

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET

LUCIJA RAŽOV

MIKROTISAK U DIGITALNOM TISKU

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2015.



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

LUCIJA RAŽOV

MIKROTISAK U DIGITALNOM TISKU

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Doc. dr. sc. Igor Zjakić

Student:

Lucija Ražov

Zagreb, 2015.

SAŽETAK

U ovom radu upozna se i analizira donja granica čitljivosti mikrotiska u digitalnom tisku. Metodologija ovog diplomskog rada obuhvatiti će proučavanje i obrađivanje dostupne literature, te izradu eksperimentalnog dijela.

U teorijskom dijelu će se upoznati sa krivotvorenjem, zbog kojeg je došlo do sve većeg razvitka zaštitnih elemenata i općenito sektora koji se bavi zaštitom proizvoda, te zaštitnim elementima protiv krivotvorenja. Nakon krivotvorenja dolazi se do mikrotiska, metode zaštite protiv krivotvorenja.

U eksperimentalnom dijelu će se u svrhu određivanja donje granice čitljivosti mikrotiska mjerenje vršiti s različitim uzorcima otisnutim u dvije digitalne tehnike tiska: inkjetu i elektrofotografiji. Ispitivanje čitljivosti će se izvoditi na dvadeset ispitivanja. Za ispitivanje će se mikrotisak otiskivati različitim veličinama, fontom, bojama i slikama. Npr. za otiskivanje mikrotiska u različitim bojama uzimati će se set obojenja: cijan, magenta, žuta i crna.

Cilj ovog diplomskog rada je steći bolji uvid u mikrotisak i njegovu svrhu u zaštitnom tisku, te ustanoviti donju granicu čitljivosti mikrotiska kako bi ujedno ispunjavala svoju zaštitnu svrhu i prijenos važnih informacija.

KLJUČNE RIJEČI:

mikrotisak, digitalni tisak, zaštitni elementi, krivotvorenje

ABSTRACT

The objective of this paper is to introduce and analyse the lower limit readability of microprinting in digital printing. Particular interest of this work is to cover studying of theoretical literature and development of experimental task.

The theoretical part consist two basic parts, counterfeiting and microprinting. The research interest and development of protective elements is increased due to counterfeiting.

In experimental part the determination strategy of lower limit readability is presented. Readability will be measured with different samples printed in two digital printing techniques: inkjet and electrophotography. Test will be performed on twenty respondents. Test will contain the microprinting of text in different size, font, color and pictures. For example the printing of text will be in set of four colors: cyan, magenta, yellow and black.

The main goal of this final thesis is to gain keen and wide knowledge of microprinting and is use in security printing. And also to establish a demanded lower limit readability for effective microprinting.

KEY WORDS:

Microprinting, digital printing, protective elements, counterfeiting

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. KRIVOTVORENJE I PIRATSTVO.....	2
2.1.1. Povijest krivotvorenja.....	4
2.1.2. Proizvodnja krivotvorina.....	6
2.1.3. Vještačenje krivotvorina.....	7
2.2. ZAŠTITNI ELEMENTI.....	8
2.2.1. Priprema kao zaštitni element.....	10
2.2.2. Tisak kao zaštitni element.....	12
2.2.3. Dorada kao zaštitni element.....	17
2.2.4. Papir kao zaštitni element.....	19
2.2.5. Boja kao zaštitni element.....	23
2.2.6. Mikrotisak kao zaštitni element.....	29
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	34
3.1. PLAN I CILJ ISTRAŽIVANJA.....	34
3.2. ISPITIVANJE.....	36
4. REZULTATI I ISTRAŽIVANJA.....	40
5. ZAKLJUČCI.....	56
6. LITERATURA.....	57

1. UVOD

Mnogostruke zaštite imaju ulogu spriječiti krivotvorenje novčanica, ali isto tako i pomoći u otkrivanju krivotvoritelja. Osim vrhunskih elemenata zaštite, na novčanice se stavljaju elementi koji su lako uočljivi prosječnom ljudskom oku. Granica normalne čitljivosti bez potrebe velikog uvećanja u prosjeku je oko 0.5 mm, dok je čitljivost kod mikrotiska manja od 0.15 mm. Prve tehnike krivotvorenja bile su fotografske. Razlučivanje boja svodilo se na procesni set obojenja: cijan, magentu, žutu i crnu, što je bilo moguće otkriti i jednostavnom lupom. Preciznost otiskivanja bila je otežana zbog tehnike održavanja registra pozicije procesnih boja. U slovnim znakovima takav je tisak izražavao nečitljivost i vibracije u doživljaju boja. Danas se pri krivotvorenju koristi fotokopiranje. Isti stroj nanosi procesne boje, krivotvorenoj novčanici dodaje se foliotisak, sitotisak za izmjenične boje te slijepi tisak za imitaciju taktilnosti.

Današnja tipografija uključuje mikrotekst - ujednačena slova istog fonta, što nekadašnji graveri nisu mogli postići. Minijturna slova koriste se zbog otpora prema modernoj skenerskoj tehnici, a greška se uočava jer slovo mora biti jednako na više mjesta. Tanke linije slova moraju biti jednake za isto slovo, što skeneri ne mogu održavati, posebice ako su slova izvođena pastelnim bojama. Na novčanicama se nalaze potpisi odgovornih osoba u najrazličitijim nečitljivim oblicima: guvernera, rizničara, ministra, sekretara, predsjednika i potpredsjednika, državnog rizničara (NDH), ministra narodnog gospodarstva. Imena dizajnera i tiskare čitljivijih su slova.

Osnovni cilj ovog diplomskog rada je odrediti donju granicu čitljivosti prema dvadeset ispitanika. Posebna pažnja biti će usmjerena na mikrotisak uvjetovan promjenom veličina fonta, tipografije, slikama i bojama. Za ispitivanje mikrotiska u različitim bojama uzimati će se procesni set obojenja: cijan, magenta, žuta i crna.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. KRIVOTVORENJE I PIRATSTVO

Krivotvorenje je imitiranje, oponašanje, koje je obično napravljeno sa namjerom prevare, odnosno da se proslijedi (ili proda, ako je roba) nekome, kao da je original. Krivotvoreni proizvodi se više puta prave sa ciljem da se da prednost vrijednosti imitiranog proizvoda. Krivotvorenje dokumenata je proces pravljenja ili prepravke dokumenata sa namjerom obmane. To je oblik prevare, i često je ključna tehnika u izvršenju krađe nečijeg identiteta. Novac ima različite vrste zaštite od krivotvorenja, koje su nekad vidljive, a nekad skrivene.[1] Krivotvoreni proizvod je svaki onaj proizvod, uključujući i njegovu ambalažu, koji je bez odobrenja nositelja prava na žig i koji time povrjeđuje prava nositelja toga žiga.

