kanadske novčanice iz 1954.g*

**Izvor:** <http://canadacurrency.com/wp-content/uploads/2015/04/Devils-Face.jpg> (23.5.2015.)

1954.g. Kanada je izdala niz novčanica koje su sadržavale portret kraljice Elizabete II na prednjoj strani svakog apoen. No nedugo nakon izdavanja, uočeno je kako na kosi kraljice, s desne strane, dizajn sadrži sliku koja bi se mogla protumačiti kao lice 'vraga'. Slijedom toga, 1955.g. napravljena je ispravka kose i izdane su nove novčanice (slika 25.).

Može se zaključiti da više nema tolike potrebe portretirati velike povijesne sunarodnjake da bi se stvorilo povjerenje u novčanice. Istina jest da dodavanje ljudske figure osigurava život i raznolikost novom dizajnu novčanice. No osoba na glavnom motivu može biti i fiktivna, fantazija ili se prikazati kao silueta. Savjetuje se da portret izaziva pozitivne emocije, no mora biti izabran s pažnjom i odabir ne bi smio biti pristran prema određenoj skupini ljudi ako se dizajnira novčanica za valutu unije više naroda. Također prilikom promišljanja o konceptu dizajna novčanica, važno je voditi računa o tehnološkim uvjetima i standardima koji bi ako su zanemareni mogli dovesti do odbacivanja rješenja.

### **3.3.Zaštita informacija na novčanicama**

Prisutnost sigurnosnih značajki i njihovih tipičnih karakteristika nosi određenu težinu uvjerljivosti u pogledu izvornosti novčanica. Sigurnosne značajke omogućavaju da se provjeri autentičnost novčanica. Ako su prisutne sve sigurnosne značajke, novčanica je originalna.



Slika 26. Upozorenje o kažnjavanju krivotvorenja (jugoslavenski dinar)

**Izvor:** <http://www.nostate.com/wordpress/wp-content/uploads/2009/08/Five-hundred-billion-dinars-Yugoslavia.jpg>  
(24.5.2015.)

Krivotvorenje je zakonski kažnjivo, a krivotvorine služe kao sudski dokazi. Na brojnim novčanicama kroz povijest u sklopu dizajna nalazila se i poruka koja upozorava na to da je krivotvorenje zakonski kažnjivo. Na slici 26. prikazan je detalj s jugoslavenskog dinara na kojem je vidljivo upozorenje da se krivotvorenje kažnjava.

Vještačenje se provodi nerazornim forenzičkim metodama; vizualnim i instrumentalnim. Vještači se na temelju poznavanja tiskarskih tehnika i provjere načina reprodukcije zaštitnih elemenata. Provjera autentičnosti uključuje korištenje velikog broja profesionalnih uređaja; osim vizualne provjere bez pomagala ili dodira, koriste se pomagala poput povećala, UV, IR kamere, mikroskop, stereo mikroskopi, novčanica se promatra kroz transmisijsko svjetlo, osvjetljava bočno i okomito[6].

Važno je naglasiti da se razlikuju falsifikati i krivotvorine. Falsifikati su originalne novčanice kojima su dodani ili oduzeti pojedini detalji s ciljem stvaranja apoena druge valute i veće vrijednosti, a krivotvorine potpuno novi proizvodi koji imaju cilj da imitiraju izgled originala, najčešće selektivno, odnosno fokus je samo na nekim vrstama zaštite.

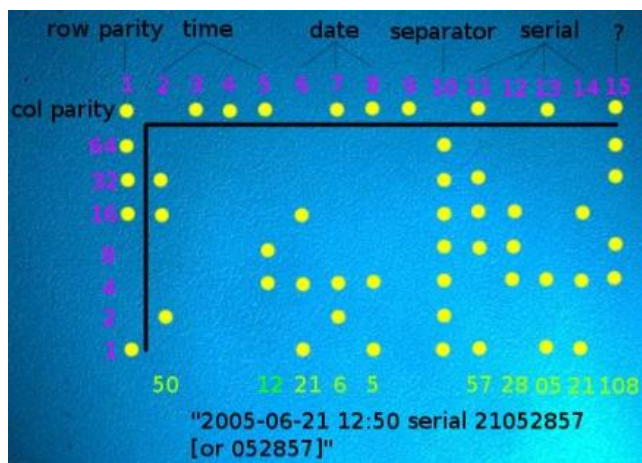
Iako su za društvo, općenito gledano, gospodarske štete koje nastanu zbog krivotvorenja novca prilično ograničene, najviše su pogođeni pojedinci i poduzeća jer onima koji prihvate krivotvorenu novčanicu nitko ne nadoknađuje gubitak. Krivotvorine također mogu ugroziti povjerenje u platni sustav i spremnost ljudi da primaju gotovinu.

### 3.3.1. Zaštite informacija ugovornom softverskom podrškom

Skupina središnjih banaka za sprječavanje krivotvorenja (*Central Bank Counterfeit Deterrence Group*, CBCDG) je razvila sustav za sprječavanje krivotvorenja (*Counterfeit Deterrence System*, CDS) kako bi spriječila upotrebu osobnih računala, alata za obradu digitalnih slika i programske podrške za krivotvorenje novčanica. Proizvođači računala, računalne opreme i programske podrške dobrovoljno su prihvatili CDS, sustav kojim se sprječava akvizicija i reprodukcija slika zaštićenih novčanica pomoću osobnih računala i alata za obradu digitalnih slika. Sustavom se detektira skriveni digitalni vodeni žig na novčanicama, a razvila ga je tvrtka Digimarc[7].

Za korisnike koji imaju legitiman interes za reprodukciju novčanica, središnje banke omogućuju, primjerice Europska Centralna Banka (ECB) je proizvela CDS-invalidne digitalne slike sa rezolucijom od 300 dpi, u TIFF formatu i označene s riječju „*specimen*“ (eng.=primjerak), čijom uporabom se ne pokreće CDS zaštita.

Osim CDS-a, važno je spomenuti i steganografsku metodu zaštite za laserske pisaače. Razvoj tehnologija 21.stoljeća olakšava izradu krivotvorina, najčešće ink jet ili laserskim pisačima, stoga se teži izradi elemenata koje je teško imitirati na bilo koji način, bilo da ih se pokušava kopirati, skenirati, ili posebno izraditi.

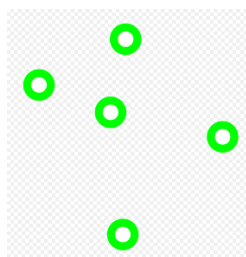


Slika 27. Skrивene točkice u laserskom ispisu

Izvor: <http://www.inkblog.co.uk/wp-content/uploads/2014/11/Yellow-Dots.jpg> (24.5.2015.)

Laserski pisači se koriste za reprodukciju krivotvorina jer donekle mogu simulirati osjećaj ispuščenosti tiska kakav daje intaglio tisak, doduše puno nježniji osjećaj, no takav pokušaj imitiranja je već poznat grafičkim vještacima i lako dovodi do traga počinitelju jer se prilikom ispisa takvim pisačima ispisuju skrivene steganografske poruke (slika 27.).

Metoda se koristi u svim vodećim proizvođačima laserskih pisača, a funkcionira tako da se sa svakim ispisom sa pisača ispisuju i sitne žute točkice s odazivom u plavom dijelu spektra koje se softverskim dešifriranjem prevode u informacije o serijskom broju pisača i vremenu ispisa[8].



Slika 28. Uzorak Omron prstenova

Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/EURion\\_constellation#/media/File:EURion.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/EURion_constellation#/media/File:EURion.svg) (24.5.2015.)

EURion konstelacija (također poznata kao Omron prstenovi) je obrazac (uzorak) simbola uključen u dizajn nekih novčanica Svijeta od oko 1996.g. (slika 28.).

Omron prstenovi služe tome da bi softver otkrio prisutnost novčanice u digitalnoj slici te time blokirao korisnika da reproducira ili uređuje novčanice s ciljem sprječavanja krivotvorenja[9].



Slika 29. Omron prstenovi na britanskoj funti

**Izvor:** [http://ichef.bbci.co.uk/wwfeatures/624\\_351/images/live/p0/2v/hr/p02vhrq4.jpg](http://ichef.bbci.co.uk/wwfeatures/624_351/images/live/p0/2v/hr/p02vhrq4.jpg) (24.5.2015.)

Uzorak je moguće vidjeti na brojnim novijim novčanicama, poput britanske funte (slika 29.).

### 3.3.2. *Zaštita novčanica tiskovnom podlogom*

Sastav tiskovne podloge jedinstven je za svaku novčanicu, a varira od potpunog ili određenog postotka pamuka i lana, ili je pak izrađen od polimera (biaksijalni orijentirani polipropilen). Papirnate novčanice su povoljnije za izraditi, no kraći im je vijek trajanja. U prosjeku papirnate moraju izdržati 2000 savijanja što se uglavnom dogodi unutar dvije godine. Polimerne novčanice su deset puta izdržljivije, no i 250% im je skuplja proizvodnja. Svaka novčanica mora imati dobru otpornost na vodu i habanje, a polimerne su u tom pogledu puno otpornije.

Papir koji se koristi za tisak novčanica stvara poseban osjećaj i zvuk prilikom rukovanja, čime se već u startu osjeća razlika u odnosu na krivotvoreni papir. Do toga papira moglo bi se reći da je gotovo nemoguće doći. No vremenom dolazi do njegovog trošenja čime se ove dvije karakteristike sve manje uočavaju. To dovodi do toga da krivotvoritelji ciljano pokušavaju učiniti svoj papir starijim. Osim toga, originalni papir ima poseban sjaj i nijansu, no velikim brojem prosljeđivanja novčanice može doći do promjene u izgledu. Krivotvoreni papir se uvijek barem malo razlikuje u nijansi i sjaju, no javnost to ne raspoznaje vizualnim putem ukoliko direktno ne uspoređuje original i krivotvorinu.

Iduća značajna karakteristika papira koja dodatno pridonosi zaštiti jest fluorescencija papira; odnosno originalni papir ne sadrži bjelila koja svijetle pod UV zračenjem, dok komercijalni papiri sadrže. Ono što je problem jest da papir za novčanice nakon što se doslovno opere, kemijski reagira i apsorbira izbjeljivače u deterdžentu za rublje te također svijetli pod UV zračenjem, no nešto manje izraženo nego krivotvorina. To je inspiriralo krivotvoritelje da peru svoj papir i da ga premazuju sa premazima koji upijaju UV zračenje, čime ublažuju svjetleći efekt, ali i dalje vidljiv na sitnim pukotinama papira.

Dimenzije novčanice su također oblik zaštite, budući da dimenzije krivotvorenog papira često odstupaju od originala, no da bi se to ustanovilo potrebno je nešto više vremena nego što je dostupno prilikom transakcija novca. Transakcija u prosjeku traje 19 sekundi.

Jedna od najpoznatijih zaštita u papiru je vodeni žig – osobito višetonski motiv (najčešće portret) unutar strukture papira vidljiv pod transmisijskim svjetlom (svjetla i tamna područja variraju s obzirom na debljinu papira).

Vodeni žig je teško vjerodostojno imitirati ili kopirati, osim ako se koristi originalni ukradeni papir. Najviše je uočljiv ukoliko je na neotisnutom području papira. Stoga se može zaključiti da je upravo vodeni žig jedna od najsnažnijih zaštita papira. Imitira se uglavnom jednotonskim ili višetonskim tiskanjem koje vrlo loše simulira original.





Slika 30. Njemačka, 100 DM; original i krivotvorine

**Izvor:** Verifying versus falsifying bank notes, Rudolf L. van Renesse

Na slici 30. prikazan je vodeni žig na novčanici od 100 DM (Njemačka). Pod a) je autentični višetonski vodeni žig s vidljivim svijetlim i tamnijim područjima, b) višetonski otisnuta krivotvorina, c) jednotonska krivotvorina. Može se uočiti da su krivotvorine vidno različite od originala[10]. Originalni papir često sadrži obojena ili fluorescentna vlakna. Obojena su vidljiva u strukturi papira pod dnevnim svjetlom pažljivo promatrajući, a krivotvoritelji ih simuliraju crtajući ručno ili tiskajući. Za fluorescentna koja su vidljiva samo u UV spektru, krivotvoritelji koriste također UV boje, no boja se najčešće bitno razlikuje od originala.

Zaštitna nit ugrađena u strukturu papira tijekom proizvodnje, predstavlja 1-2mm široku metaliziranu poliestersku traku. Može biti u potpunosti unutar strukture papira i vidljiva samo pod transmisijskim svjetlom ili može djelomično ili potpuno izranjati iz strukture papira. Može sadržavati tipografiju ili mikrotipografiju. Imitacija se zna raditi foliotiskom ili tiskom metaliziranim bojama, s lošim reprodukcijama mikrotipografije, no ipak ne tako lako uočljive golom oku. Tijekom proizvodnje papira u njegovu strukturu ugrađuju se i planšete; sitni diskovi promjera 1 mm, koji mogu biti obojeni i vidljivi pod dnevnim svjetlom, ili vidljivi samo u UV spektru. Planšete mogu biti i iridescენტne, odnosno sastojati se od brojnih tankih termoplastičnih filmova polipropilena i polikarbonata, čime se u posebnim uvjetima promatranja vezanih uz refleksiju i raspršenje mogu uočiti komplementarne boje, npr. promjena iz žute u ljubičasto-plavu. Takav materijal je komercijalno dostupan, no krivotvoriteljima je mukotrpno simulirati toliki broj diskova na novčanicu, stoga ih uglavnom pokušavaju simulirati tiskom metaliziranim bojama.

### 3.3.3. Zaštita novčanica tehnikama tiska

Novčanice se tiskaju sa svim glavnim tehnikama tiska, te se najčešće radi o kombinaciji više tehnika kroz faze proizvodnje. Većina serija sadrži intaglio tisak (duboki tisak), mada postoje novčanice koje su u potpunosti tiskane offsetnim (plošni tisak) i letterpressom (visoki tisak). U ovom dijelu detaljnije su objašnjene tehnike intaglia, letterpresa i iris tiska, budući da su specifične u domeni zaštitnog tiska novčanica, dok ostale tehnike koje se koriste za tisak novčanica (fleksotisak, sitotisak, foliotisak) svoj sigurnosni značaj predaju korištenim bojilima ili materijalima. Tehnikom foliotiska u zaštićenom segmentu apliciraju se hologrami ili kinegrami.

Intaglio tisak je sam po sebi zaštita budući da strojevi za intaglio tisak nisu komercijalno dostupni. Intaglio se gotovo nikad ne pronalazi na krivotvorinama, osim u slučaju ako su krivotvoritelji sponzorirani od neke države kao što je bio slučaj s pojavom „super novčanica“ američkog dolara. Intaglio tisak se na novčanicama provjerava na dva načina; taktilno i instrumentalno. Problem s intagliom je jedino što se nakon nekog vremena troši i smanjuje sloj boje, čime se onemogućava taktilnost kao na tek otisnutoj novčanici. Provjera taktilnosti moguća je zbog reljefnosti samog tiska do kojeg dolazi uslijed otiskivanja punim tonom s ploče na kojoj su ugravirani detalji motiva te ispunjeni bojom visoke viskoznosti.



Slika 31. Tiskovna forma intaglio tehnike - britanska funta (1994.g.).

**Izvor:** <http://static.guim.co.uk/sys-images/GUARDIAN/Columnist/thumbnails/2010/12/10/1291997645985/Exhibition-Celebrates-50t-006.jpg>  
(25.5.2015.)

Na slici 31.prikazan je detalj s tiskovne forme intaglio tehnike tiska britanske funte iz 1994.godine, a na slici 32.otisnuta novčanica.



Slika 32. Novčanica britanske funte (1994.g.).

Izvor: <http://i41.tinypic.com/sv2y51.png> (26.5.2015.)

Ovom tehnikom tiska se linijska grafika, ilustracije, ornamenti, brojevi apoena i druga tipografija te brojni drugi detalji na novčanici za koje je potrebna velika preciznost i finoća linija koje se očituju taktilnošću (slika 33.).



Slika 33. Intaglio tisak na britanskoj novčanici iz 1994.g.

Izvor: [http://www.gomolearning.com/wp-content/uploads/2014/04/50\\_note.jpg](http://www.gomolearning.com/wp-content/uploads/2014/04/50_note.jpg) (26.5.2015.)

Izvorna tiskovna forma intaglio tehnike nastaje graviranjem, često gravera, poznatog kao velikog umjetnika istaknutog sofisticiranog stila. Graviranje je mukotrpan proces, potrebno je imati iznimno mirnu ruku, te biti izdržljiv budući da se po cijeli dan gleda kroz povećalo. Gravira se do dubine ne dublje od ljuske vlasi. Postupak traje oko osam mjeseci. U prošlosti su se ručno gravirale bakrene ploče tehnikom bakroreza, koristeći oštru iglu. Tako izgravirane tiskovne forme mogle su izdržati od 5000 – 10 000 otisaka nakon čega bi se istrošile. Stoga, graver je morao raditi nove tiskovne forme, no uočeno je da one više nisu iste bez obzira koliko vješt bio umjetnik.

Tiskovne forme za ovu tehniku kasnije se rade iz čelika, zahvaljujući Jacob Perkinsu, američkom izumitelju i inženjeru (1766-1849.g). No i čelične tiskovne forme, koliko god su bile poboljšavane, nakon nekog vremena počele bi se trošiti. Postavilo se pitanje kako tiskati vrijednosnice istih motiva s tiskovnih formi neograničen broj puta. To je riješeno tako što je Jacob Perkins patentirao metodu galvanizacije pri čemu se od jedne izvorne forme radi replika, te se to može raditi neograničen broj puta. Metoda se zvala „*roller transfer press*“, a replika se radila tako što se motiv očvrsnute forme koristio kao matrica za izradu istog motiva na drugoj omekšanoj formi[11].

Godine 1838.g., Rus Moritz Hermann von Jacobi (1801-1874.g) otkrio je metodu galvanoplastike, odnosno elektrokemijsku metodu izrade metalnih predmeta putem taloženja metala na nekom nevodljivom (ili vodljivom) kalupu. Metoda se koristila za izradu tiskarskih matrica za tiskovne forme. Tom tehnikom su prvi put otisnute ruske novčanice 1839.g. te je prisutna i danas. Originalna ručno gravirana forma stoga se smatra jako vrijednom i čuva pod posebnim osiguranjem. No ako se forme izrađuju bez ručnog graviranja, radi se najčešće o računalno upravljanom graviranju laserom prema utvrđenom dizajnu.

Offsetom se na novčanicama tiskaju zaštićeni rastrirani motivi, često zaštite vezane uz boju pozadine, mikrotekst ili neki dijelovi linijske grafike.

Iris tisak je podvrsta offsetnog tiska u kojoj se višebojnim tiskom tiskaju boja do boje uz blage prijelaze tonova. Iris tisak je veoma kompliciran za kopiranje te se na krivotvorinama manifestira kao nagli prijelaz tonova, odnosno dolazi do tzv. „stepenastog“ izgleda otiska.

Iris tisak funkcionira tako da se u jednom prolazu arka kroz stroj otiskuju dvije ili više boja istovremeno, jer su boje u bojaniku odvojene te kao takve i dolaze na valjke za razribavanje koje je potrebno pažljivo podesiti, nakon čega slijedi tiskanje s blagim prijelazima u boji.



*Slika 34. Orlov tisak*

Ako se koristi više boja, no ne dolazi do njihovog miješanja, nego se u preciznom registru poklapaju boje na određenom motivu radi se o tehnici višebojnog dubokog tiska s jednotonskim motivom. Tehnika se još zove i tehnika Orlova po I. I. Orlovu koji ju je i izmislio 1890.godine (slika 34.). Simulirati ovu tehniku je teško zbog pasera među bojama koji idealno paše.

*Letterpress* tehnikom se tiska serijski broj novčanice. Brojevi su najčešće savršeno poravnati, ili pak imaju dimenzije individualiziranog fonta koje variraju u mikrometrima, kao i međusobni razmak među njima. Krivotvoritelji uglavnom ne imitiraju letterpress zbog nedostupnosti tehnologije.



*Slika 35. Halo rub letterpressa*

Autentičnost letterpressa se očituje u oštrom otisku i reljefnosti sa suprotne strane, a provjerava pomoću povećala prilikom kojeg bi se na znamenkama trebao vidjeti specifičan rub karakterističan za ovu vrstu visokog tiska, tzv.halo rub (slika 35.).

### 3.3.4. Zaštita novčanica bojilima

Za tisak novčanica upotrebljavaju se različite vrste zaštitnih boja. Neophodno je spomenuti ultraljubičaste (UV) boje, fluorescentne, metamerne, metalizirane, magnetne, optički varijabilne (OVI) te infracrvene (IR) boje. Ostale boje korištene u tehnikama plošnog tiska uglavnom spadaju pod domenu spotnih boja, posebnog tajnog sastava. UV i IR boje primjenjuju se za tisak skrivenog dizajna, a odaziv imaju u spektru valnih duljina od 254 ili 365 nm (UV boje) te od 750-1000 nm (IR boje). Budući da je njihova vidljivost uvjetovana valnom duljinom, nije ih moguće kopirati ili skenirati.

OVI (*Optical Variable Inks*) odnosno optički varijabilne boje su boje koje se koriste u tisku novčanica, a karakteristična im je promjena boje uslijed promjene vidnog kuta. Boje mogu biti prelijevajuće ili napravljene od rešetkaste pigmentne strukture koja reflektira svjetlost ovisno o vidnom kutu[10].

Metalizirane boje služe kao zaštita od fotokopiranja jer pod različitim kutevima daju metalni efekt koji se ne može skenirati. Promjenom vidnog kuta boja se prelijeva u sjaj.

Magnetne boje u sebi imaju čestice željeza koje služe tom da se ustanovljavaju čitačima uz pomoć zvučnog signala, koriste se za tisak taktilnih marki kao pomoć slijepim i slabovidnim osobama, ili kao metoda provjere u automatima.



Slika 36. Metamerni par boja

Metamerni par dviju boja odnosi se na vrstu zaštite kada se pozadinska boja i boja u prednjem planu u normalnim dnevnim uvjetima ne razlikuju, no usred promjene uvjeta dolazi do uočavanja njihove međusobne razlike. Ako se motiv otisnut takvim parom boja promatra kroz crveni filter vidjet će se razlika u svjetlini tih dviju boja (slika 36.).

Osim navedenih koriste se i fotokromatske boje koje pod UV svjetlom mijenjaju boju koja se zaustavljanjem osvjetljenja vraća u prethodno stanje, za razliku od fosforescentnih boja kod kojih je proces inverzan. Te vrsta boja koriste se također za očitavanje u automatima. Značajno je spomenuti i penetrirajuće boje koje prodiru u papir i vidljive su sa suprotne strane novčanice, koriste se za serijske brojeve u letterpressu.

U idućem poglavlju zasebno je obrađena zaštita dizajnom, s naglaskom na linijsku grafiku na kojoj je temeljena većina eksperimentalnog rada.

## 4. ZAŠTITA NOVČANICA DIZAJNOM

Razvitkom digitalne tehnologije promijenio se način na koji se planira i realizira dizajn novčanica. Danas se pretežito realizira uz pomoć računalne grafike, koja sama po sebi predstavlja zaštitu jer se radi pomoću točno određenih parametara koje je nemoguće identično ponoviti bez uvida u programska rješenja. Grafika na novčanicama dijeli se na rastersku i linijsku grafiku, a rezultat su elementi dizajna izvedivi sigurnosnim tiskom.