Piratstvom se naziva izrada i distribucija neovlašteno umnoženih primjeraka djela zaštićenog autorskim pravom, bilo da su napravljeni neposredno ili posredno od predmeta zaštite. Krivotvorenje i piratstvo predstavljaju nelegalnu djelatnost u kojoj, kako pokazuju svjetski podaci, u značajnoj mjeri sudjeluju organizirane kriminalne skupine i njihove mreže. Roba koju krivotvoritelji i proizvođači piratskih proizvoda proizvode i distribuiraju često su kvalitetom znatno ispod uobičajenih standarda i mogu predstavljati opasnost za zdravlje i sigurnost potrošača. [2]



Slika 1. Prikaz originala i krivotvorine kovanice od 5 kuna

(Izvor: <http://blog.dnevnik.hr/print/id/1624323797/krivotvorine-kovanica-od-5-kuna.html>)

Krivotvoritelje se može podijeliti u pet skupina ovisno o metodama reprodukcije. Oprema, lokacija, nivo proizvodnje i cirkulacija krivotvorina, predstavljaju osnovne elemente za klasifikaciju.

Amateri su vrlo često umjetnički nadareni, te su u principu orijentirani na izradu falsifikata. Najčešće se bave raznim načinima dodavanja nula na originalne novčanice, kako bi im povećali vrijednost. Njihov rad je isključivo ručni, vrlo malog nivoa proizvodnje i često na rubu parodije. Ovakve se krivotvorine vrlo lako prepoznaju u javnosti.

Hobi je najčešće tek punoljetna osoba, koja radi sama želeći zadiviti prijatelje. Upotrebljava digitalnu tehnologiju, kompjutorski kontroliranu i softvere za modificiranje objekata sa interneta. Ne koristi znanja stručnjaka iz područja tiskarstva, već je orijentiran na potragu preko interneta. Ispisuje uvijek niske apoene, a količine ovise o trenutnoj potrebi. Ne obraća posebnu pozornost na detalje.



Slika 2. Krivotvorena novčanica od 20 kuna, lice i naličje [4]

Poluprofesionalac je osoba isključivo kriminalnih namjera ponavljanja konstantne aktivnosti krivotvorenja. Upotrebljava istu opremu poput oportunisti i također koristi internet za razmjenu znanja. Razlika je u tome što krivotvorine dorađuje na vrlo inovativne načine s aspekta zaštitnih elementa. Na internetu ne traži znanja o izradi krivotvorina, već načine na koji se npr. može zavarati olovka za detekciju ili kako izbjeći sukob u slučaju otkrivanja krivotvorine.

Profesionalac je često dio kriminalnog miljea, s iskustvom u grafičkoj industriji. Koristi offset, printere visoke rezolucije, specijalne materijale i procese. Ove krivotvorine posjeduju imitaciju gotovo svih zaštitnih elemenata prvog i drugog stupnja, no nivo kvalitete odudara od originalnih. Nivo proizvodnje je veliki i cirkulira kroz kriminalnu mrežu.

Posljednju skupinu čine **profesionalci sponzorirani od države**. To znači da koriste sve materijale i procese. Tu je uključen zaštićeni papir, intaglio i zaštitni elementi. Nivo proizvodnje je velik, a cirkulacija je putem legaliziranih ili nedopuštenih mreža.[4]

Krajnje žrtve krivotvorenja, pa i piratstva, upravo su sami potrošači. Kupnjom krivotvorenih proizvoda potrošači dobivaju proizvod loše ili u najmanju ruku neprovjerene kvalitete, čime mogu biti izloženi opasnosti po zdravlje i vlastitu sigurnost. [5]

2.1.1. Povijest krivotvorenja

Krivotvorenje novca poznato je iz najstarijih vremena ljudskoga društva i staro je koliko i robonovčana privreda. U vrijeme babilonskog vladara Hamurabija IV. u 17. stoljeću prije Krista zabilježeno je o prvim krivotvoriteljima novca. Krivotvorenje novca bilo je oduvijek predmet strogih zakonskih sankcija. Danas se najviše krivotvore novčanice. Metalni novac krivotvori se mnogo manje, jer to nije toliko probitačno. Kada je u 18. stoljeću papirni novac postao u Europi masovno platežno sredstvo, krivotvoritelji su dobili novi poticaj. Tehnički napredak (litografija 1797, dagerotipija 1837, galvanoplastika 1839) otvara nove mogućnosti za izradbu lažnog novca. Sredinom 18. stoljeća uhvaćeni su u Engleskoj prvi krivotvoritelji novčanica. Krivotvorenje novca sve je češće od sredine 19. stoljeća. Primjeri su brojni. Zanimljiv je slučaj da je Kraljevina Jugoslavija morala iz optjecaja povući novčanice od 1000 dinara zbog ubacivanja velikih količina krivotvorina iz Italije i Turske 1932. godine.



Slika 3. Krivotvorina novčanice Kraljevine SHS od 1000 dinara iz 1920.[3]

Niz je primjera krivotvorenja protivničkog novca, napose u ratnim vremenima i oružanim sukobima. Drugi svjetski rat obiluje krivotvorenjima neprijateljskog novca. Jedan od najstručnijih i najvještijih krivotvoritelja novca u povijesti kriminaliteta, ruski emigrant Vladimir Dogranoff, krivotvorio je 1922. godine britanske funte za vrijeme svog boravka u Berlinu. Njegovi suučesnici bili su Jugoslaveni, Albanci, Rumunji i Francuzi.

U planu je bilo da se krivotvori i američka valuta, ali nikada nije došlo do proizvodnje za širu uporabu, iako su otisci za novčanice od 100 US dolara bili pripremljeni.



Slika 4. Nacistička krivotvorina novčanice od 50 engleskih funti [3]

I poslije su, do danas, brojne urotničke političke skupine ili državne politike krivotvorenjem protivničkog novca i neprijatelja upadali u platni sustav pojedinih država. Krivotvorenje i stavljanje u promet lažnog novca, i pored visokih kazni i svih preventivnih mjera koje se poduzimaju da se krivotvorenje suzbije, još uvijek je unosan posao za krivotvoritelje, jer je nominalna vrijednost lažnog novca mnogo veća od troškova izradbe i uloženog rada.

U vrijeme rata, napose u doba velike inflacije, tiskaju se novčanice za »jednokratnu uporabu«, obično na slabom papiru i bez potrebnih i odgovarajućih zaštitnih elemenata. Takve su novčanice vrlo pogodne za krivotvorenje, budući da su većinom izrađene offset (ravnim) tiskom, a na taj način se tiskaju i novine, plakati i slično. Obezvrijeđeni inflacijski novac ipak ne privlači velike krivotvoritelje.[3]

2.1.2. Proizvodnja krivotvorina

Pri izradbi papirnog novca poduzimaju se posebne mjere opreza. Međunarodna organizacija kriminalističke policije pomoću svoje posebne sekcije za suzbijanje krivotvorina novca stalno upozorava na nove tehničke metode osiguranja novčanica. Unatoč velikim mjerama opreza teško je proizvesti novčanicu koja se ne bi mogla krivotvoriti. To dokazuje mnogobrojne krivotvoriteljske afere u svijetu. Mjere osiguranja imaju zadatak što više otežati mogućnost krivotvorina i omogućiti njihovo lakše otkrivanje. Između troškova krivotvorenja i raspačavanja, s jedne strane, i nominalne vrijednosti novčanice, s druge strane, mora postojati povoljan odnos u korist krivotvoritelja. To upućuje krivotvoritelja da što više smanji svoje troškove, no time istodobno smanjuje i kvalitetu svoje krivotvorine.

Krivotvorenje novca je kompleksan, »intelektualni« prijestup. Potrebna je velika vještina, čak umjetnički talent, da bi se izradile prihvatljive imitacije pravih novčanica, koje sa sada izrađuju iznimno kompliciranim postupkom. Uspjeliju krivotvorinu papirnog (ili metalnog) novca ne može napraviti osoba koja nema određene stručne kvalifikacije ili bar izrazite prirodne sklonosti za takve poslove. S obzirom na to da je za izradbu krivotvorena novca najčešće potrebno znanje iz nekoliko područja, dolazi do udruživanja osoba određenih zanimanja.[3]

2.1.3. Vještačenje krivotvorina

Krivotvorenje tiskanih novčanica danas se uglavnom izvodi sa kolor fotokopirnim aparatima ili sa laserskim kolor strojevima. Ove tehnike reproduciranja ne mogu ništa od zaštitnih elemenata da se autentično reproduciraju.



Slika 5. Kovani novac Zavoda za izradu novčanica i kovanog novca u Beogradu [6]

Vještačenje tiskanih novčanica može uspješno vještačiti samo grafički ekspert, koji potpuno poznaje svaku tehnološku fazu izradu, koji ima potpunu opremu za detekciju ugrađenih zaštitnih elemenata, koji može utvrđene činjenice vizualno i numerički iskazati. Dobro zaštićena autentična novčanica se ne može krivotvoriti da bude identična s originalom i upotrebom najsavršenije tehnike, originalnog papira i stručnih krivotvoritelja. Nema savršene kopije novčanice, samo ima nestručnih vještaka koji to ne mogu dokazati.

Danas se uglavnom sve tiskane novčanice izrađuju sa slijedećim elementima zaštite:

- vrsta papira
- vrsta tiska
- intaglio
- vodeni znak
- sigurnosna linija
- UV – obojena područja
- UV – boja serijskog broja
- UV – obojena vlakanca
- feromagnetična boja

- podudaranje u štampi
- mikrotisak
- oznaka za slijepe osobe
- posebni serijski broj
- hologram/kinegram
- transparentna folija
- zaštita protiv kopiranja, itd.

Oprema koja kontrolira samo dio elemenata zaštite nije najpouzdanija. Mora u upotrebi biti takva oprema koja može detektirati sve elemente zaštite svih tiskanih novčanica koje su u opticaju na tome prostoru. Time se obeshrabruju krivotvoritelji koji unaprijed znaju da njihov „proizvod“ neće se moći staviti u promet.[6]

2.2. ZAŠTITNI ELEMENTI

Tiskane novčanice su jedan od složenijih grafičkih proizvoda. Zato je uspješno krivotvorenje papirnatih novčanica nemoguće. Moguće je samo izraditi više ili manje uspješan falsifikat.

Novčanice se tiskaju na višebojnim tiskarskim strojevima, kombinacijom ofsetnog, dubokog i reljefnog tiska. Koji će dijelovi biti tiskani kojom tehnikom tiska određuje izdavač novčanica. Boje za offset i duboki tisak se međusobno razlikuju po svom kemijskom sastavu, veličini pigmenta i brzini sušenja. Mjesto tiskanja dubokim tiskom su izbočena ovisno o gustoći zacrnjenja, dok su mjesta tiskana offsetnim tiskom jednake debljine nanosa boje. Ta izbočena reljefnost postignuta dubokim tiskom pojačava se na nekim mjestima patricom sa druge strane. Patrica je klišeji za visoki tisak koji na određenom mjestu, s jedne strane i uz pomoć matrice sa druge strane, izvedu potrebno ispupčenje. Ta ispupčena mjesta se osjete provlačenjem novčanice kroz prste. Neki zaštitni elementi tiskane novčanice se izvode tiskom sa fluorescentnom bojom. Propuštanjem

novčanice ispod ultraljubičastog svjetla na tome mjestu se dobije svjetloplava refleksija.

Tiskarski strojevi za tiskanje novčanica su tako tehnološki osposobljeni da mogu jednolično nanositi boju po programskim vrijednostima tokom čitavog procesa tiska. Te vrijednosti nanosene boje mogu se mjeriti na novčanicama u toku ekspertize sa odgovarajućim elektronskim uređajima koji se zovu dezintometri.

Tiskane novčanice se numeriraju sa numeriranim odredene vrste po tipu, rezu, gradaciji i seriji. Boja sa kojom se posebno tiskaju numeratori može imati u svom sustavu okside željeza (kao kod dolara). Tako kod brojanja novčanica dolara ultrasofisticirani skener „pročita“ i magnetno polje boje sa broja novčanice. Tako pročita da li su serijski brojevi novčanica tiskani sa originalnom bojom za tisak.[6]



Slika 7. Tonska nepodudarnost dijela lažne i originalne novčanice [6]

Proučavanjem novčanica vidljivo je da sadrže vrlo malu količinu teksta. Veći dio novčanice pokrivaju slike, ilustracije i umjetnički rad dizajnera. U planiranju zaštita novčanica vodilo se računa o tome da se vjerodostojnost novčanica može provjeriti u nekoliko kvalitativnih razina:

- bez posebnih uređaja (latentna slika, prozirni registar)
- elementi mikropisma za što je potrebna lupa
- boje koje se odaju tek osvijetljene s UV svjetlom za što je potrebna UV svjetiljka.