Promatranjem novčanica različitih valuta uočljiva je individualnost tipografije, ali i varijacija same tipografije na pojedinom apoenu. Sva tipografija se ciljana dizajnira za određenu valutu i nije komercijalno dostupna, počevši od fonta za prikaz nominalne vrijednosti apoena, fonta za tekući tekst po novčanici i onoga za minipismo i mikrotekst. Takav pristup otežava krivotvorenje. Minipismo je široko rasprostranjen zaštitni element, gotovo da nema novčanice koja ga u svom dizajnu ne sadrži. Kod ljudi sa normalnim vidom minipismo je vidljivo bez pomagala ako je njegova visina između 0.5 i 0.9mm. No ako je visina između 0.15 i 0.5 mm, radi se o mikrotekstu, vidljiv samo pomoću povećala. Na krivotvorinama mikrotekst je obično loše imitiran zbog male rezolucije tehnologije na kojoj se pokušava izvoditi, no budući da se radi o tekstu koji je vidljiv pomoću pomagala, javnost često ne uoči razliku[10].



Slika 37. Original i krivotvorine mikroteksta (100 DEM)

Izvor: Verifying versus falsifying bank notes, Rudolf L. van Renesse

Mikrotekst visine 0.2 mm na staroj njemačkoj novčanici od 100 DEM vidljiv je na slici 37., pod a) je original tiskan linijskim offsetom, te krivotvorine: b) tiskana linijskim



offsetom, c) rasterskim offsetom, d) laserskim pisačem. Osim razlike u nijansi boje, jasnoća detalja je vidno različita, jedino se linijskim offsetom postigla nešto bolja imitacija.

Kontrolni registar ili prozirni registar još je jedan od elemenata zaštite dizajnom. Sastoji se od slike koja je u potpunosti vidljiva pod transmisijskim svjetlom, odnosno promatrajući novčanicu prema izvoru svjetlosti. Bez transmisijskog svjetla vidljivi su samo dijelovi ukupne slike, jedan dio na licu, a drugi dio na istom mjestu naličja novčanice.



*Slika 38. Prozirni registar na novčanici od 1000 ugandskih šilinga (2012.g.)*

Na slici 38.prikazan je registar na novčanici od 1000 ugandskih šilinga (2012.g.) Lijevo je dio slike na licu, desno na naličju, a treći prikaz je vidljiv pod transmisijskim svjetlom.

Uz pomoć tehnologije novčanica omogućava se tisak u preciznom registru i vidljiv je efekt poklapanja dviju slika, što ne omogućuje tehnologija koju koriste krivotvoritelji.



*Slika 39. Original i krivotvorina kontrolnog registra starog nizozemskog guldena (25 DFL)*

**Izvor:** Verifying versus falsifying bank notes, Rudolf L. van Renesse

Na slici 39.prikazan je original i krivotvorina registra sa starog nizozemskog guldena (25 DFL). Uočava se da se original i krivotvorina razlikuju, te da na krivotvorini nije prisutan

efekt preklapanja. Stoga se registar smatra dobrom zaštitom koju je moguće provjeriti bez posebnih pomagala.



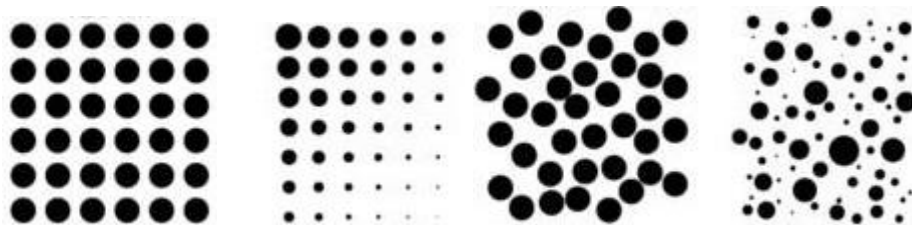
*Slika 40. Registar preklapanjem novčanice (1000 šilinga, Uganda, 2012.)*

Osim prozirnog registra moguće je ukomponirati bilo kakvu drugu grafiku na novčanicu na dvije suprotne strane novčanice, te se preklapanjem novčanice dobije precizan registar, kao na primjeru ugandskog šilinga sa slike 40.

#### **4.1. Zaštita rasterskom grafikom**

Raster je sredstvo koje omogućuje postupak rastriranja u reprodukciji grafičkih proizvoda[12]. Pretežito se koriste klasični oblici rasterskog elementa poput točke, linije ili romba, no ne i u domeni zaštitnog tiska. Ciljano programirani oblici rasterskog elementa se primjenjuju za tisak detalja na novčanicama i vrijednosnicama, što je omogućeno matematičkim definiranjem rasterske ćelije. Algoritmi se generiraju u programskom jeziku PostScript, a tisak se izvodi u niskim linijaturama radi dobivanja reprodukcije s oštrim rubovima individualiziranog rasterskog elementa te se provodi sa zaštićenim spotnim bojama, a ne procesnim (CMYK). Upravo to služi kao provjera autentičnosti, zato ako se tako definiran raster tiska procesnim bojama, otisak bude mutan i nesumnjivo odaje krivotvorinu. Rasteru se može definirati oblik, linijatura i kut, čime se dobiju različiti rezultati obojenja. Moguće je definirati veličinu rasterskog elementa na reprodukciji, ona može varirati dok joj je razmak među elementima fiksna, te se u tom slučaju radi o klasičnim amplitudno moduliranim rasterima (AM). Za razliku od

amplitudno moduliranog rastera, osjećaj tonaliteta može se dobiti i različitim udaljenostima među rasterskim elementima dok je veličina elementa konstantna, kao što je slučaj kod stohastičnog odnosno frekventno moduliranog rastera (FM).



*Slika 41. Različiti načini rastriranja*

Osim AM i FM rastera postoje i hibridni rasteri, koji su sastavljeni od elemenata AM i FM rastera, a reprodukciju omogućavaju promjenjivošću oblika, veličine i razmaka rasterskih elemenata (slika 41.).

Ovisno o finoći samog rastera, individualizirani oblik može biti vidljiv golim okom ili tek uz korištenje pomagala za povećanje. U eksperimentalnom dijelu rada prikazan je postupak modeliranja individualiziranog oblika rasterskog elementa te njegova primjena u projektiranju novčanice.

## **4.2. Zaštita linijskom grafikom**

Grafika na novčanicama se u najvećoj mjeri izvodi programiranim linijama, a u prošlosti se izvodila ručnim graviranjem. Linije predstavljaju i dalje odličnu zaštitu, jer je moguće manipulirati brojnim parametrima; debljinom, kutem, razmakom među linijama, brojem linija, prekidom iscrtavanja (iscrtane linije), oblikom linije (ravne, sinusoidne, fraktalne) i sl. Takve linije moguće je realizirati ručno u programima vektorske grafike poput Adobe Illustratora, no takav postupak je puno dulji nego kada se izvodi programiranjem u PostScript programskom jeziku. Parametri kojima se dobije linijska grafika se ne odaju, čime sama linija ima funkciju zaštite. Linijskom grafikom se izvode pozadine u obliku mikrolinija, različite teksture sačinjene od mikrolinija po određenom obrascu, zatim ornamenti linijske grafike poput vinjeta i rozeta, no i najistaknutiji element na novčanici

– portret. U prošlosti su elementi linijske grafike bili poznati kao *guilloche* ili giljoši, prema Francuzu Guillotu koji je izumitelj prvog stroja za graviranje uzoraka kakve kreira linijska grafika. Rozeta ili spirograf je splet različitih ili istih linija koje se kružno ponavljaju određen broj puta. U eksperimentalnom dijelu rada prikazana su individualizirana programska rješenja za elemente linijske grafike koji su iskorišteni na prototipu novčanice. Slijedi analiza elemenata linijske grafike kroz primjere na novčanicama.

#### 4.2.1. Linijska grafika u funkciji pozadine novčanice

Linijska grafika se može manifestirati u obliku pozadine na novčanicama. Jedan od načina jest u obliku raznih mikrolinija koje se ponavljaju po određenom obrascu te linijska grafika u tom slučaju ima zaštitnu ulogu protiv kopiranja i skeniranja[10]. Linije mogu biti ravne ili sinusoidne, te im se mijenja frekvencija, kut, debljina.

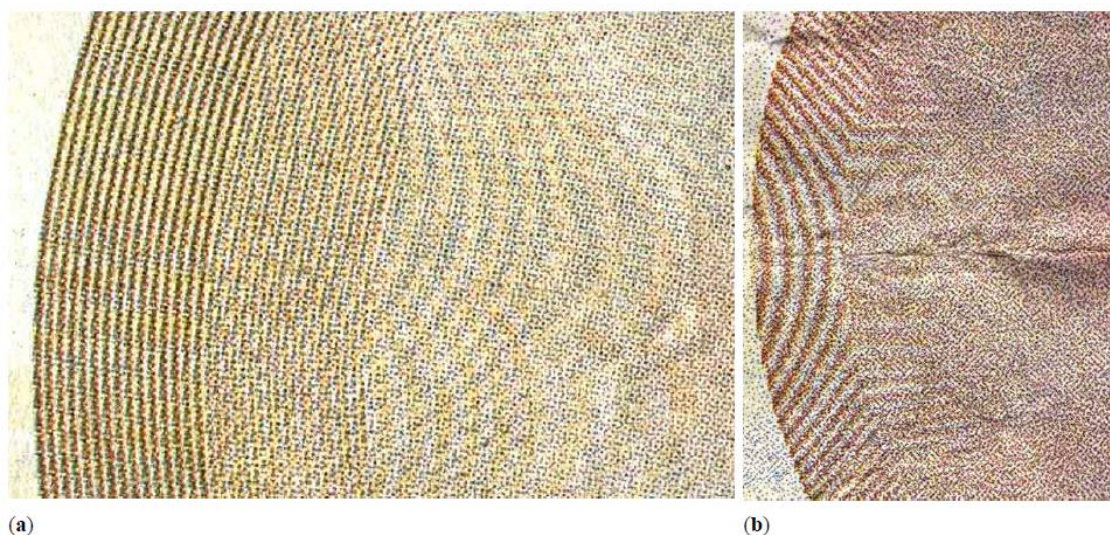


Slika 42. Kružne mikrolinije na nizozemskom guldenu (50 DFL)

Izvor: <http://elmovies.nl/plaatjes/Gulden/50%20Gulden.JPG> (23.5.2015.)

Na slici 42.prikazane su kružne mikrolinije koje se ponavljaju s postupnim razlikama u frekvenciji na originalnoj novčanici nizozemskog guldena od 50 apoena.

Skeneri i kopirke imaju određen kut napredovanja prilikom skeniranja slike, tako da nisu u mogućnosti precizno očitati točan položaj linija. Pokušaji krivotvorenja uglavnom imaju izražen moirè efekt jer dolazi do interferencije sa mikrolinijama.



Slika 43. Moirè efekt na krivotvorinama nizozemskog guldena (50 DFL)

**Izvor:** Verifying versus falsifying bank notes, Rudolf L. van Renesse


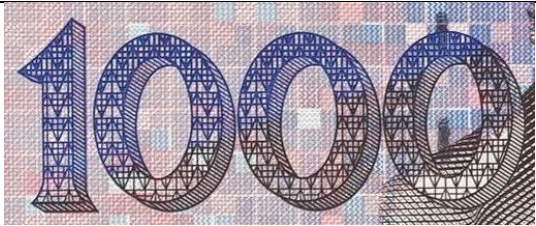

Na slici 43. prikazane su dvije krivotvorine nizozemskog guldena (50 DFL); a) krivotvorina je izrađena offsetnim tiskom, b) ink jet tiskom. U oba slučaja vidljiv je jako izražen moirè efekt jer su originalne novčanice prvotno skenirane.

#### 4.2.2. Linijska grafika u funkciji ornamenata

Pod ornamente linijske grafike spadaju različite vinjete, rozete te brojni drugi oblici. Rozete se dobiju programiranjem u PostScriptu na način da se osnovnoj Bézierovoj krivulji mijenja boja, debljina, kut, broj ponavljanja. Sama krivulja predstavlja zaštitu jer nisu poznati parametri pod kojima je programirana, a ornament može biti sačinjen od različitih linija. U eksperimentalnom dijelu rada, prikazan je način konstruiranja takvih ornamenata.

#### 4.2.3. Linijska grafika u funkciji tipografije

Linijskom grafikom izvodi se i tipografija prisutna na novčanici, bilo da označava vrijednost apoena brojčano ili tekstualno. Prisutnost broja apoena je obavezna te mora biti lako uočljiva.

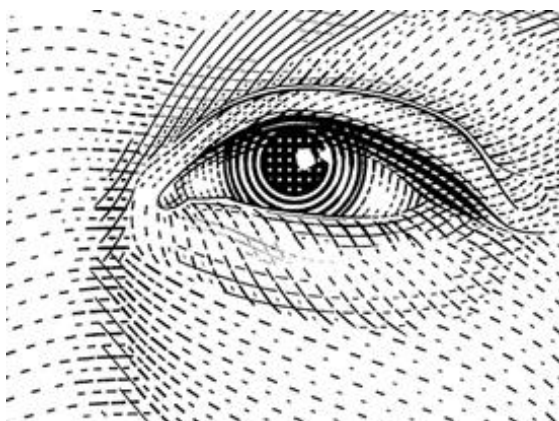
	Njemačka, 500 DEM
	Hrvatska, 1000 kuna
	Brazil, 50 000 reala

Slika 44. Linijska grafika u funkciji tipografije

Tipografija kojom se izvodi je unikatna i specijalno dizajnirana za određenu novčanicu (slika 44.). Većina apoena oko nominalne vrijednosti ima ovojnica ili obris koja je ispunjena uzorkom kreiranim linijskom grafikom radi bolje vidljivosti te je pisana debelim pismovnim rezom. Same znamenke ponavljaju se više puta po novčanici, radi otežavanja postupka krivotvorenja ili falsificiranja na originalnoj novčanici pretvarajući je u apoen veće vrijednosti. Položaj na kojem se pozicioniraju znamenke ovisi o okolnom dizajnu, no preporučuju se mjesta na kojima dolazi do preklapanja sa mikrolinijama pozadine ili nekog drugog elementa dizajna iz sigurnosnih razloga. Često se tiskaju intaglio tiskom s bojama koje se ističu u odnosu na ostatak dizajna.

### 4.3. Izvedba portreta rasterskom i linijskom grafikom

Portret je jedan od najprepoznatljivijih elemenata u dizajnu novčanica i oduvijek je bio predmet posebne pažnje. U prošlosti su portreti na novčanicama zauzimali puno manje dimenzije nego danas. Svaki portret trebao bi vjerodostojno reproducirati osobu koja se želi prikazati. U ranijem poglavlju prikazani su koncepti na temelju kojih se portretira osoba, te je analizom novčanica prikazano da se nekad portretira i više od jedne osobe. Promatrajući veći broj portreta može se uočiti da su prava remek djela grafike. Izvoditi se mogu ručnim graviranjem ili pomoću linijske ili rasterske grafike i pretežito se izvode intaglio tiskom.



*Slika 45. Prvi način kreiranja portreta*

**Izvor:** Orell Füssli tiskara

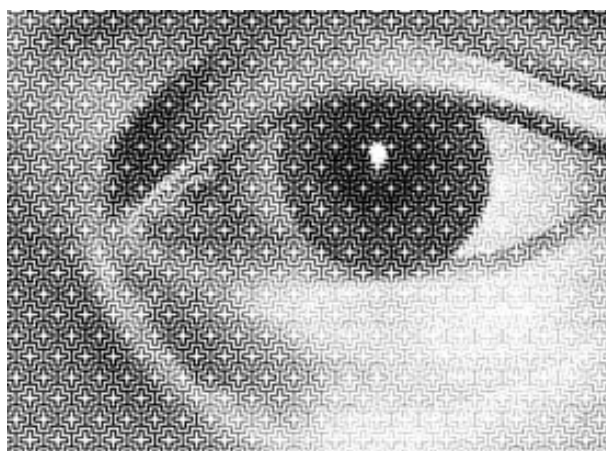
Portrete je moguće napraviti na više načina. Prvi način, najčešći, izvodi se linijama preko svijetlih i tamnih područja pri čemu dolazi do modulacije u debljini i razmaku među linijama. Neke linije su isprekidane, a neke pune[13]. Različito se tretiraju zone na portretu; drugačiji kut i tip linija se koristi na odjeći, bradi, kosi, očima, licu i pozadini (slika 45.)



*Slika 46. Drugi način kreiranja portreta*

**Izvor:** Orell Füssli tiskara

Drugi način je da se portret izvede linearizacijom s modulacijom debljine linija koja se mijenja na tamnijim područjima, čime se ostvaruje efekt sjenčenja (slika 46.). U algoritmu se zadaju parametri da se za određenu vrijednost povećava debljina linija kada naiđe na tamna područja predloška.

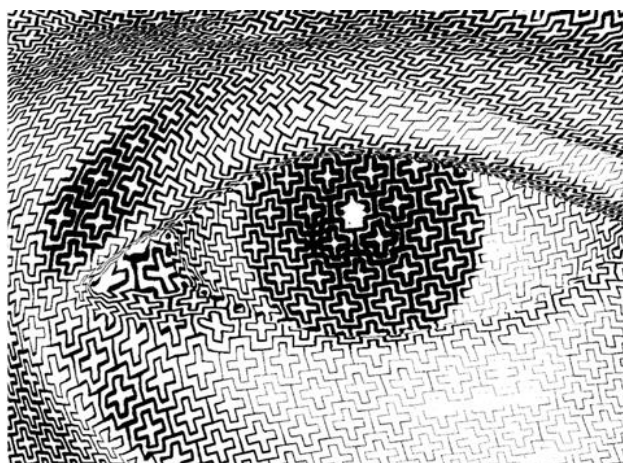


*Slika 47. Treći način kreiranja portreta*

**Izvor:** Orell Füssli tiskara

Treći način uključuje rastersko programsko rješenje gdje se osnovni oblik rasterskog elementa vidi kroz svjetla i tamnija područja slike (slika 47.). Algoritam se može zadati i stohastički, odnosno može se manipulirati veličinom elementa u pojedinoj separaciji boja, kao i udaljenošću između rasterskih elemenata. Drugačiji efekt nego na slici dobio bi se i promjenom kuta rastera za sve separacije boja, čime je također moguće manipulirati.

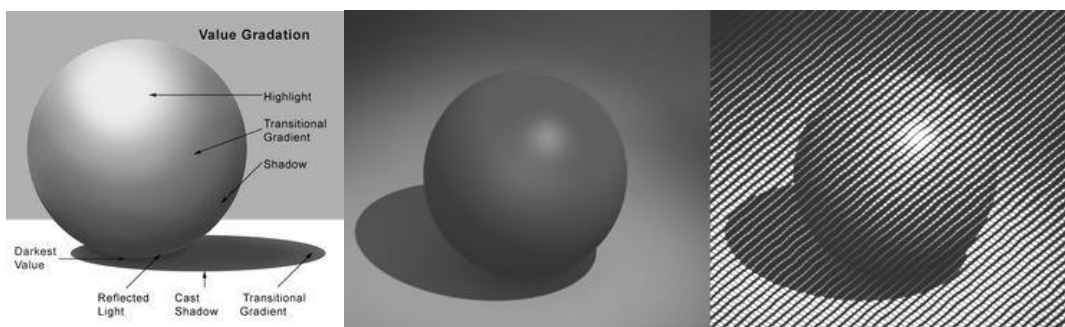




*Slika 48. Četvrti način kreiranja portreta*

**Izvor:** Orell Füssli tiskara

Četvrti način odnosi se na „reljefna“ rasterska programska rješenja. Na takvim portretima vidljiva je modulacija oblika rastera paralelno s morfološkom građom lica (slika 48.).



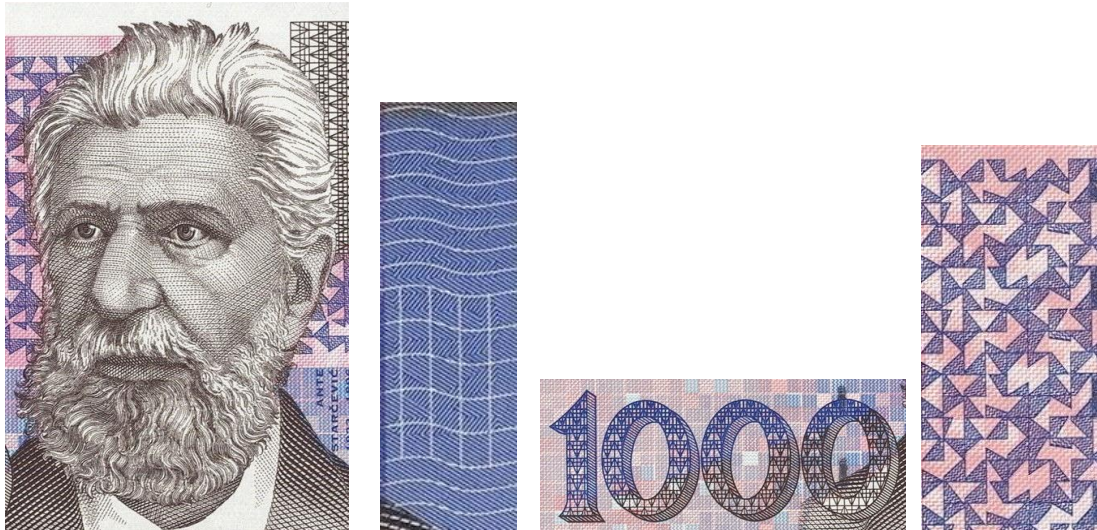
*Slika 49. Chiaroscuro efekt*

**Izvor:** <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/236x/df/cd/a6/dfcda6d7e3cc25d65efa947d0372e058.jpg> (1.6.2015.)

Princip ovakvog načina portretiranja temelji se na Chiaroscuro efektu, odnosno različito se tretiraju tamna područja, sjene i svjetla područja čime se postiže efekt plastičnosti (slika 49.).

#### 4.4. Usporedni prikaz unikatne linijske grafike na novčanicama

U ovom dijelu analizira se unikatnost linijske grafike na nekoliko novčanica kroz usporedni prikaz slikama. Svaka slika ima četiri dijela poredanih redom; *portret, zaštitne linije/mikrolinije, broj apoena te ornamenti*. U eksperimentalnom dijelu rada izrađeni su individualizirani primjeri na više opisanih načina.



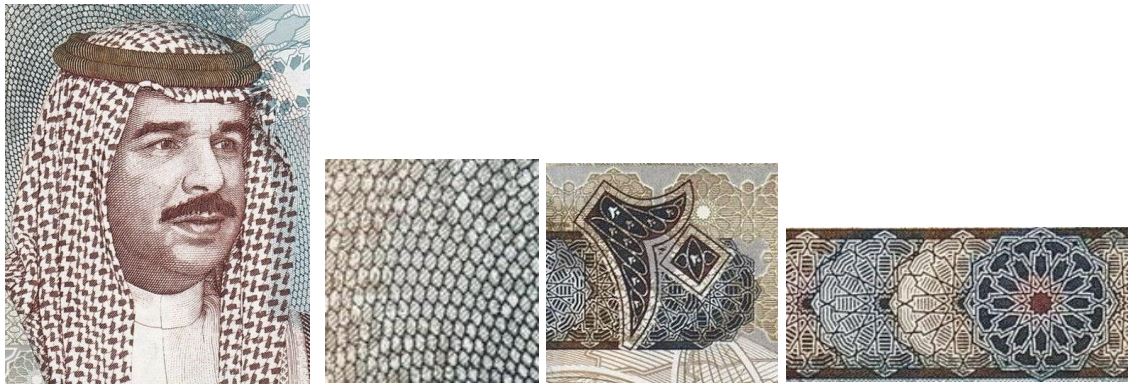
Slika 50. 1000 kuna

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



Slika 51. 50 000 reala (Brazil)

Izvor: <http://4.bp.blogspot.com/Brazil%2B50000%2BCruzeiros%2BReais%2Bbanknote%2B1993%2Bbaiana.JPG>  
(10.6.2015.)



Slika 52. 10 dinara (Bahrein)

Izvor: <http://2.bp.blogspot.com/-QW92CNS7hok/VQDsH1flubI/AAAAAAAAAGSM/7t3O-jygi80/s1600/Bahrain%2B20%2BDinars%2Bbanknote%2B2008.JPG> (10.6.2015.)



Slika 53. 20 NIS (novih izralskih šekela, Izrael)

Izvor: <http://1.bp.blogspot.com/- /Israel%2B50%2BNew%2BShekels%2Bbanknote%2B1992.JPG> (11.6.2015.)



Slika 54. 5 000 ISK (islandska kruna, Island)

Izvor: <http://icelandicroots.wpengine.com/wp-content/uploads/2013/09/ragnheidur-jonsdottir.jpg?w=1024> (11.6.2015.)



*Slika 55. 500 DEM (Njemačka)*

**Izvor:** [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/500\\_DM\\_Serie4\\_Vorderseite.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/500_DM_Serie4_Vorderseite.jpg) (10.6.2015.)

## **5. ANALIZA MEĐUOVISNOSTI DIZAJNA I SIGURNOSNIH ZNAČAJKI**

Brojna inovativna rješenja u području grafičke zaštite proizašla su iz dizajna novčanica. Zaštitni elementi na novčanicama moraju biti efektivni. Prije implementacije svih zaštita vodi se širok spektar diskusija kroz razna područja znanosti i tehnologije. Znanja koje šira javnost ima o grafičkim zaštitama zapravo predstavlja temelj primjene stupnjeva zaštita, prilikom čega se utvrđuje koji točno zaštitni elementi će se nalaziti na određenom stupnju zaštite[14]. U ovom poglavlju predstavljeno je istraživanje kojim se utvrdilo kakvo je znanje o zaštitnim elementima šire javnosti, te koje metode javnost primjenjuje za utvrđivanje autentičnosti novčanice. Ispitao se utjecaj koncepta i kompozicije zaštitnih elemenata na prepoznavanje autentičnosti novčanica[15]. Donesen je zaključak koje su najučinkovitije metode zaštite. Istraživanje se provelo sa svrhom utvrđivanja neophodnih zaštita u pojedinom stupnju zaštite, te da se na temelju toga isprogramiraju individualizirane zaštite u eksperimentalnom dijelu rada. Nakon toga moguće je utvrditi na koji način se mogu ukomponirati u dizajn prototipa novčanice, a da se time ne narušava njihova efektivnost u prvom stupnju zaštite, a i ostalim stupnjevima gdje je za utvrđivanje autentičnosti potrebno koristiti pomagala.

### **5.1. Ispitivanje razine informiranosti javnosti o grafičkim zaštitama te metodama provjeravanja autentičnosti novčanica**

Istraživanje je provedeno putem sustava anketiranja 270 ispitanika koji su podijeljeni u dvije grupe; kontrolnu i eksperimentalnu. Kontrolnu grupu predstavlja grupa koju čini šira javnost, koja nije povezana s djelatnošću ili obrazovanjem u području grafičke tehnologije, a eksperimentalnu grupu čine pojedinci koji su studenti ili zaposlenici u području grafičke tehnologije. U općem dijelu ankete utvrđene su sljedeće informacije;

41,2% ispitanika su bile žene, a 58.8% muškarci, 67.2% živi u Hrvatskoj, a 32% u inozemstvu (Argentina, Austrija, Belgija, Bosna i Hercegovina, Finska, Francuska, Gruzija, Irak, Japan, Njemačka, Rusija, Srbija, Švedska, Švicarska, SAD, Velika

Britanija, Urugvaj). 35.3% ispitanika je upućeno u grafičku tehnologiju, a ostatak je šira javnost. Od 64.7% ostalih ispitanika, 60% zaposleno je na radnom mjestu gdje se na dnevnoj bazi posluje gotovinom (trgovci, zaposlenici banke i sl.), a 40% na mjestu gdje nemaju značajnije veze s gotovinom.

39.7% ispitanika više koriste elektronički način plaćanja, a 60.3% češće plaća gotovinom.

33.8% ispitanika nikad ne provjerava autentičnost novčanica, povremeno provjerava 60.3%, a samo 5.9% to radi uvijek.

22.1% ispitanika bi provjeravalo autentičnost novčanica koje dobiju iz bankomata ili automata koji omogućuju povrat novca, dok 77.9% to ne bi učinili.

Također, 44.1% ispitanika tvrdi da se susrelo s krivotvorinom, 22.1% tvrdi da nije, a 33.8% ispitanika nije sigurno da li je ikad prosljedilo krivotvorinu.

Većina ispitanika provjerava autentičnost novčanice dodirrom i vizualno (70,6%), 17.6% koristi pomagala zbog posla kojim se bave (povećala, UV kamere), a 11.8% iako rade s gotovim novcem nije sigurno kako bi uopće provjerili autentičnost novčanice.

5.9% ispitanika svoje znanje o grafičkim zaštitama ocijenilo je kao odlično (smatraju da mogu prepoznati svaku krivotvorinu), 63.3% kao dobro (smatraju da poznaju osnovne zaštite što im je dovoljno da razlikuju krivotvorinu od originala, a 30.9% loše (sumnjaju da su sposobni razlikovati krivotvorine od originala).

47% ispitanika smatra zaštite unutar struktura papira najučinkovitijima (zaštitnu nit, vodeni žig, kvalitetu i sastav papira, zvuk papira, UV vlakanca i planšete..), 27.3% smatra da su to zaštite koje se postižu dizajnom (koncept kroz različite načine osvjetljenja, kontrolni registar, namjerne greške, doživljavanje novčanice estetski privlačnijom), 15.2% zaštite u tisku, a 10.6% zaštite u boji.

Anketa je provedena elektroničkim putem i drugi dio kreiran je tako da se ispitanicima dao uvid u prikaze zaštita sa slučajno odabranih novčanica koje su trebali imenovati s jednim od ponuđenih odgovora od kojih je samo jedan točan. Prethodno je izvršena klasifikacija najznačajnijih zaštita u papiru, boji, vrsti tiska te zaštitama dizajna te su pronađene odgovarajuće fotografije koje vjerno prikazuju navedene zaštite. Nakon toga,

cilj je bio da se usporedbom sume odabranih odgovora zaključi koje zaštite su najprepoznatljivije za pojedinu klasifikaciju kod dvije grupe ispitanika.

U anketi su ponuđene sljedeće vrste zaštita:

- u papiru: vodeni žig, UV vlakanca i planšete, zaštitna nit;
- u tisku: iris-tisak, intaglio, hologram, mini pismo/mikrotekst
- u boji: UV, infracrvena, optički varijabilna
- u dizajnu: kontrolni registar, linijska grafika

Kod dvije grupe utvrđeno je koje zaštite su najpoznatije što je vidljivo iz tablice 1. Vodeni žig najpoznatija je zaštita u papiru i većina ispitanika poznaje tu vrstu zaštite. Od zaštita u tisku eksperimentalnoj grupi najpoznatiji je intaglio kao i drugoj grupi. U obje grupe ustanovljeno je da su UV boje najpoznatije od zaštita u boji, a šira javnost više poznaje elemente linijske grafike nego kontrolni registar. Logično, ispitanici koji su povezani sa grafičkom tehnologijom pokazali su bolje poznavanje zaštita.

Tablica 1. Prikaz najpoznatijih zaštita kod dvije grupe ispitanika

Grupe	U papiru	U tisku	U boji	U dizajnu
1. Grupa (upoznati sa grafičkom tehnologijom)	Vodeni žig 87,6% Zaštitna nit 53,8% UV vlakanca i planšete 39.3%	Intaglio 59,4% Tisak holograma 40,4% Mini pismo / mikrotekst 40,1% Iris-tisak 34,8%	UV 39.3% IR 43.2% OVI 52.8%	Kontrolni registar 48.3% Linijska grafika 39.3%
2. Grupa (nemaju veze sa grafičkom tehnologijom)	Vodeni žig 55,3% Zaštitna nit 50,8% UV vlakanca i planšete 23.4%	Intaglio 30,8% Tisak holograma 29.7% Mini pismo / mikrotekst 19,1% Iris-tisak 14,2%	UV 18,9% IR 18,5% OVI 13.3%	Linijska grafika 22.3% Kontrolni registar 18.3%

## 5.2. Utjecaj kompozicije zaštitnih elemenata na prepoznavanje autentičnosti novčanica

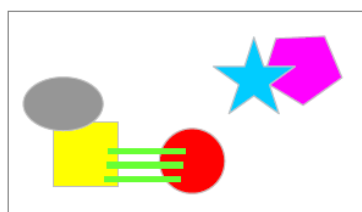
Način na koji se komponiraju zaštite iz prvog stupnja uvelike utječe na prepoznavanje autentičnosti novčanica. Proučavajući brojnu literaturu koja se bavi tom problematikom, važno je unutar ovog rada istaknuti značajne karakteristike o kompoziciji zaštita.

Promatrajući brojne novčanice, način kompozicije zaštita iz prvog stupnja može se podijeliti u nekoliko grupa.



Slika 56. Nepovezani zaštitni elementi

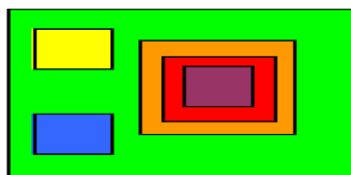
Prva grupa uključuje način kompozicije u kojemu se svaki zaštitni element prvog stupnja nalazi poprilično udaljeno od ostalih. Primjerice, na slici 56. primjer je novčanice koja ima šest zaštita za širu javnost, a međusobno nisu nikako povezane[16]. Takav način kompozicije pokazao se kao olakotna okolnost za krivotvoritelje, jer je lakše krivotvoriti novčanice kod kojih se ne preklapaju primjerice tehnike tiska.



Slika 57. Zaštitni elementi su djelomično povezani

Druga grupa uključuje način kompozicije u kojima je dio elemenata međusobno povezan. Na slici 57. je primjer sa šest zaštita no neke od njih su u kontaktu ili prelaze preko druge. Takav način zaštite smatra se dobrim jer otežava proces krivotvorenja.

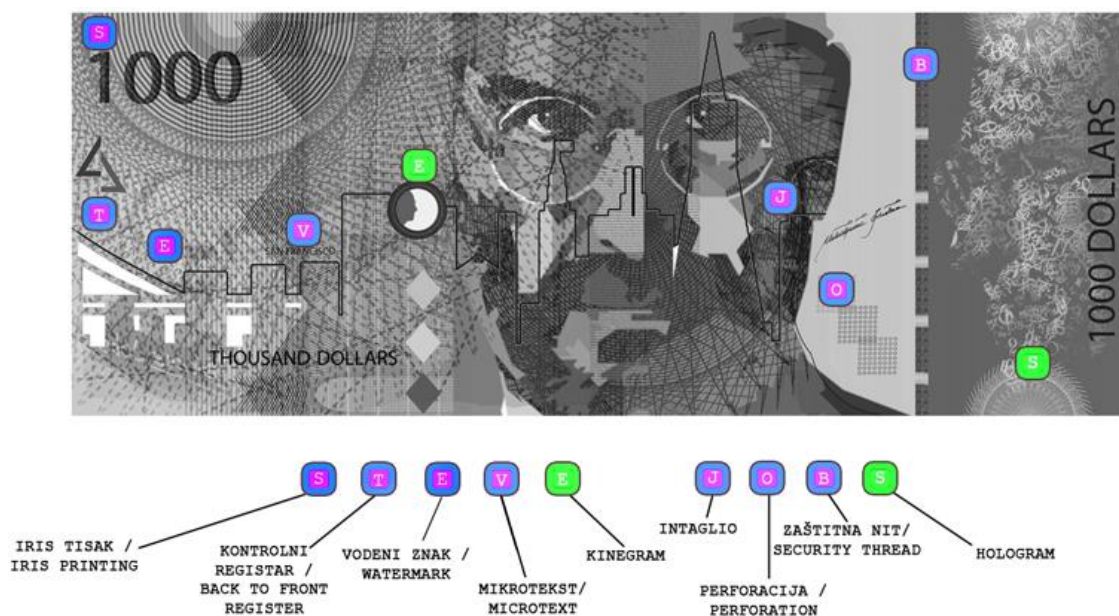




Slika 58. Ugniježdene zaštitni elementi

Treća grupa uključuje kompoziciju koja ima zaštitne elemente ugniježdene jedan u drugi. Takva kompozicija nije se pokazala kao dobra, jer javnost ne razumije što točno treba provjeravati. Primjerice takve novčanice imaju tri glavne zaštite za širu javnost, od kojih je unutar jedne sadržano još zaštita (slika 58.).

Putem sustava anketiranja ispitanika ispitalo se da li prijedlog koncepta, prema kojem su zaštite iz prvog stupnja povezane s tekstom portretirane osobe na novčanici, olakšava slijed praćenja zaštitnih elemenata na novčanici.

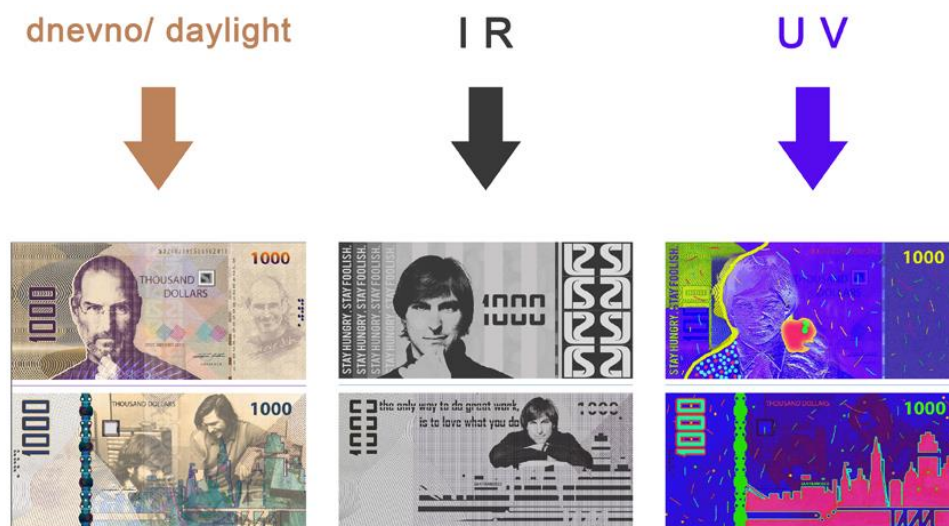


Slika 59. Autorska novčanica s oznakama za slijed praćenja zaštita

Prijedlog koncepta predstavljen je prikazom vidljivim na slici 59., posebno izrađen od strane autora rada za potrebe ispitivanja. 70.1% ispitanika odgovorilo je da im takav koncept olakšava nalaženje zaštitnih elemenata i u konačnici procjenu autentičnosti novčanice, 17.9% odgovorilo je da im ne pomaže, a 11.9% tvrdi da im to ne igra nikakvu ulogu jer ionako ne poznaju dobro zaštite. Odlučeno je da se finalno rješenje prototipa novčanice u eksperimentalnom dijelu rada izradi i s ovim konceptom.

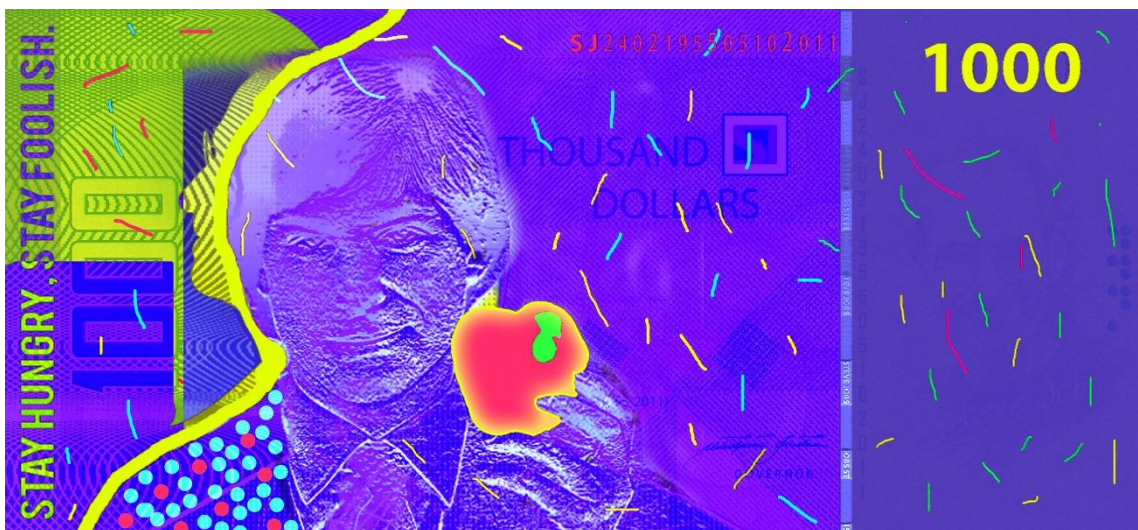
Kao optimalno rješenje smatra se da odabir zaštita za prvi stupanj bude primjenjiv i na drugim stupnjevima; primjerice zaštitna nit kao sigurnosni element prvog stupnja, može služiti i kao provjera za neki drugi stupanj ako mijenja boju promatrana u UV spektru. Kao dio ovog istraživanja ustanovljeno je da li bi interes za zaštitnim elementima prvog stupnja porastao, ukoliko bi se propagandom novčanice javnosti objasnilo da je dizajn novčanice promatran pod dnevnim svjetlom konceptualno povezan sa skrivenim dizajnom u UV i IR spektru te da li takvo rješenje javnost smatra estetski privlačnim.

Inovativno rješenje poput INFRAREDESIGN® omogućava spajanje dviju neovisnih grafika u jedan takav koncept. Jedna grafika vidljiva je pod dnevnim svjetlom, a druga pod bliskim infracrvenim svjetlom, što pruža brojne mogućnosti u dizajnerskom izričaju, a istodobno je odličan način zaštite jer je grafiku iz infracrvenog područja nemoguće krivotvoriti[17].

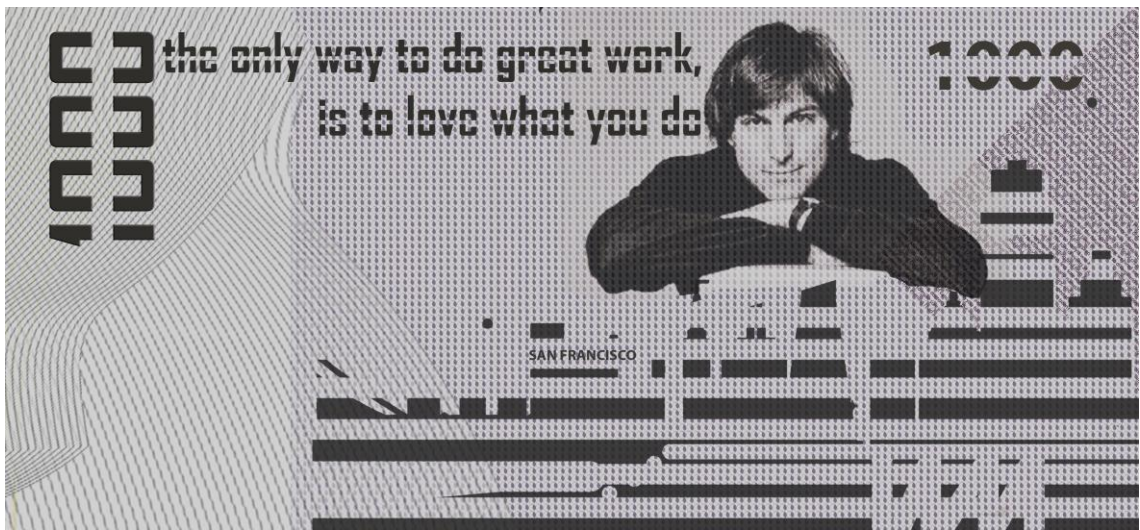


*Slika 60. Autorska novčanica s tri neovisne grafike*

Ispitanicima je ponuđena slika koja prikazuje novčanicu s tri neovisne grafike koje su konceptualno povezane te vidljive u različitim uvjetima promatranja, izrađena od strane autora ovog rada (slika 60.). Na slikama 61. i 62. uvećan je prikaz lica i naličja novčanice, promatran u dnevnom, UV i IR spektru. Novčanica predstavlja dizajn tisuću američkih dolara, a za glavni motiv odabran je Steve Jobs.



Slika 61. Lice autorske novčanice (dnevno, IR, UV)



Slika 62. Naličje autorske novčanice (dnevno, IR, UV)

78.8% ispitanika smatra takav koncept estetski privlačnim i tvrdi da bi ih više zainteresirao za zaštite na novčanici, dok 21.4% tvrdi da im takav koncept ne utječe na povećanje interesa za zaštitama na novčanicama. Prototip novčanice u eksperimentalnom dijelu rada izrađen je prema rezultatima ovog istraživanja i svim ostalim teorijskim saznanjima prikazanim u prethodnim poglavljima. Kroz poglavlja je objašnjen postupak modeliranja pojedinih zaštita, ispitana je njihova efikasnost, te je prikazana primjena i kompozicija na prototipu novčanice.

## **6. EKSPERIMENTALNI DIO**

### **6.1. Cilj i hipoteze**

Cilj ovog istraživanja je kreirati individualizirana neponovljiva programska rješenja zaštitne linijske grafike, koja se mogu implementirati na novčanice. Također predlaže se koncept kompozicije koja olakšava slijed praćenja najznačajnijih zaštitnih elemenata sa svrhom dodatne zaštite novčanica od pokušaja krivotvorenja. Postavljaju se i potvrđuju sljedeće hipoteze:

Hipoteza 1 - Nemoguće je ponoviti ili krivotvoriti individualizirane zaštitne elemente bez uvida u parametre programskih rješenja i dostupnosti odgovarajuće tehnologije.

Hipoteza 2 – Vidljivost programskih individualiziranih zaštitnih elemenata ovisi o debljini, veličini i optimalnoj udaljenosti između linija.

Hipoteza 3 – Na novčanicu je moguće implementirati sva programska rješenja prema unaprijed osmišljenom konceptu koji formira određeni uzorak čime se stvara slijed olakšanog praćenja zaštitnih elemenata na novčanici.

### **6.2. Metodologija i plan istraživanja**

Teorijski dio rada temelji se na sveukupnoj kompleksnosti projektiranja novčanica te važnosti računalne grafike u tom procesu, osobito linijske grafike. U eksperimentalnom dijelu rada se pobliže prikazuje složen proces praktičnog rada vezanog uz projektiranje novčanica. Izrađuju se individualizirani dizajnerski predlošci koji će se algoritmima provesti u elemente linijske grafike. Istražuje se efikasnost pojedinih programskih rješenja, te se odabiru optimalna rješenja koje se apliciraju na digitalni prototip novčanice. Ističu se mogućnosti primjene samih programskih rješenja te se daju novi prijedlozi. Aplikacija individualiziranih elemenata se provodi na temelju istraživanja iz teorijskog dijela rada, te uključuje verziju s olakšanim slijedom praćenja zaštitnih elemenata iz prvog stupnja zaštite.