Posebna pažnja u dizajnu se dala najnižoj razini zaštite, tako da svaki korisnik, na svakom mjestu može vidjeti kunu, a ne samo blagajnik u banci. Nemoguće je izraditi novčanice bez istog papira, istog tiskarskog stroja i boja. Uvijek će biti pokušaja izrade krivotvorine koje se mogu „prodati“ samo čovjeku neupućenom u zaštitne elemente.[8]

2.2.1. Priprema kao zaštitni element

Skrivena slika ili poruka

Skrivena slika ili poruka kreira se u pripremi, tako da samo onaj koji kreira zna gdje se nalazi može je i vidjeti. Može ju vidjeti isključivo izvježbano oko, te može biti vidljiva samo pod povećalom ili pod određenim kutom, te se u raznim slučajevima pojavljuje kao „slučajna“ pogreška. Kod AM i FM rastera elementi nisu na istom mjestu, jer imaju različiti algoritam. Zaštita je u tome da se dobije isti raspored tako da se radi dijapozitiv, pa negativ za svaku boju. Negativ se duplicira od jednog filma i slaže se.[11]

Latentna slika

Latentna slika skrivena je u matici paralelnih nadoreznih linija koje čine prednju i stražnju stranu. Pri običnom promatranju oko ne može razlikovati prednji od stražnje strane latentne slike. No, ako se takva slika promatra okomito na smjer linija pod tangencijalnom rasvjetom, dublji reljef prednje strane izgledat će tamniji, a pozadina svjetlija. Taj efekt je vidljiv samo pod ograničenim brojem kutova.[12]



Slika 8. Latentna slika

(<https://www.stc.cz/p-173-latent-image-effect.html>)

Mikrotekst

To su minijturna slova koja se koriste zbog otpora prema modernoj skenerskoj tehnici. Mikrotekst je vidljiv pod povećalom i otisnut je veličinom od 0.15 – 0.5 mm. Ljudsko oko takvu zaštitu vidi kao kontinuiranu liniju, a ne tekst. Ovo je izvrsna zaštita od krivotvorenja i kopiranja jer ga je moguće valjano reproducirati jedino tehnikama ofseta, bakrotiska i intaglia.



Slika 9. Primjer mikroteksta na američkom dolaru

(<http://funfunpics.blogspot.com/2010/03/look-100-dollars-with-microscope-how.html>)

Gioši

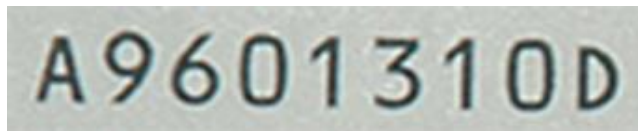
To su sigurnosne linije određene strukture koje se izvode u toku štampe. Više su izražene na svjetlijim dijelovima novčanice. To je mrežasta linijska struktura izvedena sa prijelazima tonova više boja i za krivotvoritelje je vrlo teško izvodljiva [6]. Često se rade u kombinaciji s iris tiskom. Ne tiskaju se procesne boje nego uglavnom miješane radi zaštite.



Slika 10. Gioši [11]

Numeracija

Numeracija je tiskana u dnu portreta crnom bojom koja sprijeda sadrži jedno slovo, zatim sedam znamenaka i na kraju drugo slovo. Oznaka numeracije pod ultraljubičastim svjetlom fluorescira u zelenoj boji.[8]



Slika 11. Numeracija

(<http://www.hnb.hr/novcan/krivotvorine/200kuna-izdanje-3-2002/h-krivotvorina-200kuna-izdanje-3-2002.htm>)

Luminiscentni znakovi

Ovi znakovi su znakovi koje neke zemlje ugrađuju u svoje novčanice. Ovi znakovi mogu biti u raznim bojama, a to su razne linije, brojevi i sl. Luminiscentni znakovi se mogu vidjeti samo pod ultraljubičastim svjetlom. Krivotvoritelji još nisu uspjeli kod krivotvorenja imitirati ove znakove.

2.2.2. Tisak kao zaštitni element

Zaštitni tisak ima zadaću da odlikama upotrijebljene tiskarske tehnike, grafičkog rješenja i tiskarske boje zaštiti informaciju na dokumentu od krivotvorenja ili da krivotvorenje učini težim. Kako bi se takvi proizvodi zaštitili na pravilan način treba pretpostaviti kojom opremom raspolaže prosječni krivotvoritelj. U tu kategoriju ulaze obično crno-bijeli i fotokopirni strojevi u boji, digitalne kamere, Macintosh i Windows računala, skeneri i softveri za obradu slike, inkjet printeri, sublimacijski printeri, termografski printeri, laserski printeri i slično. Ovisno o veličini tiskovnih elemenata, tisak dijelimo na:

- minitisak – vidljiv golim okom
- mikrotisak – vidljiv po jačim povećalom. Veličina pisma od 0.15 mm do 1.5 mm.
- nanotisak – vidljivo pod mikroskopom, ispod 0.15 mm.

Duboki tisak

Duboki tisak je tehnika tiska pri kojoj je tiskovna forma načinjena tako da su slobodne površine u osnovnoj ravnini, a tiskovne površine udubljene. Glavni predstavnik dubokog tiska je bakrotisak, koji spada u direktne tehnike tiska.

Boja ulazi u udubljene tiskovne površine, a višak boje koji ostaje na slobodnim površinama skida se pomoću rakela (posebnog čeličnog noža), te se uz odgovarajući pritisak boja nanosi na tiskovnu podlogu [16]. Boju drže vakuole. Vakuole su u obliku romba radi graviranja helioklišografom. Svrha zaštite može biti i namjerna greška.[11]

Ofsetni tisak

Ofsetni tisak je indirektna tehnika tiska. Zbog jednostavnog procesa pripreme i kvalitetnog otiska niske cijene danas se koristi za tisak većine grafičkih proizvoda. Otisak se prenosi s tiskarske ploče na gumenu navlaku, a zatim preko tiskovnog valjka (cilindra) na tiskovnu podlogu. Tiska se uglavnom na papir, polukarton i karton [17]. Karakteristike otiska su takve da nema razlike u boji (jednoličan ton od početka do kraja), a uz to su i rubovi otiska oštri.

Laserski tisak

Laserski tisak pod povećanjem ima neoštre rubove elemenata, vide se tragovi tzv. „tribo efekta“, gdje počinje zaobljenje vide se „stepenice“, rubovi otiska nemaju oštar rub. Rasterski elementi nisu jednoliki (nema homogenosti) nema 100% okruglih, u 99% slučajeva se koristi AM raster.

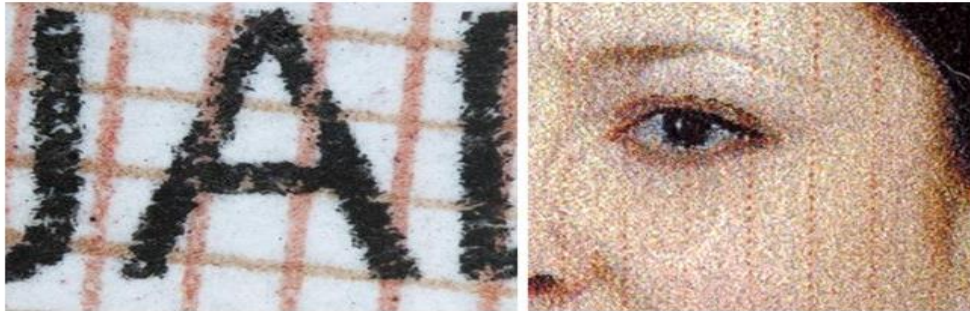


Slika 12. Primjer otiska u laserskoj tehnici tiska [11]

Inkjet tisak

Inkjet tisak je tiskarska tehnika u kojoj se koristi vrsta računalnog pisača koji radi tako da izravno na podlogu ubrizgava male kapljice tekuće boje, koje podloga potom upije. Može se koristiti pri ugradnji osobnih podataka,

fotografije, potpisa. Izrazito mali i nisu okrugli rasteri, rub slova uopće nije oštar, boja je upijena u papir.[11]



*Slika 13. Ugradnja osobnih podataka i slike upotrebom inkjet tehnike tiska
(http://prado.consilium.europa.eu/HR/glossaryPopup.html#_047)*

Intaglio tisak

Intaglio je najvažnija tehnika tiska zaštitnog tiska u procesu izrade novčanica, maraka, vrijednosnih papira i dokumenata. To je vrsta dubokog tiska kod kojeg je tiskovna forma gravirana ploča ili valjak, na kojeg se posebnim postupkom sličnom otiskivanju gumenog štambilja nanosi boja. Nakon toga se višak boje kemijski ili mehanički skida s površine, a boja utiskuje pod visokim tlakom na papir. Osušena boja ostaje na papiru u velikom nanosu i moguće ju je osjetiti pod prstima. Intaglio omogućuje tisak latentne slike. Koristi se većinom kod tiska novčanica da je sljepci mogu prepoznati.[10]



Slika 14. Element otisnut intaglio tiskom [18]

Mikrotisak

Mikrotisak su linije ili motivi načinjeni od sitnih slova ili brojeva koji se jedva uočavaju prostim okom. Granica normalne čitljivosti bez potrebe velikog uvećanja u prosjeku je oko 0.5 mm. Mikrotisak se također koristi kao sigurnosni elementi za tisak pozadine, zaštitni tisak, te za zaštitne niti. Korištenjem naprednih tehnika reprodukcije moguće je reproducirati mikrotisak visokog standarda.



Slika Primjer 15. mikrotiska na novčanici od 50 eura
(<http://www.fleur-de-coin.com/eurocoins/banknote-security>)

Iris tisak

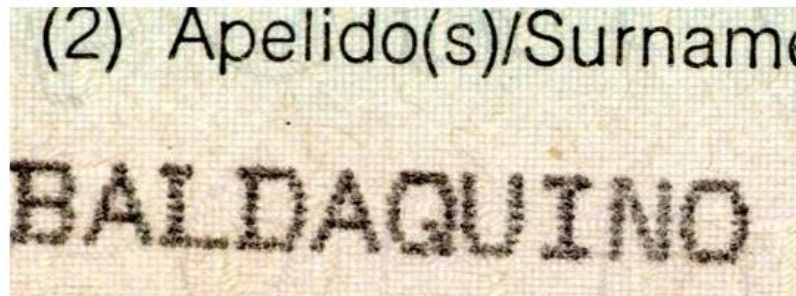
Iris tisak je tehnika tiska kojom se uz pomoć jedne tiskovne forme istodobno ostvaruje tisak u dvije ili više boja. To se postiže pregrađivanjem spremnika za boju (bojanika) ofsetnog ili knjigotiskarskoga stroja u više dijelova s različitim bojama, pa valjci (tzv. razribači) nanose boju na tiskovnu formu u raznobojnim prugama. Problem se dešava kod razribavnja, treba ga pažljivo podesiti. Ta se tehnika najčešće rabi za tiskanje plakata, vrijednosnih papira i sl.[19]



Slika 16. Primjer otiska iris tehnike tiska
(<https://www.stc.cz/p-148-rainbow-printing.html>)

Iglični tisak

Iglični tisak vrsta je računalnog pisača koji ispisuje kontaktom, pritiskom trake natopljene bojom na podlogu, vrlo slično pisačem stroju, ali, za razliku od pisačkog stroja, slova se izvlače iz matrice. Vide se točkice na otisku koje je teško simulirati.[18]



Slika 17. Ispis igličnom tehnikom tiska [18]

Sublimacijski tisak

Sublimacijski tisak spada u još jednu podgrupu inkjet tiska. Njegova glavna karakteristika, po kojoj je i dobio ime je to što se završni stupanj u procesu tiska zasniva na prijelazu tintnih čestica iz krutog u plinovito stanjem bez tekućeg stanja kao međufaze. U praksi to znači da se sublimacijska boja otisne inkjet putem na tkaninu ili papir te se onda u preši pod visokim pritiskom i temperaturom (cca 200°C) prenosi na materijal gdje se polimerizira sa molekulama tkanine i postaje njezin neodvojivi dio. Sublimacijski tisak se prepoznaje jer otisak nije oštar i nema raster.[20]

Foliotisak

Foliotisak se odnosi na prijenos folije ugrijanom tiskovnom formom. Smatra se oblikom knjigotiska. Osnovna razlika između foliotiska i knjigotiska je u upotrebi folije za vruće utiskivanje umjesto viskozne boje kao tiskovnog sredstva i neizravnog zagrijavanju tiskovne forme. Zbog kombiniranog učinka temperature i tlaka, sloj folije otpusti se iz nosača pri točkama gdje je tiskovna forma ispušćena i zatim prenosi na podlogu u koju se trajno i neizbrisivo utisne. Foliotisak se često koristi za tisak teksta i motiva na koricama putovnice (zlatotisak, srebrotisak). Rub na foliji nije 100% ravan, ovisno o temp. s kojom

se radi. Nakon nekog vremena posebne folije koje se koriste na putovnicama mijenjaju boju.[18]



Slika 18. Primjer foliotiska (lijeva slika – zlatotisak, desna slika – srebrotisak) [18]

2.2.3. Dorada kao zaštitni element

Dorada je završni dio proizvodnje u kojem proizvod dobiva svoj konačni oblik i funkcionalnost. Jednako kao kod tiska i pripreme tako i u doradi postoje procesi koji predstavljaju dodatnu zaštitu. Takvi doradni procesi zahtijevaju specijaliziranu opremu zajedno sa materijalima, hardverima i software-ima ograničenog pristupa, te nisu dostupni krivotvoriteljima.

Mehanička perforacija

Mehanička perforacija je vrsta zaštitnog elementa u kojem se proizvod (najčešće putovnica) perforira metalnim iglama. Prilikom perforiranja proizvoda igle prilikom pritiska ostavljaju specifičan izgled rupice na poleđini arka papira. Te su rupice opipljive prstom jer se uslijed mehaničkog proboja oko rupice formira prsten koji je načinjen od ostataka papira. Igle mogu biti raznih promjera, njeni točni promjeri drže se u tajnosti. Osim raznih promjera, igle mogu imati stohastični oblik ili oblik trokuta ili neki drugi oblik koji dodatno otežava krivotvorenje.