### **6.3.Razrada koncepta**

Za digitalni prototip novčanice odlučeno je da se individualizirane zaštite ukomponiraju na individualiziranu grafiku koja predstavlja koncept redizajna apoeni od sto američkih dolara. Kao glavni motiv lica izabran je Steve Jobs, a naličja Palača umjetnosti u San Franciscu, jer je San Francisco grad rođenja portretirane osobe.

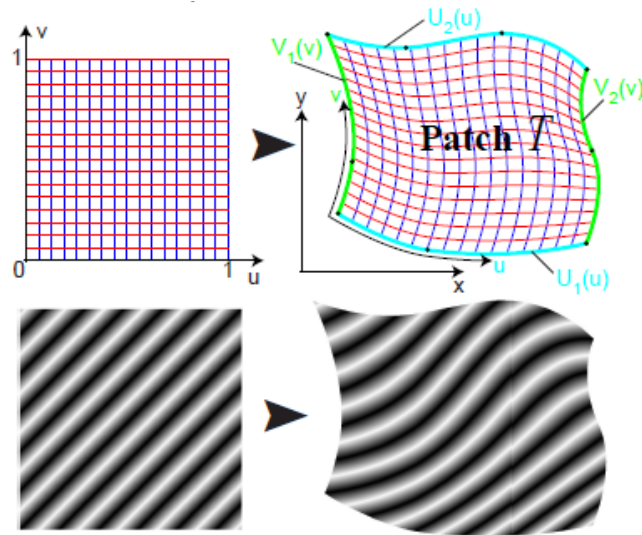
Orijentacija novčanice biti će kombinirana, a format 140x70 mm. Dizajn se postavlja tako da računa na sve značajnije tehnike tiska koje se koriste u izradi novčanica. Zaštitni elementi su podijeljeni u stupnjeve, a prvi stupanj uključuje elemente za širu javnost od kojih su brojni primjenjivi i na druge stupnje. Lice i naličje novčanice uključuje devet najznačajnijih zaštita za širu javnost koje će se ukomponirati tako da ih je moguće očitati prema oznakama na novčanici. Oznake se odnose na ime i prezime portretirane osobe s naličja, pri čemu se svako slovo odnosi na zaštitu ili grupu zaštita koje se nalaze u neposrednoj blizini.

### **6.4. Izvedba portreta tehnikom digitalnog graviranja**

U toku izvedbe portreta za potrebe prototipa nastalo je više rješenja izvedenih različitim tehnikama.

Prvi način uključuje izradu portreta metodom digitalnog graviranja koristeći programsku podršku Adobe Illustratora i Photoshopa. Metoda je rađena prema tehnici digitalnog graviranja Victora Ostromoukhova i za cilj ima obradu fotografije tako da simuliraju izgled stvarno graviranog portreta[18]. Za kreiranje linija mogao se koristiti i programski jezik PostScript, no radi jednostavnosti postupka koje uključuje i konvertiranje ps datoteka u eps datoteke, odlučeno je da se rade u Illustratoru.

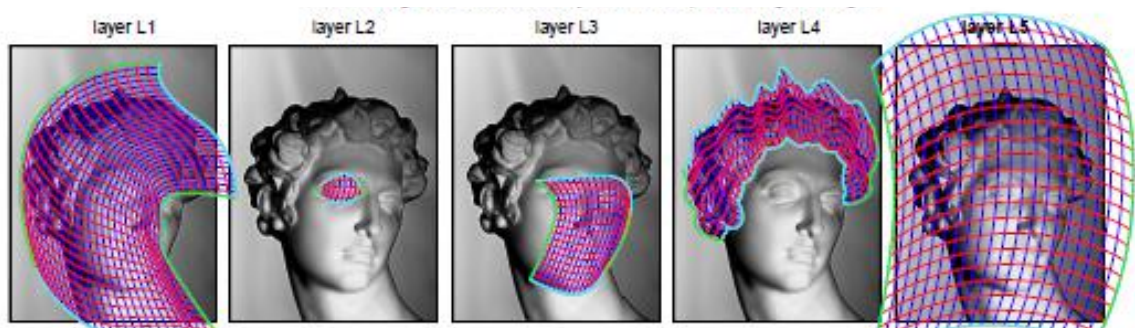
U Illustratoru se iscrtava osnovna linija te se s pomoću alata *Blend* multiplicira proizvoljan broj puta, ovisno o tomu kolika jasnoća detalja se priželjkuje. Takav set paralelnih ravnih linija importira se u Adobe Photoshop gdje se nadalje obrađuje.



Slika 63. Princip transformacije linija

Izvor: Digital Facial Engraving, Victor Ostromoukhov

Alatom za transformaciju linija *Warp* moguće je promijeniti parametre poput smjera linija, debljinu linija, duljinu i sl. Time se linije mogu prilagoditi morfološkoj strukturi lica (slika 63.).

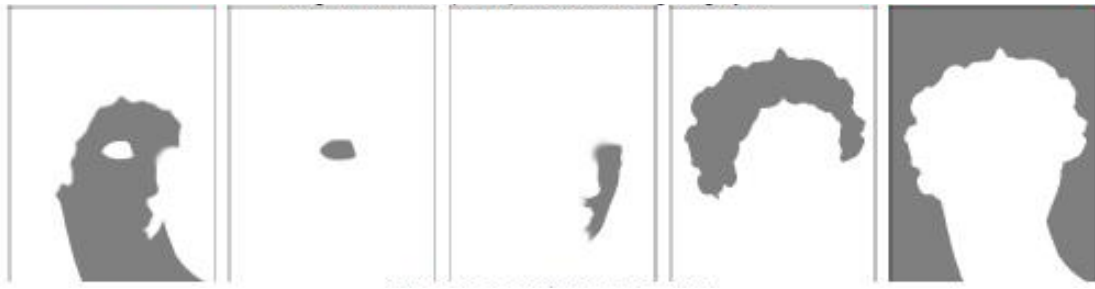


Slika 64. Transformacija linija za pet različitih područja

Izvor: Digital Facial Engraving, Victor Ostromoukhov

Prije nego se transformira set linija, potrebno je obraditi fotografiju na sljedeći način. Koristi se crno-bijeli predložak na kojem je potrebno pažljivo označiti različita područja na koja će se aplicirati različito transformirane linije (slika 64.).





*Slika 65. Maske za graviranje uzastopnih slojeva*

**Izvor:** *Digital Facial Engraving, Victor Ostromoukhov*

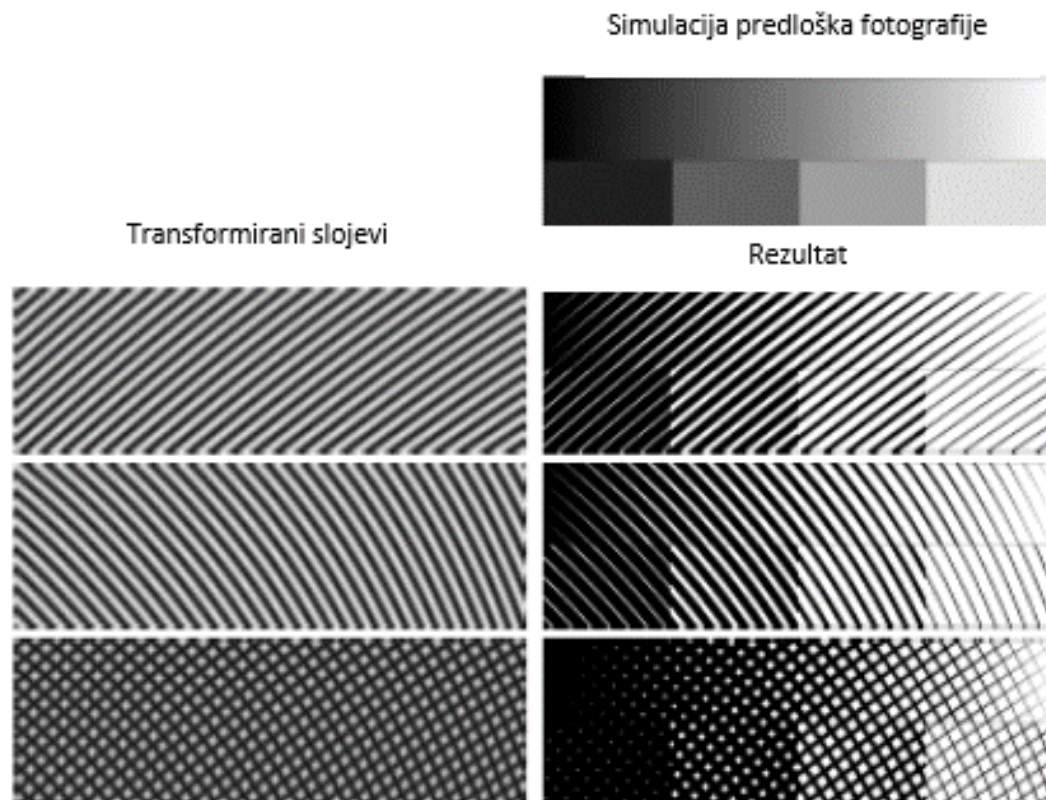
Područja se označe i kreiraju se maske koje se odnose na područja fotografije gdje bi linije trebale vjerno pratiti obrise lica (slika 65.). Različito se tretira područje pozadine, kose, brade, dijelova lica, oko, staklo naočala, te ta područja predstavljaju buduće slojeve (*layere*) za graviranje. Rubovi se također moraju posebno istaknuti, te se izvode planiranim bjelinama koje stvara prekid iscrtavanja linija.



*Slika 66. Rezultat nakon prve faze digitalnog graviranja*

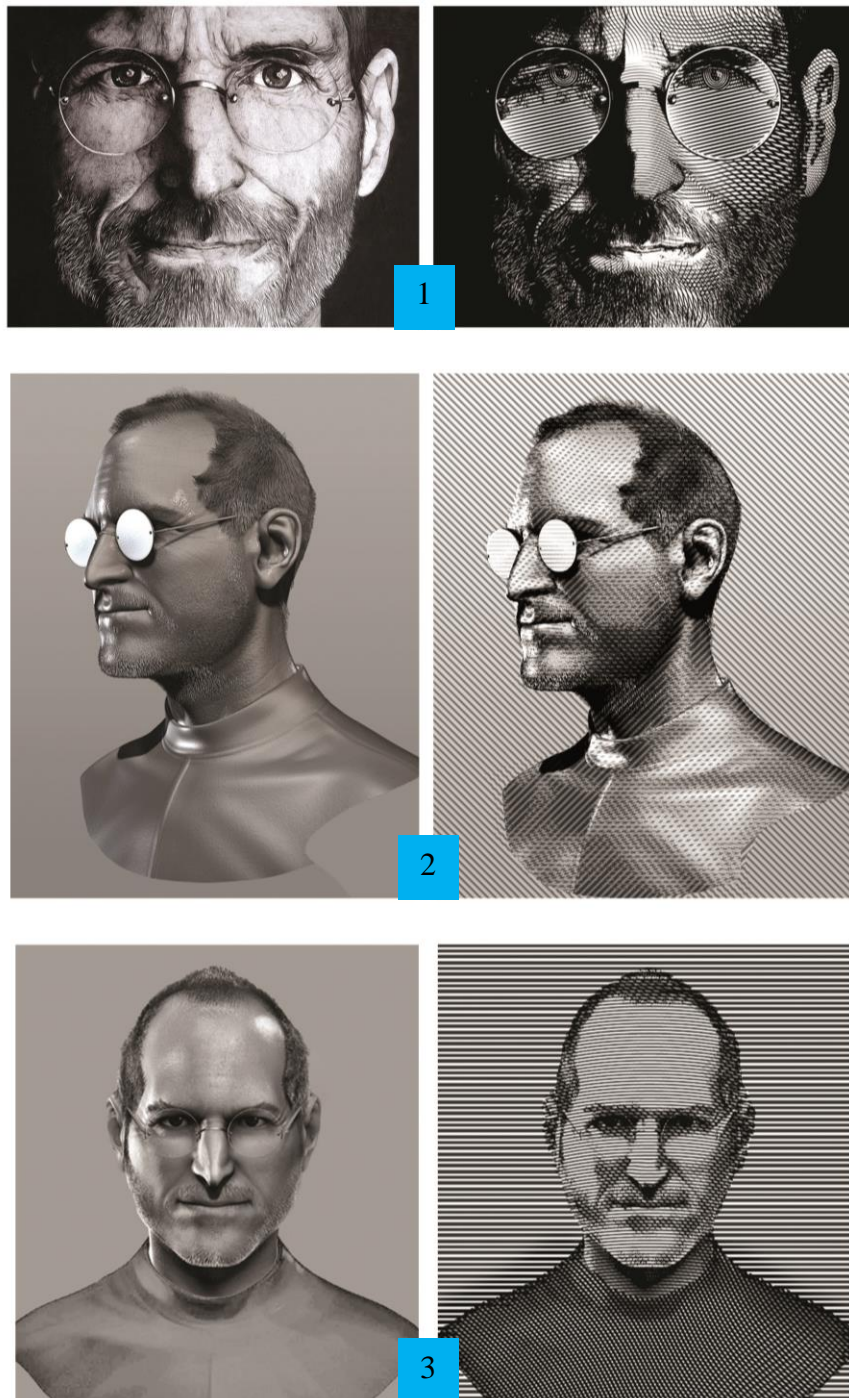
**Izvor:** *Digital Facial Engraving, Victor Ostromoukhov*

Za svako područje određuje se vrsta linija. Mogu se koristiti obične ravne linije jednake debljine ili linije kojima se smanjuje debljina prema rubovima. Nakon što se definirala vrsta linija, označila područja, te obavila transformacija linija, dobije se rezultat koji još uvijek ne simulira vjerno predložak s početka (slika 66.).



Slika 67. Princip tehnike digitalnog graviranja

Rezultat je stoga potrebno obogatiti dodatnim setom dijagonalnih linija različitog smjera koje predstavljaju nove stilove graviranja. Određuje se na koja označena područja ih je najbolje aplicirati, te se po potrebi rade dodatna područja s više detalja. Alatom *Threshold* i *Merge* postupak završava te je vidljiv rezultat graviranja koji ponajviše ovisi o vještini označavanja slojeva za digitalno graviranje (slika 67.).



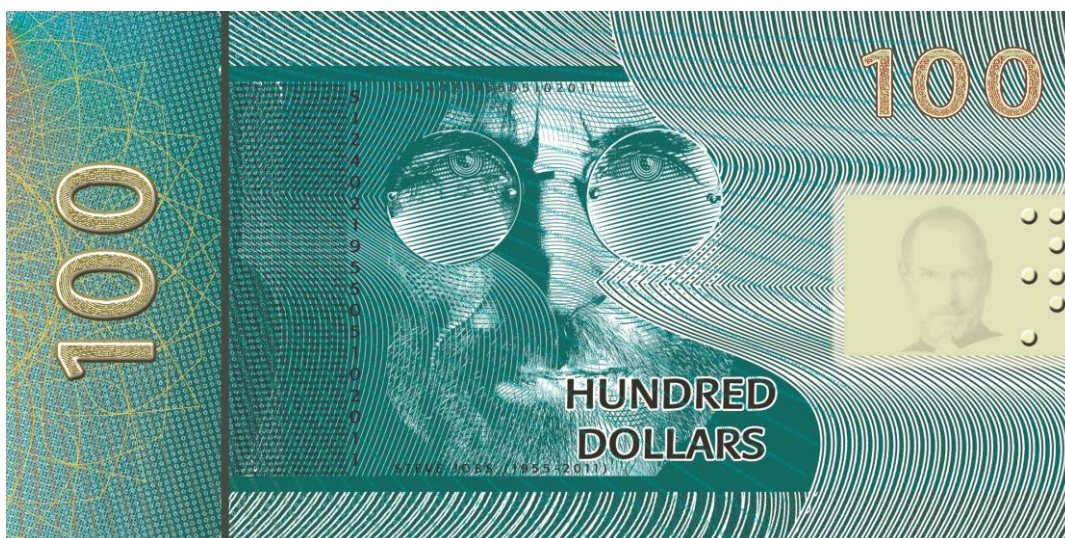
*Slika 68. Tri predložka (lijevo) i rezultati nakon digitalnog graviranja*

U radu su se izradila tri različita portreta prema ovoj tehnici (slika 68.). Vidljive su brojne greške nastale nepreciznim označavanjem slojeva, nedovoljnim brojem slojeva, kao i pretjerano crni ili bijeli dijelovi gdje je korištena prevelika gustoća linija. Linije portreta trebale bi biti jasne, precizne i vjerno pratiti morfološku građu lica.



*Slika 69. Detalj sa prvog portreta*

Cijelom portretu treba se pristupiti s posebnom pažnjom prema detaljima kakvi su primjerice posvećeni oku i naočalama s prvog rješenja (slika 69.). Postupak je dugotrajan i bio bi izvediviji ukoliko bi se kao predložak koristio 3D model. Pritom se interpolacijom točaka ravnina linija prilagođava morfološkoj strukturi lica.



*Slika 70. Aplikacija prvog rješenja portreta na autorsku novčanicu*

Izrađen je primjer aplikacije prvog rješenja portreta na autorsku novčanicu (slika 70.). Novčanica je prožeta brojnim zaštitnim linijama izrađenim u programskom jeziku PostScript. No za konačno rješenje prototipa novčanice, sva rješenja portreta izrađenih digitalnom tehnikom graviranja su se odbacila te je odlučeno da će portret biti rastriran.

## 6.5. Modeliranje individualiziranog rasterskog elementa

### 6.5.1. Modeliranje transformacijom matematičkog izraza u postscript kod

U ovom dijelu objašnjen je postupak modeliranja individualiziranog rastera. Za autorski oblik rasterskog elementa prvo je potrebno napisati matematički izraz koji ga opisuje[19]. Matematički izraz je unesen putem komandi u program Wolfram Mathematica 10.2 te omogućuje uvid u 2D (*ContourPlot* komandom) i 3D (*Plot3D* komandom) prikaz oblika. Time je moguće predvidjeti kako će se sam oblik ponašati na različitim pokrivenostima kada se primijeni na fotografijama i zaključiti da li je matematička relacija uopće pogodna za rastriranje. Prije nego se unese matematička relacija u Mathematicu, važno je definirati rastersku ćeliju odgovarajućim parametrima; x: -1, 1 ; y: -1, 1 i ; os z: 0, 1. Oblik ne smije prelaziti zadane granice ćelije.

Nakon toga slijedi transformacija matematičke formule u Postscript kod tako da reprodukcija traženog oblika rasterskog elementa bude moguća na izlaznim uređajima[20].

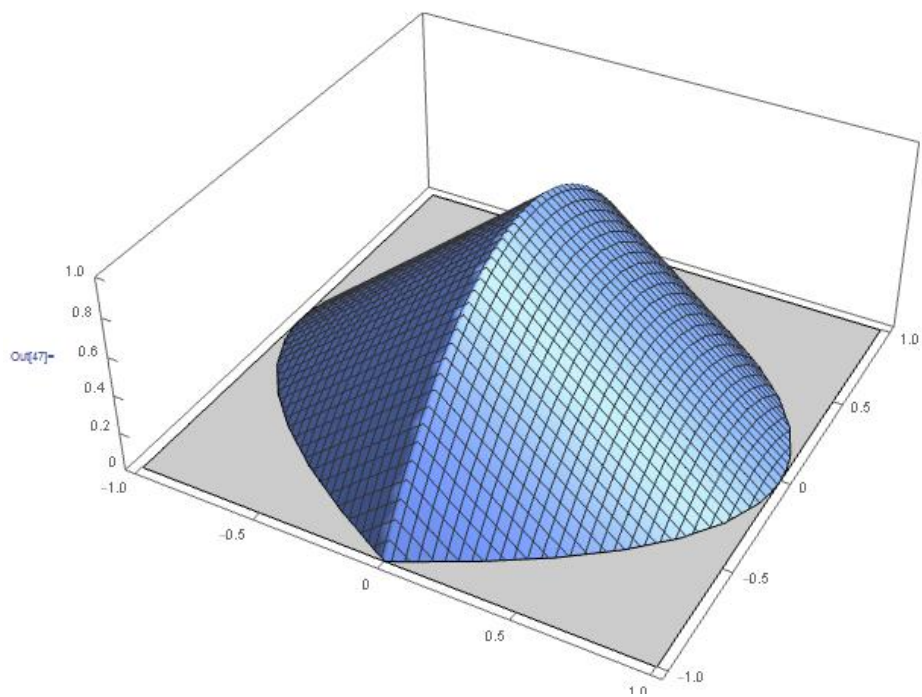
Matematički izraz za oblik naziva „eye“ glasi:

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

```
Plot3D[1 - Abs[x] - y^2, {x, -1, 1}, {y, -1, 1}, Mesh -> 50, MeshFunctions -> Automatic, Mesh -> Automatic, MeshFunctions -> {#3 &}, PlotTheme -> "Business", Mesh -> Automatic, MeshFunctions -> {#3 &}, PlotRange -> {0, 1}]
```

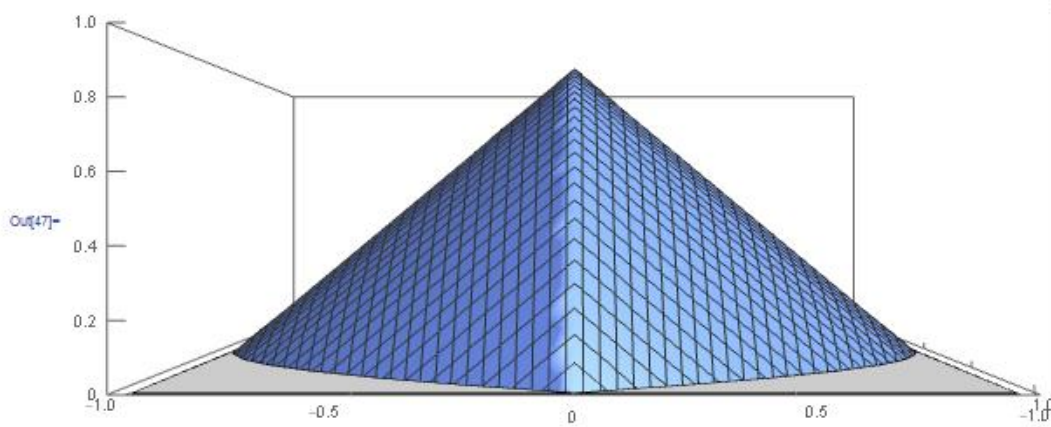
Slika 71. Red komandi za 3D prikaz rastera

Zatim se redom komandi u Wolfram Mathematici 10.2 upisuju parametri za 3D prikaz rastera. Važno je definirati raspon z-osi komandom *PlotRange* te upisati {0,1}, a ostalim komandama (*PlotTheme*, *Mesh*, *MeshFunctions*) vidljivim na slici 71. definira se izgled 3D prikaza.