Tehnika uveza

Tehnika uveza je jedan od zaštitnih elemenata koja koristi zaštitne materijale (zaštitna nit) u svrhu zaštite od krivotvorenja. Zaštitna nit je traka ugrađena u podlogu tijekom proizvodnje kao dodatni zaštitni element. Zaštitna nit se posebnim načinom šije kroz hrbat ili se šiju knjižni arci gdje je bitan redoslijed boje sigurnosne niti koji se može kupiti jedino uz posebnu dozvolu.



Slika 19. Zaštitna nit s mikrotiskom u negativu (pod emitiranom svjetlošću) [18]

Suhi žig

Suhi žig je reljefni otisak načinjen pečatom ili žigom. Primjerice, za provjeru vjerodostojnosti isprave ili obično pričvršćene slike nositelja. Otisak je u obliku djelomično ispučene/utisnute površine i na prednjoj strani i poledini stranice. Na žigu postoje mjesta koja su namjerno drugačije definirana.[18]



Slika 20. Suhi žig [18]

Laserska perforacija

Pomoću laserske tehnologije moguće je napraviti perforacije raznih vrsta i veličina. Npr. laserski perforirani serijski broj osobne iskaznice perforiran je kroz podlogu pomoću lasera. Prepoznatljive oznake raspoznavanja su slijedeće:

- tragovi paljenja oko rubova rupica
- bez izbočenih rubova oko rupica na podlozi (papiru) sa stražnje strane perforacija
- konično smanjenje veličine perforiranih rupica na ispravi u obliku knjižice, promatrano od prednjeg prema stražnjem dijelu
- mogu biti različitih oblika.



Slika 21. Prikaz laserske perforacije (lijevo – prva stranica u obliku knjižice, desno – zadnja stranica u obliku knjižice) [18]

2.2.4. Papir kao zaštitni element

Papir određen za tisak novčanica je specijalan i ne može se nabaviti u trgovinama te se u pravilu umnogome razlikuje od papira koji se uobičajeno nalazi na tržištu. To je papir vrlo dobre kvalitete. Krivotvoritelj nije u stanju nabaviti takvu vrstu kvalitetnog papira, ali će nastojati na tržištu pronaći što sličniji papir, koji potom podvrgava raznim postupcima kako bi dobio što sličniji izgled originalnog papira. Usporedbom s originalnom novčanicom može se nekada utvrditi krivotvorina prema različitoj debljini papira, njegovoj šušlavosti, sastavu i različitom ponašanju pri kidanju. Neki krivotvoritelji na ubrzan način daju krivotvorenim novčanicama izgled kao da su duže vremena u optjecaju i na taj način lakše prolaze na tržištu, potapajući ih u čaj, kavu, savijanjem više puta, gužvanjem. Krivotvoritelju to pomaže da ne mora točno pogoditi sve nijanse boja originalnih novčanica. Papir je bitan element za utvrđivanje autentičnosti

novčanice. Krivotvoriteljima nije lako da dođu do papira koji se rabi za izradbu originalnih novčanica.[3]

Izrada papira u tvornicama papira za novčanice je isključivo pod kontrolom države. Uglavnom su celulozna vlakna za izradu novčanica izdvojena iz pamuka, jer je pamuk najčišći oblik celuloze u prirodi. Celuloznim vlaknima se dodaju određena punila, ljepila, bojila i dodaci. Prema tome, papir za tiskane novčanice ima zaštićen i definiran:

- sirovinski sustav
- smjer vlakanaca
- debljinu
- gramaturu
- površinsku obradu
- mehanička svojstva
- pH vrijednost površine papira
- transparentnost i opacitet papira.

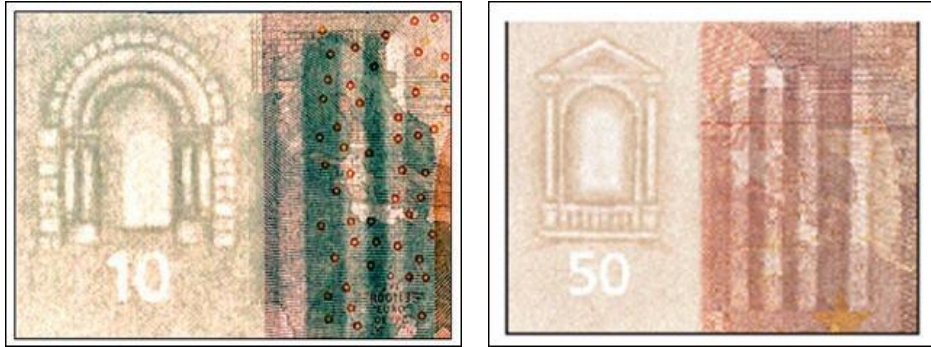
Pored navedenih definiranih svojstava papir za novčanice ima:

- vodeni znak (jednotonski ili višetonski)
- zaštitna vlakna (obojena ili sintetička)
- zaštitnu metalnu nit.
- vodeni kružići – planšete.[6]

Krivotvorena novčanica tiskana je na žućkastom papiru izrazito sjajne površine, bez ugrađenog vodenog znaka, zaštitnih končića i kovinske niti u papirnoj masi.

Vodeni znak

Kada se govori o zaštiti papira posebna se pažnja mora posvetiti vodenom znaku kao njegovoj najljepšoj i najsloženijoj zaštiti. Vodeni znak može biti svjetliji, tamniji i višetonski. Što znak ima veći broj elemenata i tonova, to je i njegova zaštita veća.[10]



Slika 22. Primjer vodenog znaka kod novčanica od 10 i 50 eura

(<http://www.gagisa.de/printable/raja/kako-prepoznati-pravi-euro/50-euro/vodeni-znak.php>)

Sito se sa vodenim znakom ugrađuje u toku formiranja papirne trake na sitovoj partiji na papir mašini. Ovisno o formatu papirne novčanice točno je određena veličina i položaj vodenog znaka na izrezanom formatu papira. Bilo kakvo drukčije dodavanje na papiru raznim postupcima je samo neuspješna imitacija vodenog znaka jer se vodeni znak može izraditi samo na takav način. Vodeni znak se dobro vidi kada se originalna novčanica običnim promatranjem promatra prema izvoru svjetla. Određenim aparatima može se utvrditi autentičnost vodenog znaka.