*Slika 72. 3D prikaz rasterskog elementa*

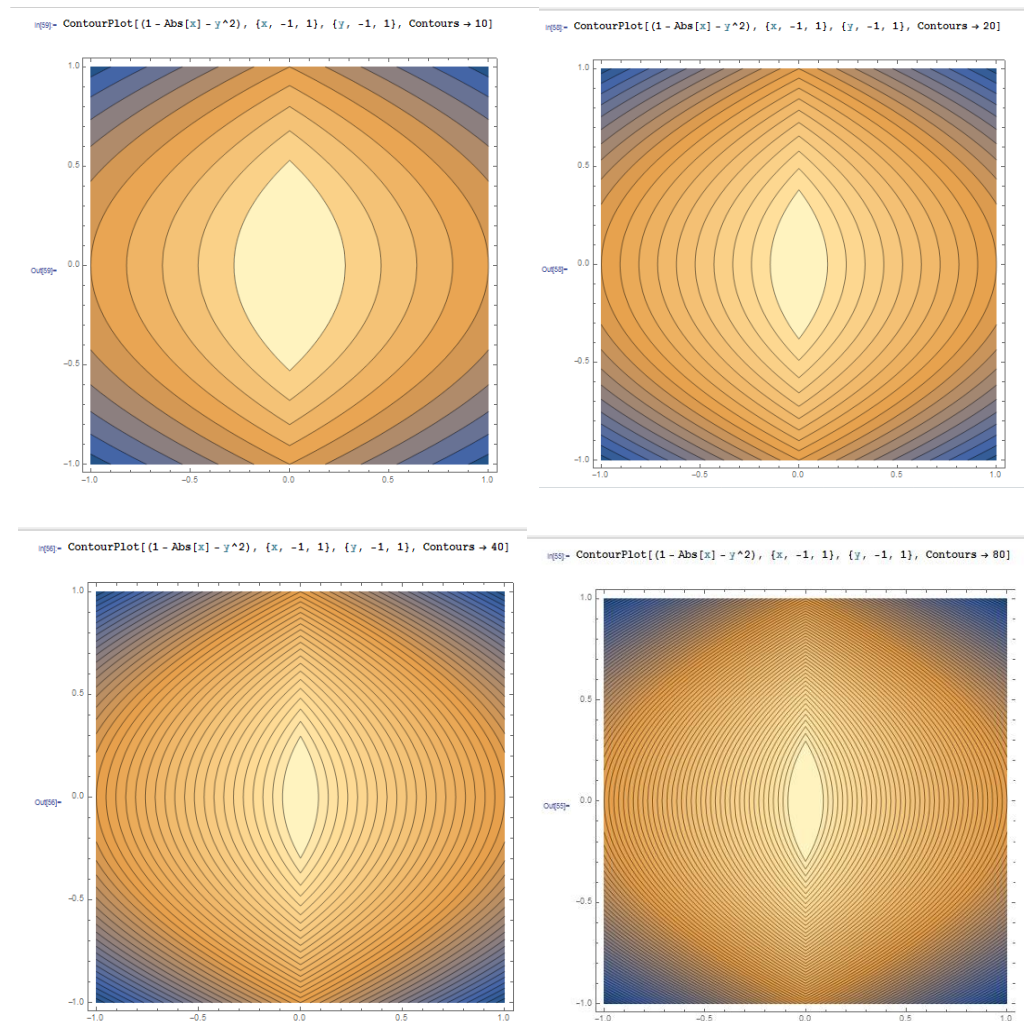
Komandom *Plot3D* i upisivanjem parametara za rastersku ćeliju dobije se 3D prikaz oblika individualiziranog rastera vidljiv na slici 72.



*Slika 73. Prikaz 3D rasterskog elementa iz druge perspektive*

3D prikazom ustanovilo da traženi oblik zadovoljava uvjete za rastriranje, te ne prelazi zadane granice rastriranja  $\{0,1\}$  (slika 73.).

Važno je provjeriti deformaciju rasterskog oblika tijekom mijenjanja parametara za x, y i z vrijednost. Naredbom *ContourPlot* moguće je vidjeti 2D prikaz oblika s konturama koje se odnose na područja pokrivenosti budućeg rasterskog elementa.



Slika 74. Pokrivenost za rasterski element "eye".

Time se može ustanoviti kako će se oblik ponašati kada se nakon transformacije u PostScript kod iskoristi na određenim motivima. Broj kontura određuje se komandom *Contours* te je redom korišten broj 10, 20, 40, 80 i rezultat je vidljiv na slici 74.

Matematički izraz sada je potrebno transformirati u PostScript programski jezik prema pravilima stack programiranja[21].. Kod operacija zbrajanja ili oduzimanja (add, sub), kao i množenja i dijeljenja (mul, div), uzimaju se dva podatka sa vrha stacka, a rezultat

se ponovo prebacuje na vrh. Slično je i s ostalim komandama (exch – zamijeni, abs – apsolutna vrijednost rezultata sa vrha stacka, dup – dupliciranje).

PostScript transformacija glasi:

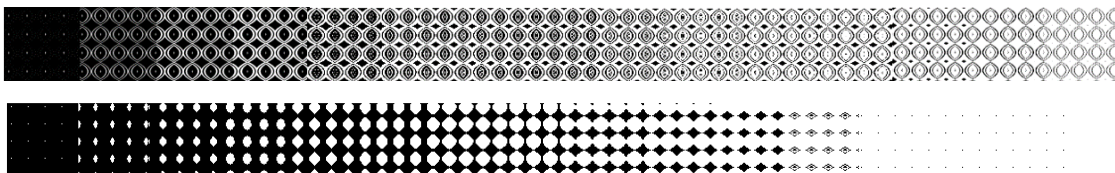
```
/eye {dup mul exch abs exch sub 3 exch sub 10 div } bind def
```

Sada je potrebno testirati pokrivenost rastera kod različitih zacrnjenja, različitih kuteva i prikazati transformacije oblika uslijed promjene zacrnjenja.

```
Datoteka Uređivanje Oblikovanje Prikaz Pomoć
/eye {dup mul exch abs exch sub 3 exch sub 10 div} bind def
/lin 15 def
/kut 0 def
lin kut {eye} bind setscreen
1 300 translate
20 20 scale
15 1 8 [1 1 div 0 0 1 1 div neg 0 0]
{<00112233445566778899aabbccddeeff>} image
showpage
```

Slika 75. Test program za pokrivenost rastera „eye“

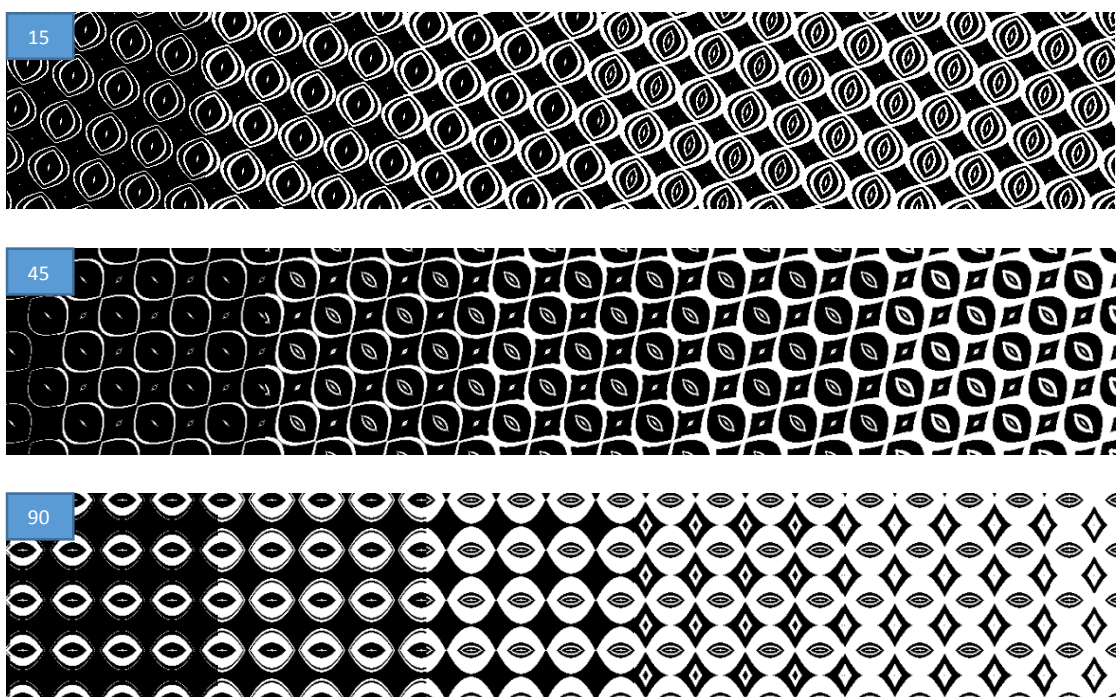
Test program korišten za prikaz pokrivenosti vidljiv je na slici 75. Testiralo se s linijaturom 15 i kutem od nula stupnjeva. Rezultat je uvećan dvadeset puta radi boljeg prikaza detalja. Program Gsview koristio se za prikaz PostScript datoteka i pritom je postavke potrebno podesiti na 1-bitni prikaz s rezolucijom od 600dpi.



Slika 76. Raster "eye" u PostScript prikazima sa različitim postavkama rezolucije

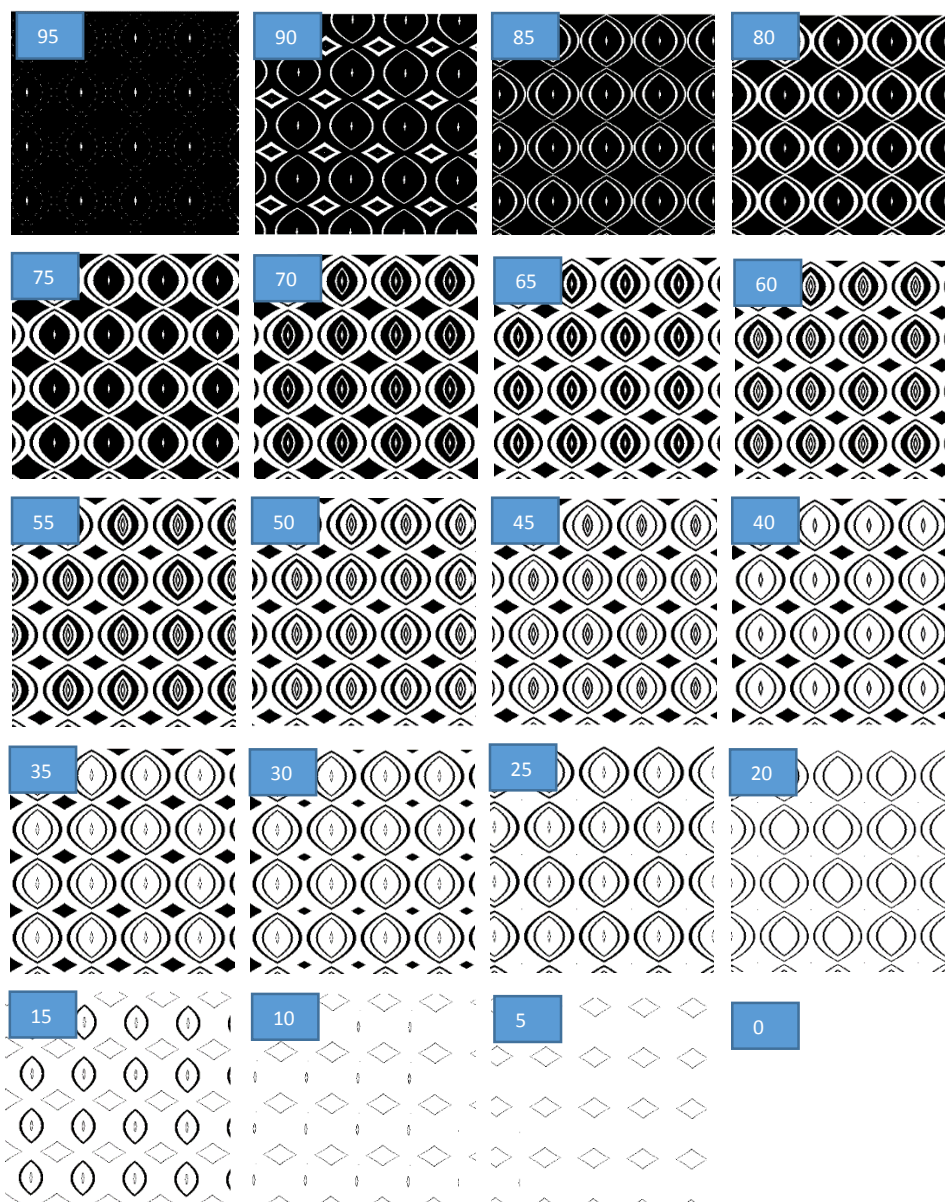
Na slici 76.prikazan je rezultat testiranja rastera „eye“ s različitim postavkama rezolucije u Gsview-u pri čemu gornji prikaz ima veću rezoluciju od donjeg.





*Slika 77. Raster "eye" pod različitim kutovima (15, 45 i 90°)*

Na slici 77.prikazan je autorski raster s različitim postavkama za kut. Gornji prikaz izveden je s kutem od 15°, srednji s 45°, a donji s 90°. Vidljiva je transformacija oblika promjenom kuta i postotkom zacrnjenja. Raster mijenja detalje oblika, dok pretežito zadržava osnovni oblik oka i mrežnu strukturu.



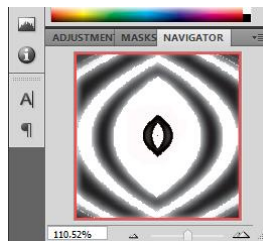
Slika 78. Test pokrivenosti rastera za zacrnjenja od 5-95%

Na slici 78. prikazan je test pokrivenosti rastera za zacrnjenja od 5-95%. Postavke kuta namještene su na nula stupnjeva. Varijacija oblika rasterskog elementa je prisutna analogno s povećanjem postotka zacrnjenja.

Iz prethodnih prikaza može se zaključiti da individualizirani oblik rasterskog elementa mijenja oblik sukladno parametrima algoritma. Struktura mu je mrežasta, a oblik se transformira od pravilnog romba do ovojnica koje tvore obris oka. Raster je pogodniji za prikaz motiva veće rezolucije, a oblik najbolje dolazi do izražaja s linijaturom 15.

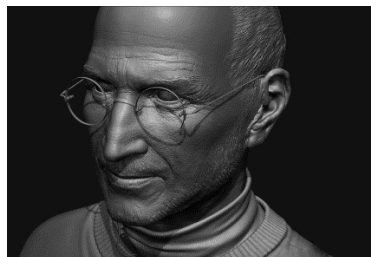
U nastavku se simulira izgled rastera tehnikom mapiranja istog motiva uzorkom koji simulira izgled rastera, alatom „*pattern*“ u Adobe Photoshopu, čime se ističe značaj programskog rješenja i dokazuje tvrdnja da nije moguće krivotvoriti motive rastrirane istim.

#### 6.5.2. Simulacija individualiziranog rasterskog elementa u Adobe Photoshopu



Slika 79. Simulacija izgleda individualiziranog oblika rastera

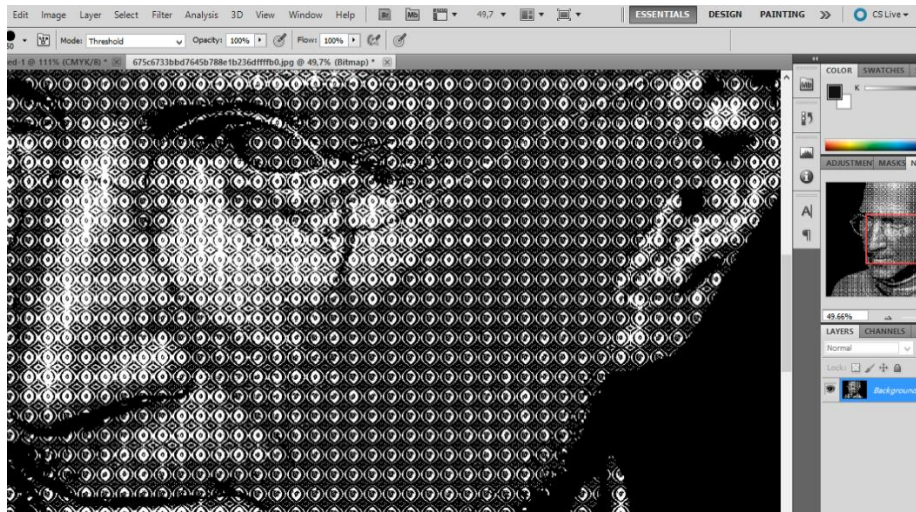
Individualizirani oblik se iscertava u alatu za vektorsku grafiku, Adobe Illustratoru. Budući da je cilj da oblik imitira izgled originalnog rastera, potrebno je alatom „*Blend*“ zadati obrise oko osnovnog oblika rastera jer bi se time mogla postići simulacija različitog zacrnjenja (slika 79.). Zbog toga osnovni oblik ima dijelove koji kao da blijede prema rubovima. Nakon što je oblik gotov, importira se u Adobe Photoshop, te mu se mijenja veličina na 50x50 piksela. Zatim se klikom na „*Edit - Define pattern*“ definira uzorak.



Slika 80. Predložak za testiranje

Predložak koji će se koristiti za testiranje simulacije oblika jest crno-bijela fotografija, koju je prvotno potrebno obraditi na odgovarajući način (slika 80.). Fotografija se prevodi u „*Grayscale mode*“, odnosno mora biti crno-bijela, 8-bitna, da bi se mogla transformirati kao bitmapa.

Nakon što su se uskladile rezolucije predloška i uzorka koji simulira izgled rastera, crno-bijela fotografija se prevodi u bitmapu s uzorkom.



*Slika 81. Izgled simulacije rastera nakon prve faze*

Rezultat je vrlo loš (slika 81.). Crni dijelovi na predlošku nisu uzorkovani definiranim uzorkom.

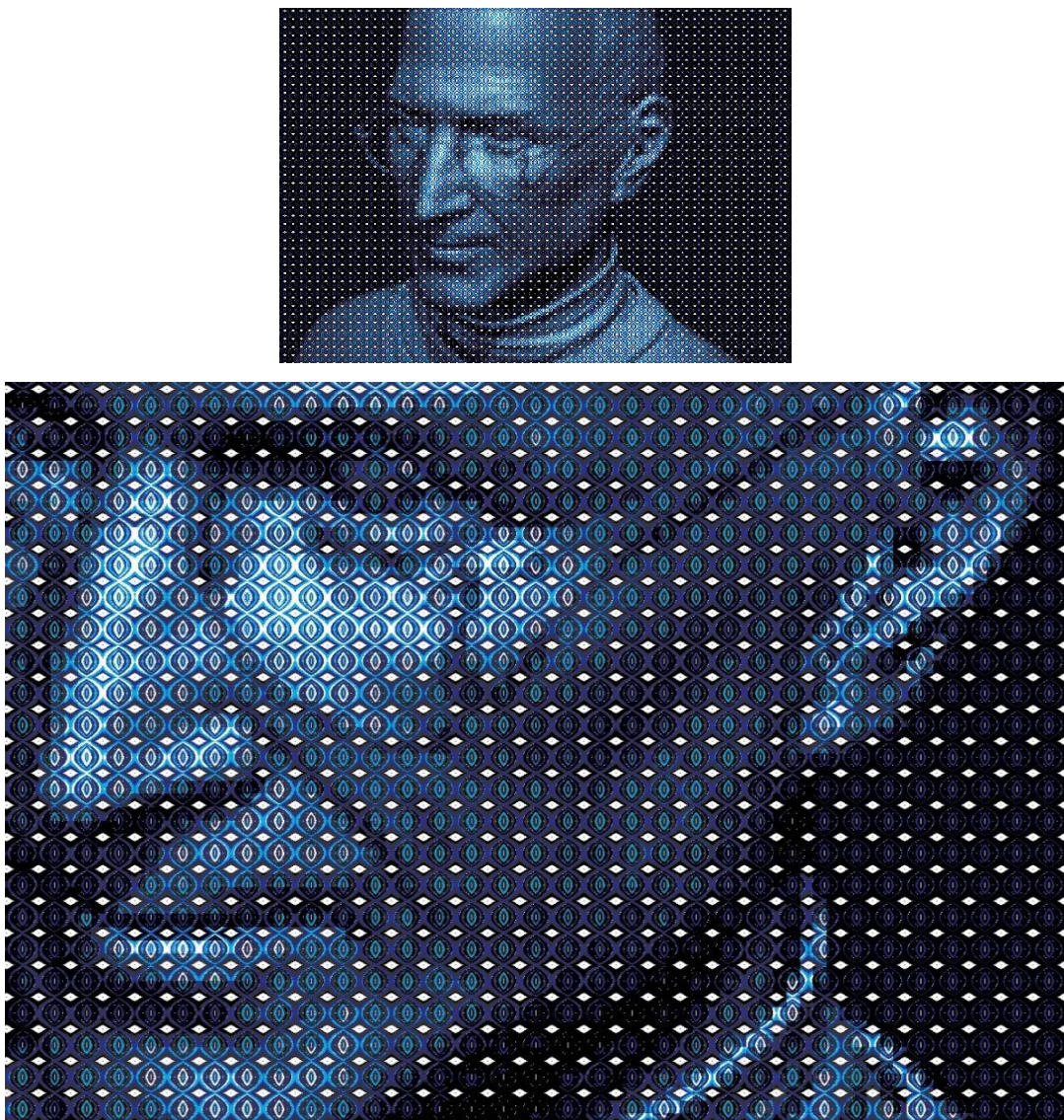


*Slika 82. Predložak s negativom*

Budući da su crni dijelovi ostali crni, definira se još jedan uzorak, negativ prethodnog, te se ponavlja spomenuti postupak, s ciljem da se na tim područjima pojavi simulacija kakvu bi pružao originalni programirani raster (slika 82.).

Takve dvije bitmape se ponovo prevode u „*Grayscale mode*“, a zatim u RGB ili CMYK prikaz boja. Alatima za međusobni odnos „*layera*“ odnosno slojeva prve i druge bitmape, predložak s negativnim uzorkom se prevodi u „*Lighten mode*“, te se zatim spaja s donjim predloškom gdje je pozitiv (slika 84.). Pojavljuju se pretjerano svijetli dijelovi, kakvih ne bi bilo da se koristio originalni raster. Takva područja se brišu te se usklađuju nijanse boja s predloškom koji je rastriran „eye“ rasterom i naknadno obrađen. Da bi se rezultat mogao ocijeniti, potrebno ga je usporediti s originalom (slika 83.).

Raster „eye“ na istom predlošku, linijatura 15, kut 0° za sve četiri separacije boja (CMYK):



Slika 83. Predložak rastriran individualiziranim rasterom "eye" i uvećani prikaz.

Simulacija oblika individualiziranog rastera:



*Slika 84. Predložak s imitacijom rastera i uvećani prikaz*

Iz prikaza oba predložka, vidljivo je da pokušaj imitacije ne simulira vjerno prikaz originala. Razlikuje se „linijatura“ rastera, nijansa boje, te nije vidljiva identična transformacija oblika kroz različita područja zacrnjenja kao na originalu. Također, kada bi se ovakav predložak otisnuo, bio bi puno tamniji i mutniji nego kada je uistinu rastriran s programskim rješenjem oblika.



*Slika 85. Raster "eye"*

Zaključuje se da je individualizirano programsko rješenje nemoguće krivotvoriti, osobito u slučajevima kada se parametri algoritma za rastiranje individualiziranog oblika zadaju stohastički; odnosno kada im se mijenja veličina, kut, udaljenost među elementima kroz sve četiri separacije boja te je tad teško procijeniti osnovni oblik rastera i točni matematički izraz da bi se postigao identičan prikaz, premda imali znanje potrebno da se to napravi (slika 85.).