Zaštitna vlakna

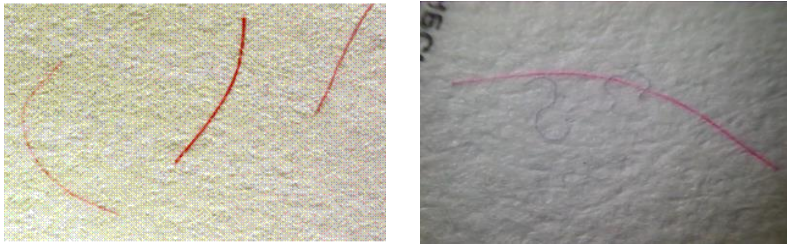
Zaštitna vlakna su tanka vlakna papira, metala, plastike ili nekog drugog materijala ugrađena u papir. Mogu biti obojena ili sintetička vlakna. Krivotvore se na način da se otiskuju umjesto ugrađuju u papir.

Obojena vlakna

Rijetko su i nejednolično raspoređena, a nalaze se dovoljno vidljivo na površini papira. Zbog povećane zaštite nekim se papirima dodaju dvije vrste vlaknaca obojenih osnovnim bojama aditivne sinteze. Ova vlakna se običnim promatranjem vide da su ugrađena na površini papira u toku izrade papirne trake na papir mašini ili se vide pod ultraljubičastim svjetlom.

Sintetička vlakna

Ova vlakna čine papir izdržljivijim i otpornijim. Sintetička vlakna su korištena kao osnovna komponenta u nekoliko specijalnih sigurnosnih papira.



Slika 23. Zaštitna vlakna [7]

(<http://prado.consilium.europa.eu/HR/glossaryPopup.html>)

Zaštitna metalna nit

Ugrađuje se u papirnu masu u toku izrade papira na papir mašini sa okruglim sitom. U toku tiskanja na tu sigurnosnu nit se tehnikom zlatotiska tiska određeni mikrotekst, a može i hologram. Tek se pod povećalom može dobro utvrditi i pročitati mikrotekst, kao i tehnika tiska kojom je to izvedeno. Gledajući prema svjetlu ne može se vidjeti kontinuirana nit ugrađena u papirnu masu.



Slika 24. Prikaz zaštitne niti na krivotvorinu i originalu

(<http://www.hnb.hr/novcan/krivotvorine/200kuna-izdanje-3-2002/h-krivotvorina-200kuna-izdanje-3-2002.htm>)

Vodeni kružići – planšete

Ugrađuju se u papir tijekom njegove proizvodnje i ne mogu se reproducirati skeniranjem, kopiranjem ili printanjem. To je poseban sistem diskretno vidljivih kružića kao autentična zaštita. Promjera su oko 1 - 4 mm. Zabilježeno je da

novčanice koje su oprane izgube veliki broj planšeta u toku procesa. Ni ova zaštita se ne može krivotvorenjem uspješno imitirati.[6]



Slika 25. Vodeni kružići – planšete [6]

2.2.5. Boja kao zaštitni element

Boja kao zaštitni element ima veliku ulogu u zaštiti tiskovina. Vrlo jednostavno se ugrađuje u dizajn i nisu potrebni nikakvi posebni strojevi za njihovo nanošenje na proizvod. Većina vizualnih informacija otisnuta je bojama vidljivog dijela spektra. Osim boja vidljivog dijela spektra, na novčanicama su otisnute i ultraljubičaste i infracrvene boje. Ultraljubičaste i infracrvene boje nam nisu vidljive bez posebnih uređaja, pa ih koristimo za skrivene informacije.

Zaštićeni papir na kojem je otisnuta novčanica, različito je toniran ovisno o nominalnoj vrijednosti. Ton papira određuje boju koja će prevladavati na tekstualnom i tiskovnom dijelu novčanice. Povijesne novčanice bile su otisnute samo sa crnom bojom. Početkom 19. stoljeća započinje tiskanje novčanica sa još jednom bojom. Već sredinom 19. stoljeća započinje tisak novčanica sa dvije do tri boje uz crnu. Svaka je boja prenosila zasebnu informaciju.[9]

OVI (optički promjenjive boje)

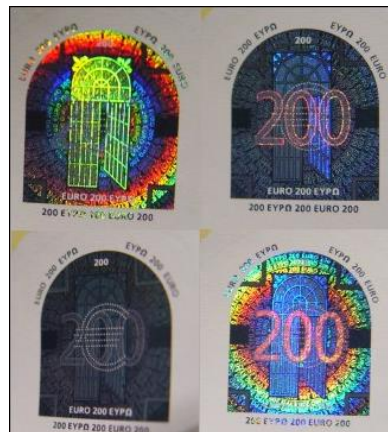
Optički promjenjive boje imaju svojstvo prelijevanja i promjene tona ako se gledaju pod različitim kutom i različitom rasvjetom. Promjenom nagiba tiskanice i promjenom kuta gledanja ili kuta osvjetljavanja, boja prelazi iz jednog tona u drugi. OVI se mogu primijeniti poznatim tiskarskim tehnikama nadoreza (intaglio) i sitotiska. Kao zaštita vrlo su jednostavne protiv fotokopiranja u boji.

Nedostatak im je što su dosta skupe, te nisu lako vidljive pri slaboj rasvjeti. Svojom cijenom, kemijskim sastavom, te ograničenoj dostupnosti uvelike otežavaju krivotvorenje.[12]

Optički promjenjiva sredstva su:

- hologrami
- identigram
- kinegram.

Hologrami predstavljaju dvodimenzionalnu ili trodimenzionalnu sliku nekog objekta. Informacija o slici snimljena je obliku složene interferencijeske matrice. Prednosti su jeftina izrada originala, atraktivan izgled i potreba za vrlo kvalitetnom opremom koja je potrebna za izradu kvalitetnih holograma. Nedostaci su lako kopiranje opće poznatom i relativnom starom, dosta raširenom tehnikom, zahtijevaju dosta svjetla i ravnu podlogu.[12]



Slika 26. Hologrami na novčanicama od 200 eura

(<http://sr.wikipedia.org/srel/%D0%A5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC>)

Identigram

Identigram je hologram na foliji koji daje efekt kretanja. Postiže se na način da je motiv zapisan na dvije ili više pozicija na istoj foliji kako bi se postigao efekt kretanja. Za izradu identigrama koristi se prozirna folija.[21]

Kinegram

Kinegram je optički promjenjivo sredstvo mikroskopski fine difrakcijske strukture. On sadrži kotinuirane efekte pokreta, kao što su translacija, animacija, rotacija i ekspanzija. Upotrebljava se za izradu novčanica, vladinih i bankovnih dokumenata. Osim tih, kinegram ima i dodatna svojstva kao što je mikrotisak, skrivena svojstva i strojnu verifikaciju. Vidljiv je u gotovo svim svjetlosnim uvjetima [12].