### *6.5.3. Izvedba portreta simulacijom rastera siluete Steve Jobsa*

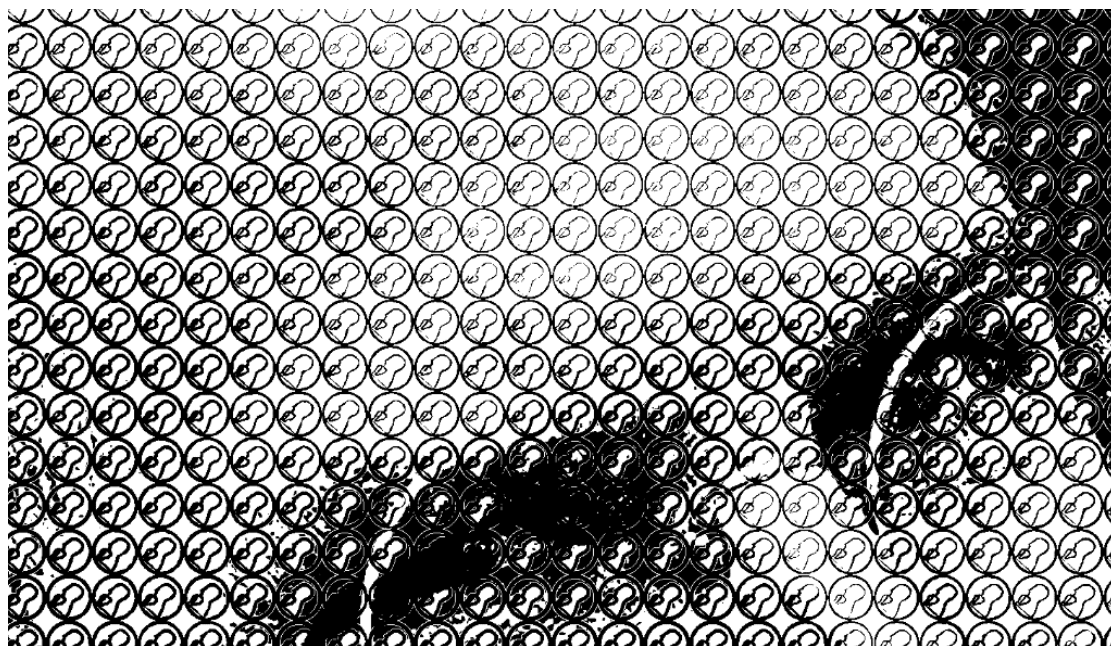
Koristeći spomenutu tehniku simuliranja oblika rastera, za potrebe prototipa novčanice na jednoj strani novčanice korištena je simulacija, a na drugoj autorski raster zato što prototip nije uistinu tiskan tehnologijom koja se koristi za tisak novčanica. Simulacija se ne odnosi na prethodno prikazani pokušaj imitiranja originala, nego na novi oblik.



*Slika 86. Pozitiv i negativni siluete Steve Jobsa*

Oblik je silueta profila portretirane osobe, Steve Jobsa (slika 86.) te uključuje brojne detalje koje je puno teže matematički izraziti, a onda i transformirati u PostScript kod, te predstavlja prijedlog koncepta po kojem bi se mogli raditi portreti na novčanicama.

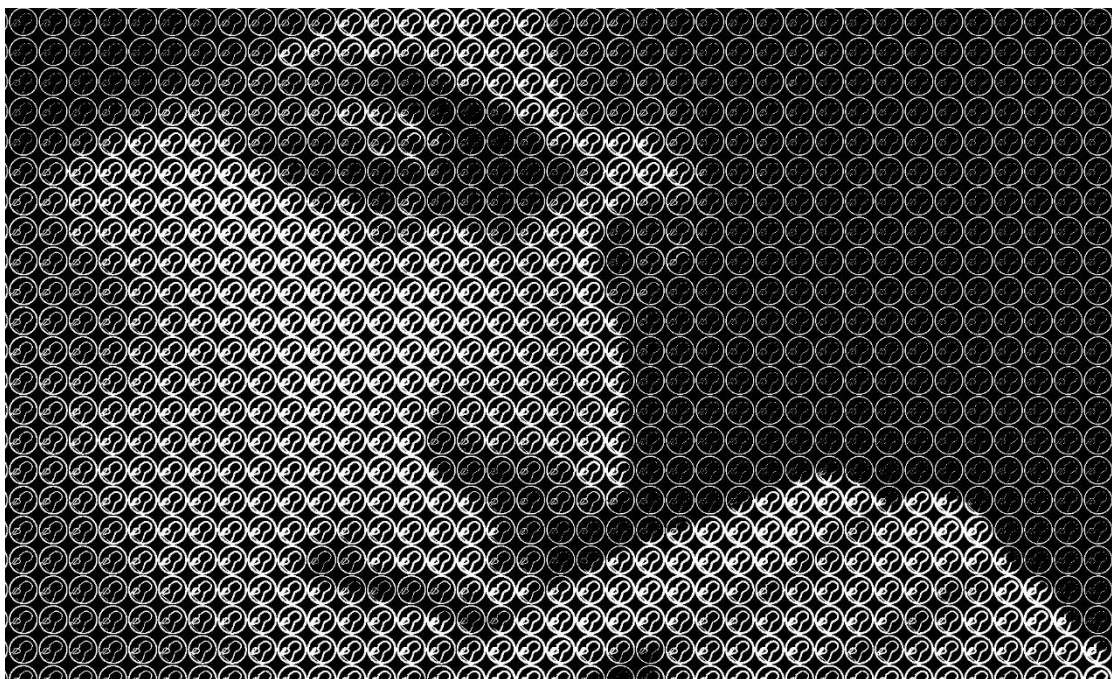
Prethodno opisanim postupkom definiraju se novi uzorci u Adobe Photoshopu, te se po potrebi tamnijih ili svjetlijih područja predložka apliciraju u obliku pozitiva ili negativa.



*Slika 87. Promjena oblika prema područjima zacrnjenja*

Na slici 87.vidljiv je uvećani prikaz dijela motiva s lica za prototip novčanice sa simulacijom rastera „silueta“ na bitmapi portreta Steve Jobsa. Može se uočiti promjena oblika prema zacrnjenju predložka. Na svjetlijim područjima silueta je tanjih linija, a kad se primjenjuje na tamnijim područjima obrisi unutar kružnice postaju više crni.





*Slika 88. IR prikaz motiva*

Na slici 88.prikazan je uvećani prikaz motiva koji ima odaziv u IR spektru i iskorišten je na licu novčanice. Veličina siluete podešena je na način da se uočava njen oblik, a da se može razabrati tko je portretiran. U ovom slučaju riječ je o predlošku gdje je portretirana osoba mlađa nego na licu novčanice, prema planiranom konceptu s početka. Što je fotografija manje kontrastna, više dolazi do izražaja silueta. Crna područja na predlošku su nakon simulacije ispunjena sa kružnicama u kojima nije prisutan oblik siluete, što je dobro zbog toga jer je na predlošku pretežito crne boje pozadina.



*Slika 89. Motiv lica novčanice pod dnevnim svjetlom.*

Na slici 89.prikazan je dio finalne verzije glavnog motiva korištenog na licu novčanice, predviđen za odaziv u dnevnom svjetlu. U ovom slučaju učinjene su separacije boja za sve kanale te uključuju različite kuteve i veličinu pod kojima je definirana silueta. Primjerice, u cijan separaciji silueta je najvećih dimenzija te je zakrenuta za 180°.



*Slika 90. Motiv lica novčanice pod UV svjetlom*

Na slici 90.prikazan je dio treće neovisne grafike vezane za portret lica novčanice koji ima odaziv u UV spektru. Simulacija je urađena pod kutem od nula stupnjeva za definirani oblik siluete te je prikazana bojama koje simuliraju tisak UV bojama.

## 6.6. Programiranje linijske grafike

### 6.6.1. Izvedba mikrolinija linearizacijom predložka dijagonalnim linijama

Za izvedbu mikrolinija korišten je postojeći algoritam unutar kojeg su urađene određene izmjene vezane za način linearizacije. Samim algoritmom postižu se rješenja s određenim stupnjem šuma, što predstavlja oblik zaštite.



Slika 91. Predložak za linearizaciju - silueta San Francisca

Motivi koji će se linearizirati prvotno se moraju obraditi u alatu za rastersku grafiku, Adobe Photoshopu, tako da budu crno-bijeli s jasno izraženim rubovima (slika 91.).



Slika 92. Predložak nakon linearizacije

Podešava se rezolucija i usklađuju se dimenzije motiva i dimenzije unutar koda. Eksportira se kao DCS 1.0 EPS datoteka, s postavkama 1 bit, *grayscale composite* i ASCII kodiranjem. Time se dobije heksadecimalni zapis slike koji se kopira i unosi u algoritam za linearizaciju čime se dobije linearizirani predložak (slika 92.)

```

/s {mark pstack pop} def

2303988 srand
/m { 2 41 exp 1 sub } def
/rn {rand m div} def
/x {rn 256 mul round} def

/z
<FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF
FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF

```

Slika 93. Srand funkcija u algoritmu za linearizaciju

Sam algoritam za linearizaciju je složen i sastoji se od više dijelova. Prvi dio odnosi se na definiranje *srand* broja, u ovom slučaju korišten je datum rođenja autora rada. *Srand* funkcijom se stvaraju uvjeti za pseudoslučajan odabir brojeva te se konačni izračun koji algoritam stvara ne može predvidjeti, a time ni krivotvoriti (slika 93.). Slijedi definiranje varijabli koje određuju način iscrtavanja linija, te varijabla */z* koja se odnosi na heksadecimalni zapis slike[19].

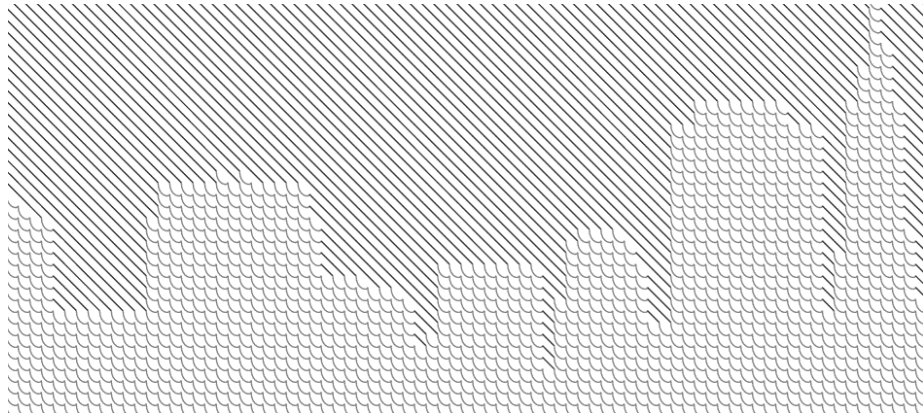
```

/krivulja {0 h 1 div moveto
0 rn 4 mul 0.2 sub
w rn 2 mul 0.3 sub
w h 1 sub curveto
} def
/pozadina {0 w 1 div moveto
w rn 1 sub 0.9 sub
h rn 1 mul 0.9 sub
w h 1 sub lineto
} def
b1 0.9 gt
{0 0 0.15 setgray pozadina 0.1 setlinewidth stroke}
{0 0 0.45 setgray h 1 w div moveto w h 1 sub krivulja 0.1 setlinewidth stroke }
ifelse

```

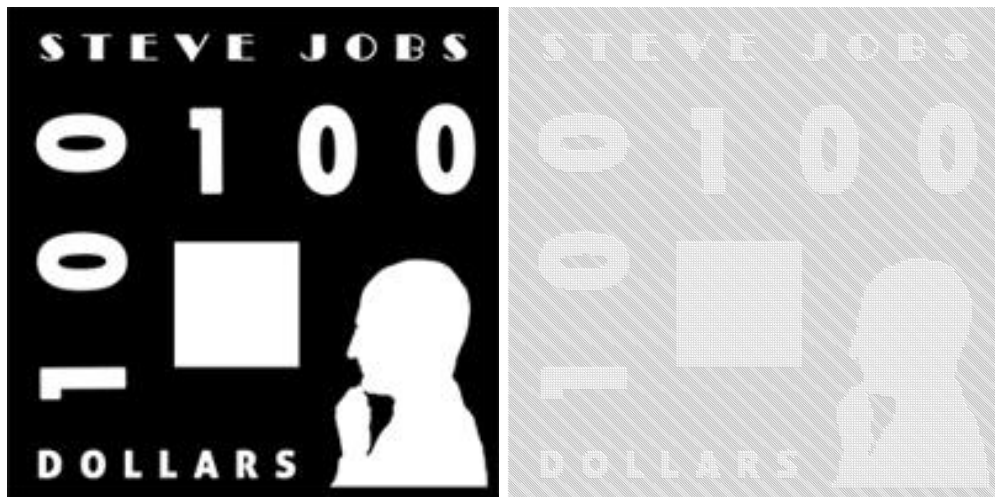
Slika 94. Dio koda kojim se definiraju linije za bijeli i crni dio predloška

Vrste linija kojima se iscrtava pozadina bijele boje i silueta crne boje definiraju se s dvije varijable, vidljive na slici 94. pod */krivulja* i */pozadina* u dijelu korištenog algoritma. Izmjenama u tom dijelu moguće je postići različite načine iscrtavanja linija za bijeli i crni dio predloška, definirati debljinu, boju.



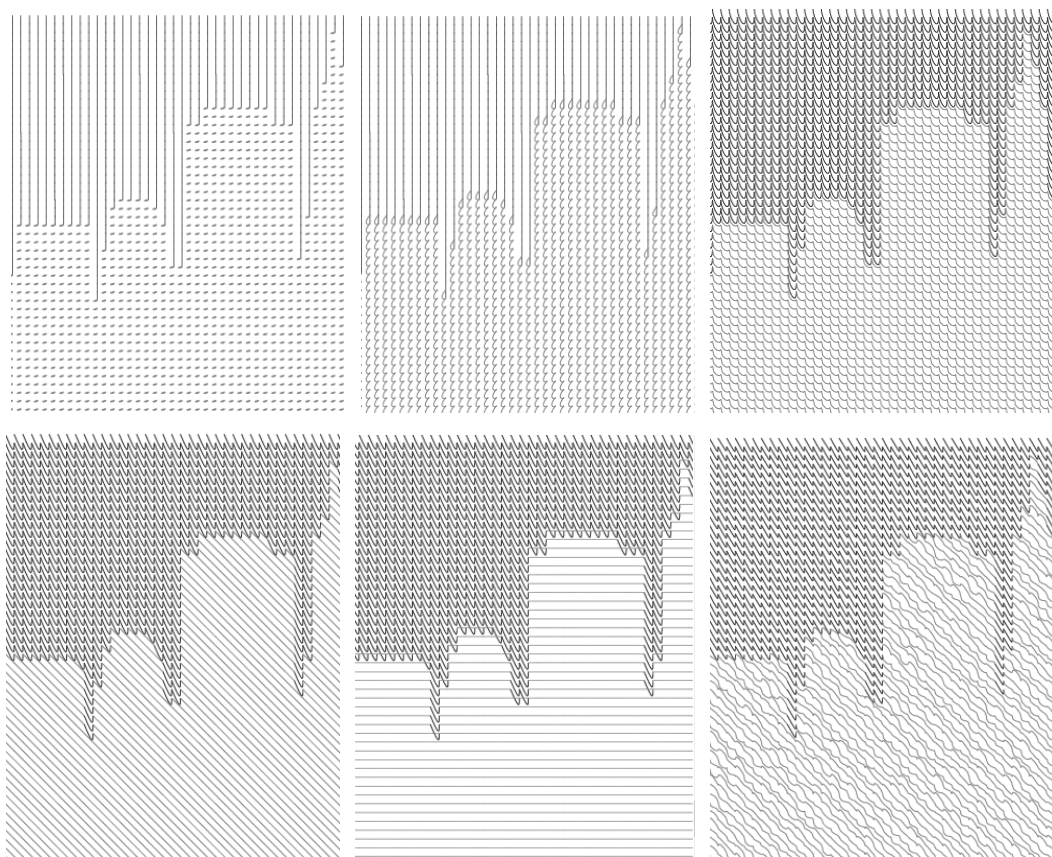
*Slika 95. Uvećani prikaz mikrolinija dobivenih linearizacijom*

Za izradu mikrolinija za potrebe prototipa novčanice cilj je bio da bijela pozadina bude iscrtana ravnim dijagonalnim linijama, a crni motiv siluete linijama sa šumom (slika 95.). Uočljivi su obrisi siluete San Francisca.



*Slika 96. Drugi predložak veće rezolucije korišten na prototipu novčanice prije i poslije linearizacije*

Isti algoritam primijenjen je i za drugi predložak korišten na prototipu novčanice u obliku mikrolinija, no predložak je veće rezolucije i stoga je broj linija automatski veći, što utječe na vidljivost i jasnoću linearizacije. Drugi predložak stoga izgleda tamnije te dolazi do spajanja mikrolinija i vidljiv je prugasti efekt pozadine (slika 96.).



Slika 97. Prikaz šest različitih stilova linearizacije

Iz koda je vidljivo je da se linije za pozadinu i siluetu razlikuju u definiciji sive boje, koja je svjetlija za siluetu u dijelu „setgray“ funkcije, dok im je debljina „setlinewidth“ funkcijom definirana fiksno sa 0,1. Izmjenom parametara za način iscrtavanja linija moguće je postići široku paletu stilova linearizacije (slika 97.). Što način iscrtavanja ima veći šum, to je tako lineariziran motiv teže krivotvoriti. Linearizirani predlošci u funkciji mikrolinija dodatno su oplemenjeni tehnologijom tiska, što je objašnjeno u teorijskom dijelu rada te se teško mogu krivotvoriti standardnim tehnikama tiska koje se ne koriste u domeni zaštitnog tiska.

### 6.6.2. Programiranje mikrotipografije sa varijabilnom bojom

Za potrebe prototipa novčanice izrađen je mikrotekst i minipismo na četiri načina te se pojavljuju više puta na novčanici. Boja se definirala na način da dolazi do njene varijacije i postupnog prijelaza iz roze u zeleno-plavu nijansu, postavljanjem varijable /c koja prema kodu ima za cilj da se za svaki red teksta povećava za vrijednost od 0,066. U redu kojim se definiraju vrijednosti boje za funkciju *setcmykcolor* vidljivo je da je definirana varijabla korištena 2 puta, na mjestu cijan i žute boje, a magenta i crna boja su zadane fiksno[19].

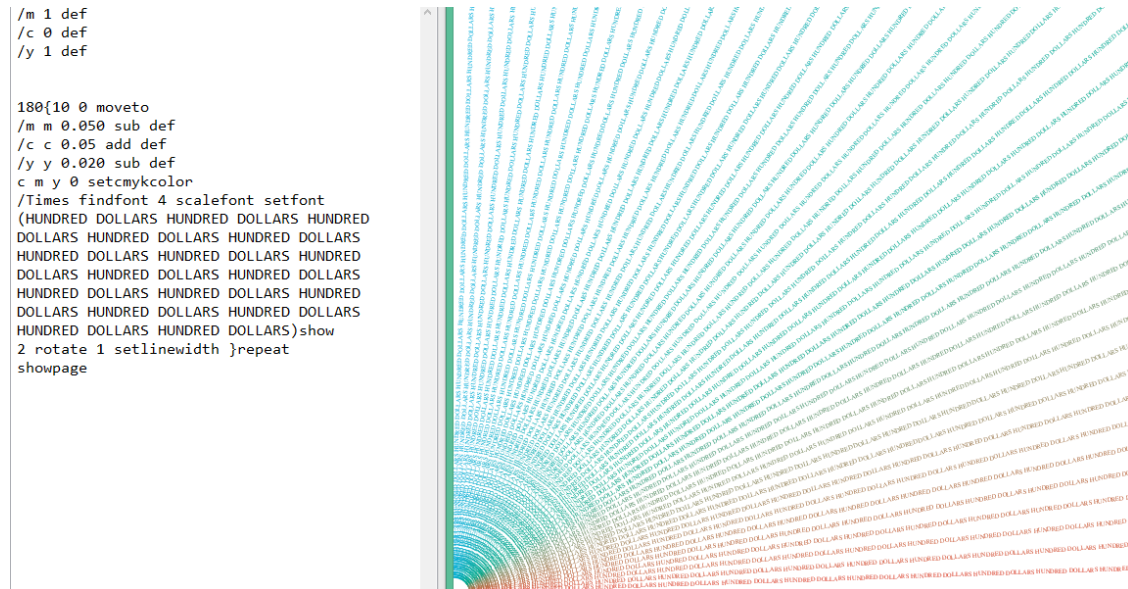


Slika 98. Prikaz koda za minipismo i reprodukcija istog

Prvi primjer uključuje tekst „*Stay hungry, stay foolish*“, poznatu izjavu portretirane osobe unutar kvadratičnog oblika definiranog sa funkcijama *closepath* i *clip newpath* te koordinatama uz PostScript funkciju *lineto* (slika 98.).

Korišten je sanserifni font koji se pozvao funkcijom *findfont*. Način pozivanja fonta uvijek je isti, samo se poziva odgovarajuće ime fonta. Uz pomoć funkcije *get* i definiranja varijable /x sa *exch* se naredilo da se preuzmu pa mijenjaju vrijednosti veličine fonta po redovima mikroteksta, sa 10 ili 8. Ovdje je vrijednost veličine fonta irelevantna jer se finalni dizajn radio importiranjem .eps datoteka u Adobe Photoshop čime se omogućuje skaliranje svega isprogramiranog. Dakle, tu se može zadati i neka druga vrijednost, stvarna, poput 4 i 5 koje označavaju graničnu veličinu za minipismo. Debljina razmaka

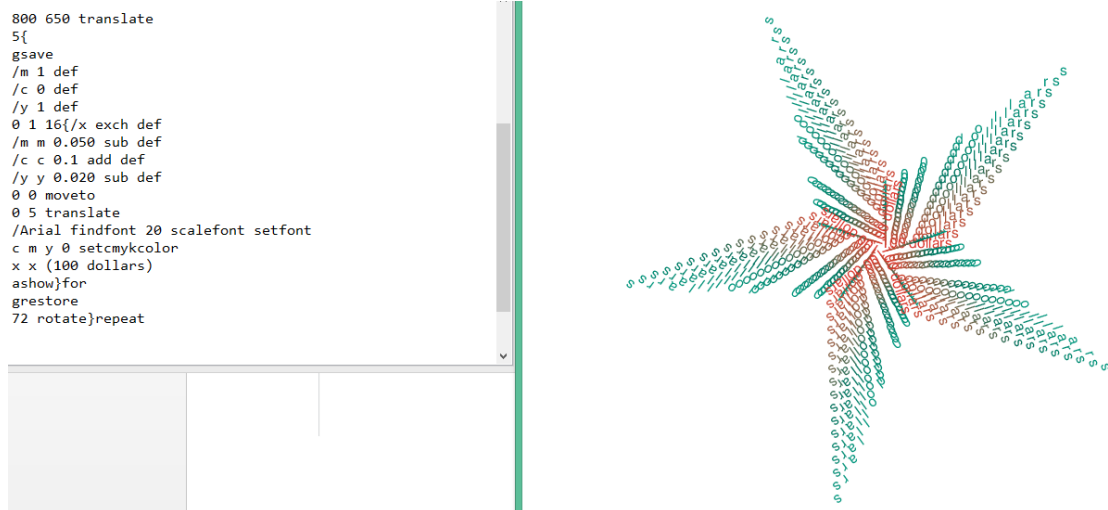
između redova definirala se pomoću reda *0 10 translate*, čime se programu naredilo da po y-osi razmjesti redove sa udaljenosti od 10 uz pomoć petlje *for*.



Slika 99. PostScript kod i prikaz mikroteksta

U drugom primjeru s prototipa novčanice mikrotekst se izveo na drugačiji način. Boja opet varira, naizgled slično, no s promjenama u načinu prijelaza boje, te je ovaj put definirana s tri varijable, a jedino crna boja je zadana fiksno. Pomoću funkcije *rotate i repeat* translahirao se tekst „*Hundred dollars*“ i to na način da se uskladio broj ispred *rotate* i početka petlje, čiji umnožak mora dati broj 360, koliko iznosi puni krug. Pozvao se font Times New Roman, a veličina mu je definirana sa 4. Vidljivo je da lijevo mikrotekst ne počinje iz nule, nego iz x koordinate 10 te da se dijagonalno širi simbolizirajući zrake Sunca (slika 99.).





Slika 100. Mikrotipografija u obliku zvijezde

Treći primjer uključuje minipismo koje formira oblik zvijezde s pet krakova kakva se nalazi na američkoj zastavi. Oblik je prožet tekstem „100 dollars“, boja opet varira. Svaki krak zvijezde prožet je sa 17 redova teksta koji jedan od drugog variraju po y osi zbog reda *0 5 translate i repeat* funkcije, a ima ih pet jer se svaki krak zarotirao za 72 stupnja ( $72 \times 5 = 360$ ), a cilj je bio da budu ravnomjerno udaljeni jedan od drugog (slika 100.).

### 6.6.3. Izrada broja apoena sa mikrotipografijom

Za izradu broja apoena (100) potrebno je definirati veličinu i font za sve slojeve apoena. Veličina fonta je skalirana na prototipu novčanice, a u kodu je iskazana s vrijednošću 300. Zbog vrste glavnog motiva odlučeno je da se koristi standardna sans-serifna jednostavna tipografija oplemenjena s varijabilnom bojom i tipografijom.



Slika 101. Broj apoena sa mikrotipografijom

Finalni izgled vidljiv je na slici 101. Slojeva ima više; pozadina uključuje bijelu ispunu sa sivom ovojnicom, zatim slijedi sloj s mikrotipografijom, te sloj sa sivom ispunom i sivom ovojnicom. Za sve slojeve poziva se ista vrsta fonta i ista veličina. Ispuna i debljina ovojnice varira.

```

/CandaraBold findfont 300
scalefont setfont
gsave
10 200 translate
0 0 moveto
(100) false charpath
clip

/CandaraBold findfont 300
scalefont setfont
5 200 translate
1 setlinewidth
0 0 moveto
(100) false charpath
0.1 setgray
fill

newpath
/x 0 def
/y 1 def

-50 -200 translate
0 1 38 {
    /x x 0.015 add def
    /y y 0.035 sub def
    /j exch def
    0 0 moveto
    /Times-Roman findfont
    [21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 3 3 4
5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21] j
get
    scalefont
    setfont
    (HUNDRED 100 DOLLARS HUNDRED DOLLARS HUNDRED DOLLARS
HUNDRED DOLLARS 100 HUNDRED DOLLARS HUNDRED DOLLARS HUNDRED 100
DOLLARS HUNDRED DOLLARS HUNDRED DOLLARS HUNDRED DOLLARS 100
HUNDRED DOLLARS HUNDRED DOLLARS HUNDRED 100 DOLLARS HUNDRED
DOLLARS HUNDRED DOLLARS HUNDRED DOLLARS 100 HUNDRED DOLLARS
HUNDRED DOLLARS HUNDRED 100 DOLLARS HUNDRED DOLLARS HUNDRED
DOLLARS HUNDRED DOLLARS 100 HUNDRED DOLLARS HUNDRED DOLLARS)
    x y setrgbcolor
    show
    0 6 translate
} for

```

Slika 102. Prikaz dijela koda za apoen sa mikrotipografijom

Apoen je ispunjen tekstom koji se u kodu nalazi u zagradi i koji se ispisuje onoliki broj puta koji je potreban da ispuni cijelu površinu apoena (slika 102.). Vidljivo je da mu veličina varira, što je definirano u zagradi, te se proteže od veličine 21 do veličine 3, pa ponovno do veličine 21. Broj različitih veličina iznosi 39 i usklađen je sa brojem ispred zagrade za funkciju *get* koja dohvaća vrijednosti iz zagrade i svaki put ih zamjenjuje sa definiranom veličinom. Također opet dolazi do varijacije u boji u redovima teksta koji su međusobno translaterani za vrijednost 6[19].

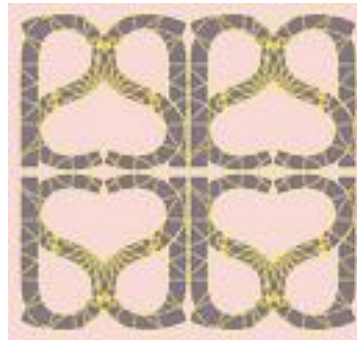
# HUNDRED DOLLARS

Slika 103. Vrijednost apoena iskazana tekstom sa mikrotipografijom

Na isti način izrađena je i vrijednost apoena riječima (slika 103.).

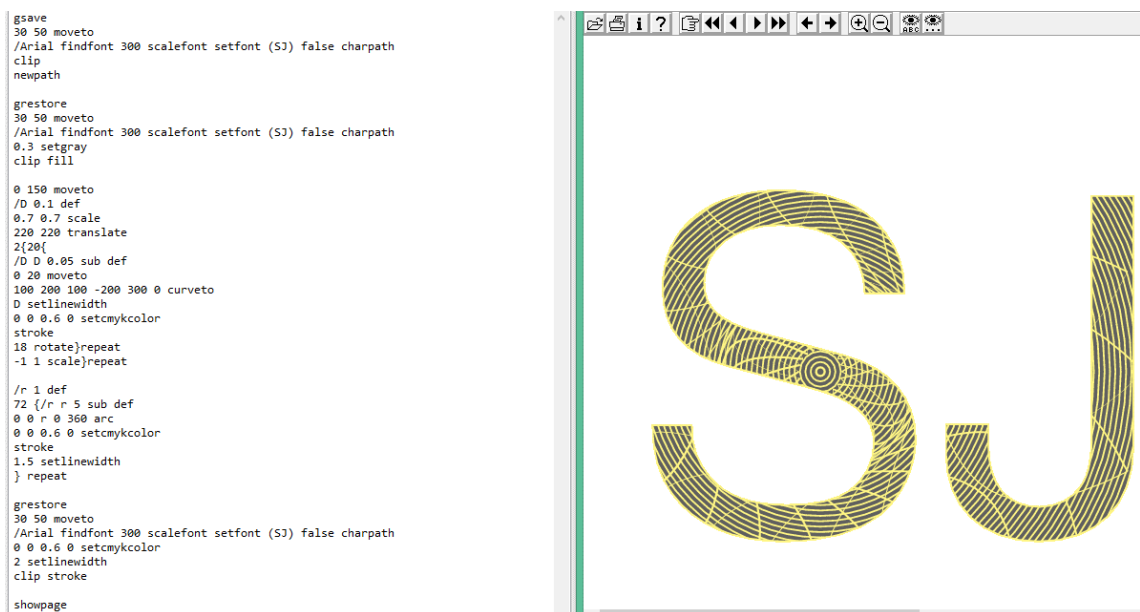
#### 6.6.4. Programiranje rozete unutar tipografije za potrebe kontrolnog registra

Odlučeno je da se uzorak kakav stvara rozeta stavi unutar tipografije koja kreira inicijale portretirane osobe, Steve Jobsa (S.J.), te da se takvo rješenje koristi za kontrolni registar.



Slika 104. Kontrolni registar pod transmisijskim svjetlom

Ukupna slika koja je vidljiva pod transmisijskim svjetlom izgleda kao na slici 104., a u nastavku će se objasniti kod uz pomoć kojeg je izrađena.



Slika 105. PostScript kod za rozetu unutar tipografije i prikaz

Iz priloženog koda koji je vidljiv na slici 105. dobije se rozeta sastavljena od 2 dijela; prvi dio odnosi se na definiranje Bezierove krivulje s koordinatama  $100\ 200\ 100\ -200\ 300\ 0$

te funkcijom *curveto*. Krivulja ima 20 i međusobno su udaljene za 18 stupnjeva. Boja je nijansa žute definirana s 0.6. Debljina linija varira, što je zadano varijablom /D te se svaka krivulja razlikuje za 0.05 manju vrijednost debljine.

Drugi dio rozete odnosi se na koncentrične kružnice kojih ima 72 i svaka se udaljava od druge za vrijednost 5, a debljina im je definirana sa 1.5. Nadalje, definira se obris fonta u kojem će se vidjeti rozeta, u primjeru koda pozvan je font Arial, no naknadno je promijenjen za dizajn prototipa novčanice u font koji više pristaje uz dizajn novčanice. Boja ovojnice je ista kao boja rozete (nijansa žute), a pozadina se definirala s vrijednošću sive 0.5 *setgray* funkcijom. Ostale funkcije poput *scale*, odnose se na pozicioniranje i dupliciranje dobivenih oblika. Ovakva osnovna konstrukcija inicijala se duplicirala i horizontalno i vertikalno translaticirala, čime se dobio ornament vidljiv na slici 104.

U nastavku rada slijedi aplikacija ostalih zaštita koje su simulirane u programskoj podršci Adobe Photoshop i Illustrator na prototip novčanice – zaštitne niti, oznake za slijed praćenja zaštitnih elemenata iz prvog stupnja zaštite, vodeni žig, serijski broj, oznake za slijepe i sl.

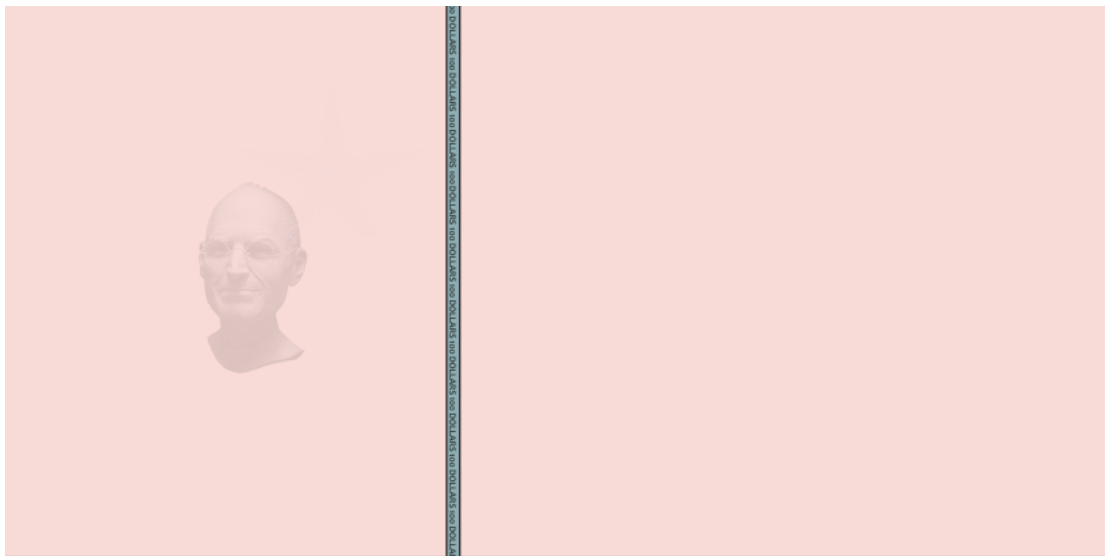
## 6.7. Primjena i kompozicija individualiziranih zaštitnih elemenata na prototipu novčanice

### 6.7.1. Lice novčanice

Sve zaštite koje su izrađene u toku ovog rada aplicirale su se na prototip novčanice. Predviđeno je da osnovni ton papira bude blijedo rozi (slika 107.), s vodenim žigom te ugrađenom zaštitnom niti koja sadrži tipografiju (slika 106.).

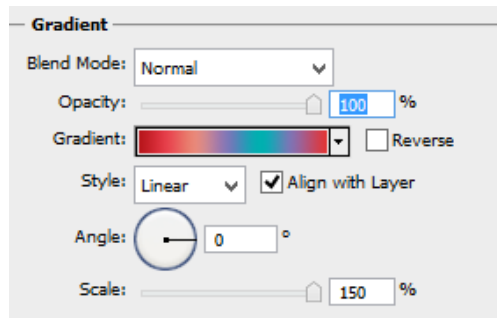


Slika 106. Zaštitna nit s tipografijom "100 dollars"



Slika 107. Ton papira

Preko vodenog žiga nije predviđena nijedna tehnika tiska, zbog zaključaka iz teorijskog dijela rada gdje je ustanovljeno da vodeni žig tako najbolje dolazi do izražaja.



*Slika 108. Postavke za raspon gradijenta*

Slijedi iris tisak gradijenta koji se linearno proteže po duljini novčanice te je vidljiv blagi prijelaz boje iz roze u plavu (slika 108. i 109.).

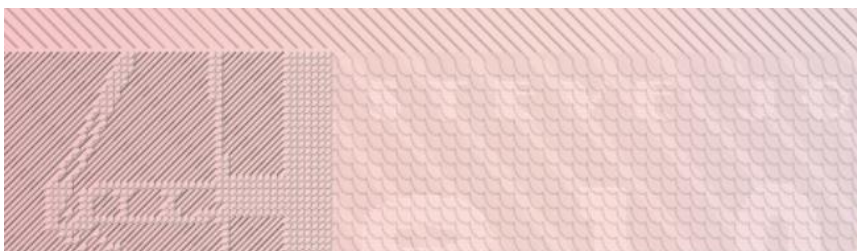


*Slika 109. Uvećani prikaz raspona gradijenta na novčanici*



*Slika 110. Novčanica nakon prve dvije faze*

Boji je naknadno povećana transparentcija da se dobije blijedi efekt (slika 110.).



Slika 111. Dio mikrolinija dobivenih linearizacijom

Predviđeno je da slijedi tisak mikrolinija dobivenih linearizacijom (slika 111.).



Slika 112. Izgled lica novčanice nakon aplikacije nekih elemenata

Zatim mikrotekst, kontrolni registar te rastrirani portret (slika 112. i 113.), te se sve usklađuje s bojilima i motivima vidljivima u UV i IR spektru.



Slika 113. Uvećani prikaz mikroteksta





*Slika 114. Potpis guvernera i ime portretirane osobe*

Slijedi iris, intaglio i orlov tisak kojima je izvedena vrijednost apoena. Potpis guvernera i ime i prezime portretirane osobe predviđen je da bude tiskan intaglio tehnikom tiska (slika 114.).



*Slika 115. Optički varijabilna boja*

Optički varijabilnom bojom tiska se tekst „THE UNITED STATES OF AMERICA“, koji promjenom vidnog kuta mijenja boju iz maslinasto zelene u bakrenu (slika 115.).



*Slika 116. Oznaka vrijednosti apoena za slijepe osobe*

Na slici 116. Prikazana je oznaka za slijepe pisana Brailleovim pismom za oznaku apoena (100) te je predviđeno da se tiska intaglio tiskom.



Slika 117. Simulacija holograma promjenom vidnog kuta

Desno na prototipu novčanice aplicirana je simulacija holograma, te se promjenom vidnog kuta pojavljuje portretirana osoba tri puta (slika 117.).



Slika 118. Prototip lica novčanice sa svim apliciranim zaštitama

Na slici 118.prikazan je prototip lica novčanice sa svim apliciranim zaštitama koje su izrađene tijekom eksperimentalnog dijela rada. Sve zaštite iz prvog stupnja moguće je povezati oznakama prema unaprijed definiranom obrascu iščitavanja.



Slika 119. Jedna od oznaka za slijed praćenja zaštita

Svako slovo stavljeno je unutar magenta trokutova te je smješteno u neposrednoj blizini najznačajnijih zaštita (slika 119.).

Zaštite na licu novčanice povezale su se sa slovima koja čine ime i prezime portretirane osobe „S-T-E-V-E J-O-B-S“ (slika 120.).



Slika 120. Prototip novčanice s oznakama

Oznake se odnose na sljedeće zaštite:

S – Mikrolinije linijske grafike dobivene linearizacijom

T – Iris tisak

E – Vodeni žig

V – Mikrotisak i kontrolni registar

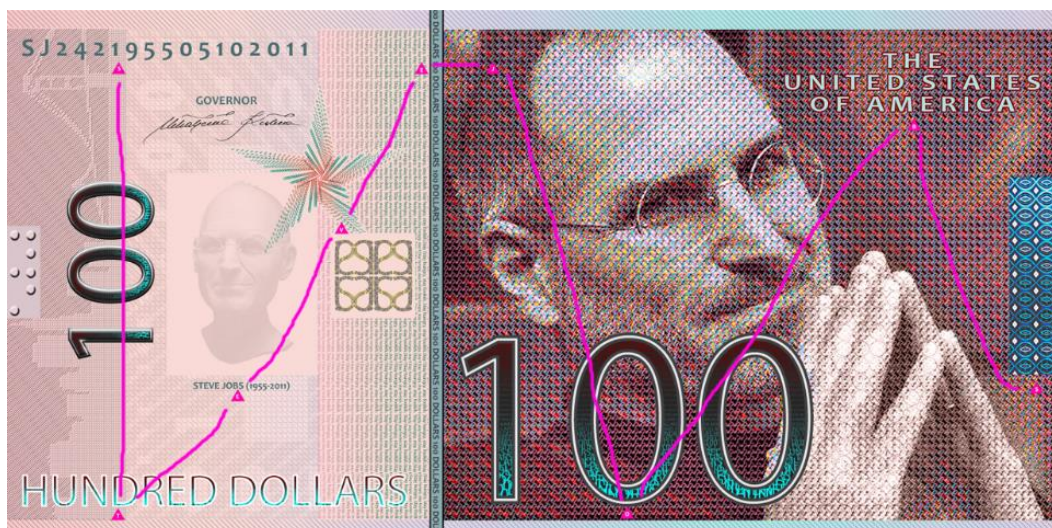
E – Zaštitna nit sa tipografijom

J – Portret rastriran sa siluetom Steve Jobsa

O – Intaglio tisak

B – Optički varijabilna boja

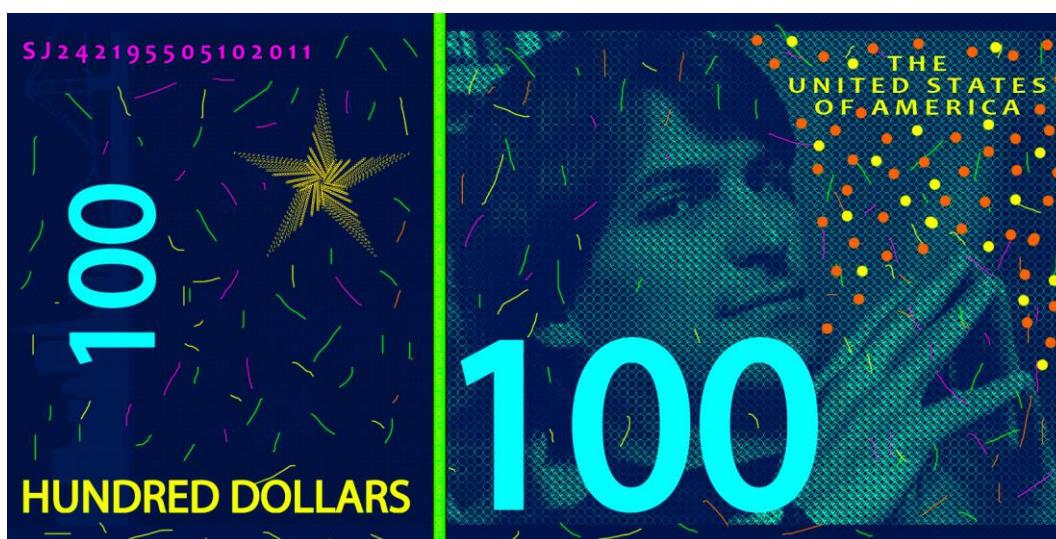
S – Hologram



Slika 121. Slijed praćenja oznaka za zaštite

Očitavanjem oznaka ujedno se provjerava autentičnost svih apliciranih zaštita, a time i same novčanice (slika 121.)

U nastavku slijedi prikaz izgleda novčanice vidljiv u UV i IR spektru.



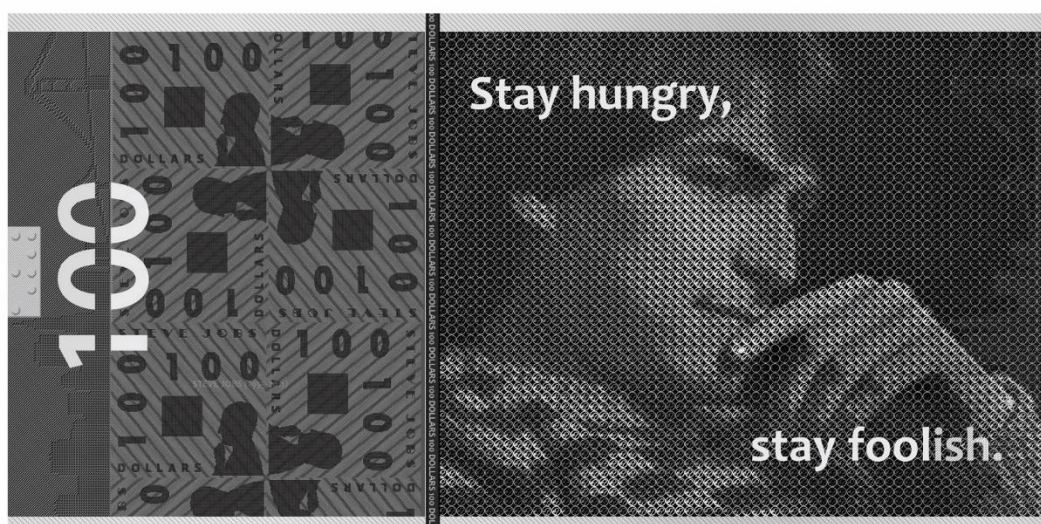
Slika 122. Izgled lica novčanice u UV spektru

Skriveni dizajn je konceptualno povezan s izgledom novčanice na dnevnom svjetlu. Portretirana osoba na dnevnom svjetlu je starija nego u UV prikazu (slika 122.). Dolazi do otkrivanja skrivenih poruka, promjene boja apoena i drugih detalja, te se vide planšete i vlakanca ugrađena u strukturu papira.



Slika 123. Izgled lica novčanice u IR spektru

Na slici 123. prikazan je izgled lica novčanice u IR spektru. Dolazi do otkrivanja skrivene poruke „*Stay hungry, stay foolish*“ - poznate izjave Steve Jobsa. Naglašena je vrijednost apoen negativom lineariziranog predložka predstavljenog u radu. Zaštitna nit vidljiva je u infracrvenom spektru jer je predviđeno da bude funkcionalna na više stupnjeva zaštite.



Slika 124. Lice novčanice pod dnevnim, UV i IR zračenjem

### 6.7.2. Naličje novčanice

Dizajn naličja novčanice predviđen je za isti princip tiska kao lice novčanice. Stil boja za sve elemente se ne razlikuje. Mikrotekst naličja se dijagonalno širi iz lijevog kuta novčanice. Jedina razlika je u načinu rastriranja motiva. U ovom slučaju upotrijebljen je raster „eye“.



Slika 125. Primjena rastera "eye" na naličju novčanice

Dizajnirana su dva rješenja, konzervativnije i apstraktnije; na jednom je prikazana rastrirana slika Palače umjetnosti u San Franciscu, a na drugoj Pitagorino fraktalno drvo (slika 125.). Za obradu u UV i IR spektru odabrano je rješenje s palačom.

Na naličju novčanice hologram je također drugačiji. U ovom slučaju apliciran je na dva mjesta, ali princip na koji funkcionira je isti kao na licu novčanice. Zakretanjem novčanice pojavljuju se dva portreta Steve Jobsa. Naličje novčanice javnost manje gleda nego lice novčanice, paralelno s tim rjeđe se provjerava autentičnost novčanice s te strane[22]. No usprkos tomu, na naličje novčanice također je primijenjen princip s ubacivanjem oznaka za olakšani slijed praćenja elemenata, kao na licu novčanice.

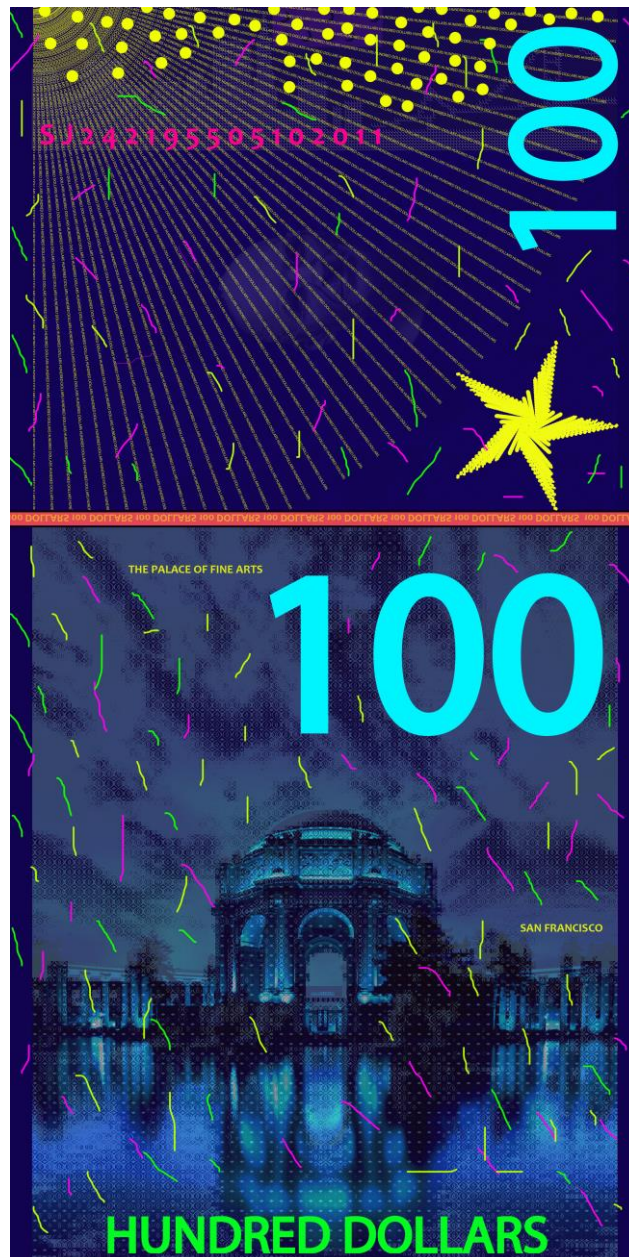


Slika 126: Oznake za slijed praćenja zaštita na naličju novčanice

Oznake su dovoljno male da ne narušavaju estetiku novčanice, a dovoljno uočljive da se očitaju (slika 126.).

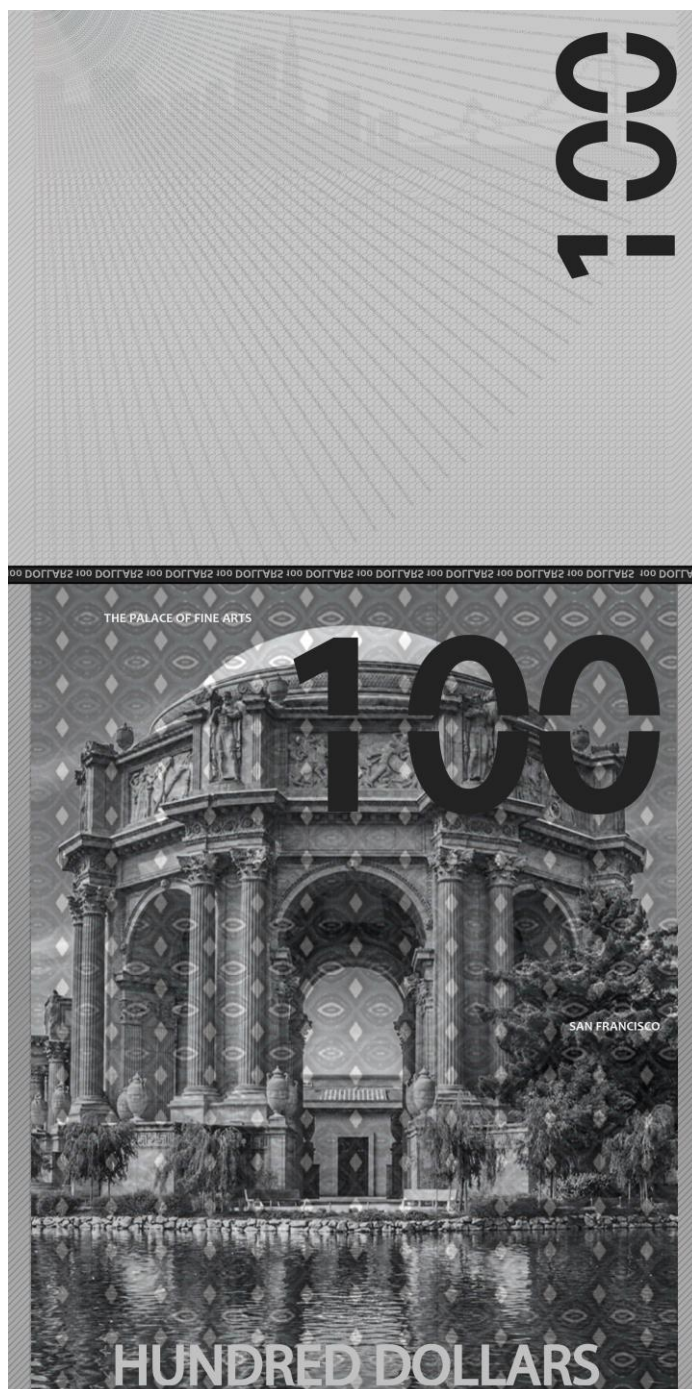


Također, i na naličju novčanice pojavljuje se skriveni dizajn, konceptualno povezan s motivom na dnevnom svjetlu, vidljiv u UV i IR spektru, te planšete i vlakanca ugrađena u papir.



Slika 127. Izgled naličja novčanice u UV spektru

Uočava se promjena u glavnom motivu. U UV spektru palača kao da svijetli, vide se obrisi na vodi, planšete prikazuju zvijezde iznad siluete San Francisca te se simulira noćni izgled palače (slika 127.).



*Slika 128. Izgled naličja novčanice u IR spektru*

U IR spektru izražena je treća neovisna grafika, konceptualno povezana s prethodne dvije (slika 128.). Palača je ovaj put prikazana iz bliže perspektive.



Slika 129. Naličje novčanice pod dnevnim, UV i IR svjetlom

Na slici 129. je usporedni prikaz triju neovisnih grafika naličja te je time dovršen pojednostavljen proces projektiranja novčanice s individualiziranim zaštitama.

## 7. ZAKLJUČAK

U radu je objašnjen i prikazan način projektiranja novčanica na pojednostavljenom individualiziranom prototipu novčanice. Prvotno je teoretski objašnjena uloga i važnost svih značajnijih zaštita te je provedena analiza na brojnim primjerima novčanica. Istaknuta je funkcionalnost pojedine vrste zaštite te je učinjena njihova klasifikacija.

Izrađuju se brojni zaštitni elementi koji svoju funkciju zaštite duguju računalnoj grafici oplemenjenoj tehnikama tiska. Prikazana je simbioza i funkcionalnost elemenata linijske i rasterske grafike. Dokazano je da nije moguće identično krivotvoriti individualizirani oblik rasterskog elementa bez uvida u parametre programskog rješenja.

Izrada portreta metodom digitalnog graviranja rezultirala je nezadovoljavajućim rješenjima, čime se dokazuje koliki zapravo značaj ima linijska grafika i kako nije jednostavno digitalno simulirati portrete karakteristične za novčanice.

Mogućnosti primjene linearizacije su brojne, a u radu je iskorištena za izvedbu mikrolinija na pozadini lica i naličja. Vidljivost elemenata linijske grafike ovisi o parametrima linearizacije; što se koristi bolje pripremljen predložak s jasnijim kontrastom crne i bijele postiže se bolja linearizacija. Također, algoritam za linearizaciju konstruiran je tako da se broj linija prilagođava veličini predloška. Što je predložak manje veličine i rezolucije, to je broj linija manji i detalji linija su uočljiviji. Korištenjem srand funkcije izvedba rješenja je kompleksnija i teža za krivotvoriti, a načini iscrtavanja linija su brojni čime se postižu različita, estetski privlačna rješenja. Odabrano rješenje linearizacijom dijagonalnim mikrolinijama je dobro u borbi protiv skeniranja i kopiranja novčanice.

Rješenja kojima je isprogramiran mikrotekst izrađena su tako da je vrijednost parametara vezanih za veličinu fonta bila irelevantna, jer se primjena provodila uz pomoć eksportiranja rješenja kao vektora (.eps format) te se skalirala na traženu veličinu unutar alata za obradu rasterske i vektorske grafike. Logično, smanjenjem veličine teksta utječe se na vidljivost teksta, a definiranjem kuta, te razmaka između redova teksta postizala se vidljivost različitih traženih oblika. Također, prikazano je individualizirano rješenje kojim se mikrotekst implementirao unutar broja apoena, kao i rozeta nastala unutar tipografije.

Sve zaštite aplicirale su se na novčanicu prema unaprijed definiranom slijedu znakova koji olakšava slijed praćenja zaštitnih elemenata jer je u provedenom istraživanju iz teorijskog dijela rada potvrđeno da bi takav koncept uistinu olakšao provjeravanje autentičnosti. Također, izgled novčanice pod različitim uvjetima promatranja se mijenja, ali je konceptualno povezan, za što je provedenim istraživanjem u teorijskom dijelu rada dokazano da povećava interes javnosti za zaštitama na novčanicama.

S rezultatima prikazanim u ovom radu može se zaključiti da se računalna grafika, a osobito linijska grafika može na brojne načine koristiti na novčanicama i da će se i dalje koristiti u svrhu zaštite novčanica jer je estetski privlačna, tehnički izvediva sofisticiranim tehnikama tiska čime dodatno pridonosi sigurnosti novčanice.

## 8. LITERATURA

1. \*\*\*<http://www.bankofengland.co.uk/banknotes/Pages/about/history.aspx> - *A brief history of banknotes*, (28.4.2015.)
2. \*\*\*[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_circulating\\_currencies](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_circulating_currencies) - *List of circulating currencies*, (1.5.2015.)
3. Poldrugáč P., Koren A., Žiljak Stanimirović I., Koren T.: *Informacije na vrijednosnicama i njihova zaštita*, Informatol. 43, March 2010, (198-203)
4. De Heij H.A.M., 2012., *Occasional Studies, Nr.3: Designing Banknote Identity*, De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam
5. \*\*\*<http://www.ecb.europa.eu/euro/banknotes/html/design.en.html> - *Design competition for the first series of euro banknotes*, (9.5.2015.)
6. \*\*\*<http://www.tiskarstvo.net/tiskarstvo2010/clanciWeb/PoldrugacIvanaZiljak/PoldrugacIvanaZiljak.html> - *Tehnologije vještačenja krivotvorina*, (10.5.2015.)
7. \*\*\*<http://www.currency-news.com/banknote-counterfeit-deterrence-and-the-role-of-the-cbcdg>, *Banknote Counterfeit Deterrence and the Role of the CBCDG*, (14.5.2015.)
8. \*\*\* [https://en.wikipedia.org/wiki/EURion\\_constellation](https://en.wikipedia.org/wiki/EURion_constellation) - *EURion constellation*, (15.5.2015.)
9. \*\*\* [https://en.wikipedia.org/wiki/Printer\\_steganography](https://en.wikipedia.org/wiki/Printer_steganography) - *Printer steganography*, (15.5.2015.)
10. Van Renesse R.L., *Verifying versus falsifying bank notes*, Vol. 3314, January 1998, (71 – 85)
11. \*\*\*<http://www.bphs.net/GroupFacilities/J/JacobPerkinsPrinting.htm> – *History of Jacob Perkins in the printing industry*, (12.6.2015.)
12. Zjakić I., 2007., *Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb
13. \*\*\*[http://www ofs.ch/fileadmin/user\\_upload/brochures/Relief\\_e.pdf](http://www ofs.ch/fileadmin/user_upload/brochures/Relief_e.pdf), *Relief security screens*, (16.7.2015.)
14. De Heij H.A.M., *A method for measuring the public's appreciation and knowledge of banknotes*, Vol.4677, January 2002, (1-43)

15. De Heij H.A.M., *Innovative approaches to the selection of banknote security features*, De Nederlandsche Bank NV, Eurosystem, Amsterdam (1-84)
16. De Heij H.A.M. - *Attractive banknotes – question of design management*, Keesing Journal of Documents & Identity, issue 9, 2004, (1-6)
17. \*\*\*<http://infraredesign.fotosoft.hr/>- *Infraredesign*, (20.5.2015.)
18. Ostromoukhov V., 1999., *Digital Facial Engraving*, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland
19. Žiljak V., Pap K., 2008., *PostScript*, Print & Publishing International Verlagsges.m.b.H, Wien. (1-84)
20. Žiljak Vujić J., Pap K., Žiljak I., 2007, *Design with Mutant Modulation Screen Elements*, dostupno na: [https://www.hdm-stuttgart.de/international\\_circle/circular/issues/08\\_01/ICJ\\_01\\_22\\_vujic\\_pap\\_zijak.pdf](https://www.hdm-stuttgart.de/international_circle/circular/issues/08_01/ICJ_01_22_vujic_pap_zijak.pdf) , (10.5.2015.)
21. Stanić Loknar N., 2010, *Stohastička tipografija u sigurnosnoj grafici*, doktorska disertacija, Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
22. De Heij H.A.M., 2008, *Programme of Requirements: a powerful tool to develop new, secure banknotes*, Vol.4789, January 2008, (1-25)

## 9. POPIS SLIKA

Slika 1. Simboli za nacionalne valute .....	4
Slika 2. Uniforman format izraelskih novčanica (1999.g.) .....	6
Slika 3. 100.000 pesosa – Filipini 1998.g. ....	7
Slika 4. 10 bani (Rumunjska, 1917.g.).....	8
Slika 5. Vertikalna orijentacija (Bermuda), kombinirana (Kolumbija), horizontalna (Uganda) .....	8
Slika 6. Dominacija boje u seriji novčanica Europske unije .....	9
Slika 7. Lice i naličje apoena Saudijske Arabije (1 rijal).....	10
Slika 8. Rezultati istraživanja o estetskoj privlačnosti novčanica.....	10
Slika 9. "Velikih pet" na seriji južnoafričkog randa.....	11
Slika 10. Serija švedske krune .....	12
Slika 11. 1000 pesosa (Filipini, 2010.) .....	12
Slika 12. 5 cedija (Gana, 2007.g.).....	13
Slika 13. Neke novčanice s područja islamske kulture. (Egipat, Sudan, Tunis, Saudijska Arabija) .....	13
Slika 14. Novčanice pakistanske rupije .....	14
Slika 15. Egipatske novčanice .....	14
Slika 16. Dolar Hong Konga.....	15
Slika 17. Suncokreti na nizozemskom guldenu (1990.).....	15
Slika 18. Apoen od 10 000 CPF.....	16
Slika 19. Cook otoci, tri dolara .....	16
Slika 20. Australski apoen – 1 dolar, 1971. ....	17
Slika 21. Nikola Tesla na 100 dinara .....	17
Slika 22. Njemački notgeld (1921.g.) .....	18
Slika 23. Utjecaj hiperinflacije na izgled novčanice Zimbabvea (2008).....	19
Slika 24. Zairska novčanica nakon promjene političkog režima.....	19
Slika 25. Detalj sa kanadske novčanice iz 1954.g .....	20
Slika 26. Upozorenje o kažnjavanju krivotvorenja (jugoslavenski dinar) .....	21
Slika 27. Skriveno točkice u laserskom ispisu .....	23
Slika 28. Uzorak Omron prstenova.....	23
Slika 29. Omron prstenovi na britanskoj funti .....	24
Slika 30. Njemačka, 100 DM; original i krivotvorine .....	26
Slika 31. Tiskovna forma intaglio tehnike - britanska funta (1994.g.). ....	27
Slika 32. Novčanica britanske funte (1994.g.).....	28
Slika 33. Intaglio tisak na britanskoj novčanici iz 1994.g. ....	28
Slika 34. Orlov tisak .....	30
Slika 35. Halo rub letterpressa .....	30
Slika 36. Metamerni par boja.....	31



Slika 37. Original i krivotvorine mikroteksta (100 DEM) .....	33
Slika 38. Prozirni registar na novčanici od 1000 ugandskih šilinga (2012.g.) .....	34
Slika 39. Original i krivotvorina kontrolnog registra starog nizozemskog guldena (25 DFL).....	34
Slika 40. Registar preklapanjem novčanice (1000 šilinga, Uganda, 2012.).....	35
Slika 41. Različiti načini rastriranja.....	36
Slika 42. Kružne mikrolinije na nizozemskom guldenu (50 DFL) .....	37
Slika 43. Moire efekt na krivotvorinama nizozemskog guldena (50 DFL).....	38
Slika 44. Linijska grafika u funkciji tipografije .....	39
Slika 45. Prvi način kreiranja portreta .....	40
Slika 46. Drugi način kreiranja portreta.....	41
Slika 47. Treći način kreiranja portreta.....	41
Slika 48. Četvrti način kreiranja portreta .....	42
Slika 49. Chiaroscuro efekt.....	42
Slika 50. 1000 kuna .....	43
Slika 51. 50 000 reala (Brazil) .....	43
Slika 52. 10 dinara (Bahrein) .....	44
Slika 53. 20 NIS (novih izraelskih šekela, Izrael) .....	44
Slika 54. 5 000 ISK (islandska kruna, Island).....	44
Slika 55. 500 DEM (Njemačka).....	45
Slika 56. Nepovezani zaštitni elementi .....	49
Slika 57. Zaštitni elementi su djelomično povezani.....	49
Slika 58. Ugniježđeni zaštitni elementi.....	50
Slika 59. Autorska novčanica s oznakama za slijed praćenja zaštita .....	50
Slika 60. Autorska novčanica s tri neovisne grafike .....	51
Slika 61. Lice autorske novčanice (dnevno, IR, UV) .....	52
Slika 62. Naličje autorske novčanice (dnevno, IR, UV) .....	53
Slika 63. Princip transformacije linija.....	57
Slika 64. Transformacija linija za pet različitih područja .....	57
Slika 65. Maske za graviranje uzastopnih slojeva .....	58
Slika 66. Rezultat nakon prve faze digitalnog graviranja .....	58
Slika 67. Princip tehnike digitalnog graviranja.....	59
Slika 68. Tri predložka (lijevo) i rezultati nakon digitalnog graviranja .....	60
Slika 69. Detalj sa prvog portreta .....	61
Slika 70. Aplikacija prvog rješenja portreta na autorsku novčanicu .....	61
Slika 71. Red komandi za 3D prikaz rastera .....	62
Slika 72. 3D prikaz rasterskog elementa.....	63
Slika 73. Prikaz 3D rasterskog elementa iz druge perspektive .....	63
Slika 74. Pokrivenost za rasterski element "eye" .....	64
Slika 75. Test program za pokrivenost rastera „eye“ .....	65

Slika 76. Raster "eye" u PostScript prikazima sa različitim postavkama rezolucije.....	65
Slika 77. Raster "eye" pod različitim kutevima (15, 45 i 90°).....	66
Slika 78. Test pokrivenosti rastera za zacrnjenja od 5-95% .....	67
Slika 79. Simulacija izgleda individualiziranog oblika rastera .....	68
Slika 80. Predložak za testiranje .....	68
Slika 81. Izgled simulacije rastera nakon prve faze .....	69
Slika 82. Predložak s negativom.....	69
Slika 83. Predložak rastriran individualiziranim rasterom "eye" i uvećani prikaz.....	70
Slika 84. Predložak s imitacijom rastera i uvećani prikaz.....	71
Slika 85. Raster "eye" .....	72
Slika 86. Pozitiv i negativni siluete Steve Jobsa .....	73
Slika 87. Promjena oblika prema područjima zacrnjenja.....	73
Slika 88. IR prikaz motiva .....	74
Slika 89. Motiv lica novčanice pod dnevnim svjetlom. ....	75
Slika 90. Motiv lica novčanice pod UV svjetlom .....	75
Slika 91. Predložak za linearizaciju - silueta San Francisca .....	76
Slika 92. Predložak nakon linearizacije .....	76
Slika 93. Srand funkcija u algoritmu za linearizaciju .....	77
Slika 94. Dio koda kojim se definiraju linije za bijeli i crni dio predloška .....	77
Slika 95. Uvećani prikaz mikrolinija dobivenih linearizacijom.....	78
Slika 96. Drugi predložak veće rezolucije korišten na prototipu novčanice prije i poslije linearizacije....	78
Slika 97. Prikaz šest različitih stilova linearizacije .....	79
Slika 98. Prikaz koda za minipismo i reprodukcija istog.....	80
Slika 99. PostScript kod i prikaz mikroteksta .....	81
Slika 100. Mikrotipografija u obliku zvijezde .....	82
Slika 101. Broj apoena sa mikrotipografijom .....	83
Slika 102. Prikaz dijela koda za apoena sa mikrotipografijom.....	84
Slika 103. Vrijednost apoena iskazana tekstom sa mikrotipografijom .....	84
Slika 104. Kontrolni registar pod transmisijskim svjetlom.....	85
Slika 105. PostScript kod za rozetu unutar tipografije i prikaz.....	85
Slika 106. Zaštitna nit s tipografijom "100 dollars".....	87
Slika 107. Ton papira.....	87
Slika 108. Postavke za raspon gradijenta.....	88
Slika 109. Uvećani prikaz raspona gradijenta na novčanici.....	88
Slika 110. Novčanica nakon prve dvije faze .....	88
Slika 111. Dio mikrolinija dobivenih linearizacijom.....	89
Slika 112. Izgled lica novčanice nakon aplikacije nekih elemenata .....	89
Slika 113. Uvećani prikaz mikroteksta .....	89
Slika 114. Potpis guvernera i ime portretirane osobe .....	90

Slika 115. Optički varijabilna boja .....	90
Slika 116. Oznaka vrijednosti apoena za slijepe osobe.....	90
Slika 117. Simulacija holograma promjenom vidnog kuta .....	91
Slika 118. Prototip lica novčanice sa svim apliciranim zaštitama .....	91
Slika 119. Jedna od oznaka za slijed praćenja zaštita .....	91
Slika 120. Prototip novčanice s oznakama.....	92
Slika 121. Slijed praćenja oznaka za zaštite .....	93
Slika 122. Izgled lica novčanice u UV spektru .....	93
Slika 123. Izgled lica novčanice u IR spektru.....	94
Slika 124. Lice novčanice pod dnevnim, UV i IR zračenjem .....	95
Slika 125. Primjena rastera "eye" na naličju novčanice .....	96
Slika 126: Oznake za slijed praćenja zaštita na naličju novčanice.....	97
Slika 127. Izgled naličja novčanice u UV spektru .....	98
Slika 128. Izgled naličja novčanice u IR spektru.....	99
Slika 129. Naličje novčanice pod dnevnim, UV i IR svjetlom .....	100