Na licu krivotvorine nije u masu papira utisnuta zaštitna, svjetlucava, metalizirana folija – **kinegram**, već imitacija te folije. Imitirani je kinegram približnog oblika kao originalni i ima izrazito srebrni odsjaj, no boje u tom kinegramu ne prelijevaju se u duginom spektru, kao kod originalne novčanice.[7]



Slika 27. Kinegram

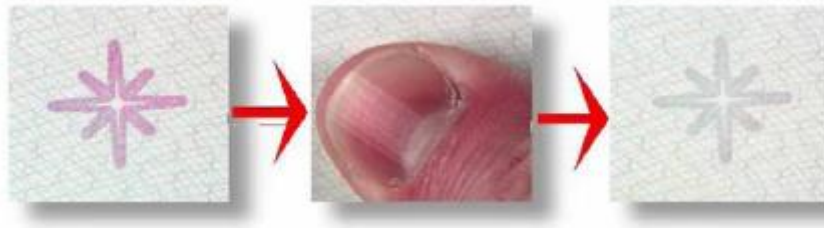
(<http://www.hnb.hr/novcan/krivotvorine/200kuna-izdanje-3-2002/h-krivotvorina-200kuna-izdanje-3-2002.htm>)

Termokromatske boje

Termokromatske boje pod utjecajem određene temperature mijenjaju svoj ton ili boju. Postoji različito djelovanje ovisno o temperaturi:

- male temperature od 4°C na više – reagiraju na toplinu prsta
- velike temperature 85 – 100°C – otvaranje kuverti parom (kuverta nakon otvaranja mijenja boju)
- temperature ispod ništice.

Nanose se uglavnom tehnikom bezvodnog tiska. Svoju upotrebu pronalaze u zaštiti tiskovina, ali i u ambalaži. Međutim, ne mogu se reproducirati niti digitalno niti fotokopiranjem.[11]



Slika 28. Primjer termokromatske boje [11]

Fotokromatske boje

To su boje kod pod djelovanjem UV svjetla mijenjaju boju i nakon prestanka djelovanja svjetla nakon nekog vremena se vraća na početnu boju. [11]

Otiskuju se bezvodnim ofsetnim tiskom ili fleksotiskom. Dostupne su iz bezbojnog u obojeno ili iz jedne boje u drugu.



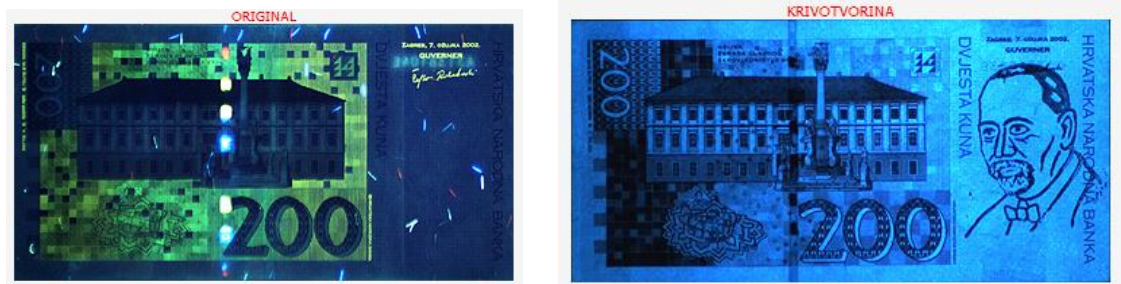
Slika 29. Primjer fotokromatske boje

(http://prado.consilium.europa.eu/sl/glossarypopup.html#_160_1)

Fluorescentne boje

Fluorescencija je zračenje svjetlosti iz tvari za vrijeme ozračivanja ionizirajućim zračenjem ili svjetlošću [13]. Fluorescentne boje su nevidljive pod dnevnim svjetlom, dok su vidljive pod UV osvjetljenjem. Fluorescentni materijali se dodaju kod običnog papira. Prolaskom tog papira ispod ultraljubičastog valnog spektra one daju svjetloplavu refleksiju [6]. Papir krivotvorene novčanice premazan je pokrивnom krem bojom i djelomično upija ultraljubičasto svjetlo te odaje svijetloljubičasti ton. Krivotvorena novčanica osvjetljena ultraljubičastom

svjetlošću ne pokazuje fluorescenciju boja i oznaka serije i serijskog broja, niti zaštitna nit svijetli u duginim bojama.[7]



Slika 30. Fluorescencija – original i krivotvorina

(<http://www.hnb.hr/novcan/krivotvorine/200kuna-izdanje-3-2002/h-krivotvorina-200kuna-izdanje-3-2002.htm>)

Fosforescentne boje

Fosforescencija je pojava emitiranja svjetlosti iz objekta koji je prethodno bio osvijetljen. Za razliku od fluorescencije, emisija svjetlosti se nastavlja nakon što se prekine izvor svjetla [14]. Fosforescentne boje svijetle nakon osvijetljavanja dnevnim svjetlom (reverzibilan proces).

Metamerne boje

Metamernim bojama se smatra kada 2 boje u jednim uvjetima izgledaju jednako, a u drugim uvjetima različito. Ti uvjeti metamernih boja su: promjena svjetlosti, promjena promatrača, kada se mijenja veličina onoga što promatramo, kut promatranja. Način zaštite je da npr. pod jednim svjetlom vidimo jedno, a pod drugim drugo.[11]



Slika 31. Primjer metamerne boje pod dnevnim svjetlom (slika lijevo) i IR svjetlom (slika desno)

(http://prado.consilium.europa.eu/sl/glossarypopup.html#_187)

IR boja

Dio informacija na novčanicama skriven je pomoću tiska infracrvenim bojama. Tisak infracrvenim bojama je vrhunska zaštita [9]. Otisak se vidi kada se osvijetli sa valnim dužinama IR područja od oko 900 nm. Vidljive IR boje su crne. Kontrola IR boja se obavlja IR čitačem, dok im je velika upotreba kod bar kodova. Njihova kombinacija se ne može reproducirati digitalno ili fotokopiranjem, a otiskuje se bezvodnim ili klasičnim ofsetnim tiskom.[11]

Magnetne boje

To su boje na bazi vode te u sebi imaju čestice željeza. Budući da su na bazi vode potrebno im je nešto duže vrijeme sušenja (oko 24 h). Magnetne boje u sebi imaju čestice željeza, te se ustanovljavaju čitačima uz pomoć zvučnog signala. O količini željeza ovisi kakav čitač treba biti (na istoj stvari možda trebaju 2 čitača – jači i slabiji).[11]

Metalne boje

Metalne boje kao zaštita se koriste samo kod fotokopiranja. Ove boje daju metalni efekt. Sastoje se od finih često metaliziranih elemenata koji se reflektiraju pod različitim kutovima. [11]



Slika 32. Primjer metalne boje [11]

Efekt bronce

Za vrijeme tiska dok je boja mokra, otisak se posipa sa brončanim prahom. Nakon sušenja otisak ima brončani efekt s točno određenim sjajem i tonom. Može se sušiti i pod temperaturom, pa se postiže i reljefni efekt.

Spotne boje

U svrhu zaštite mikropisma na vrijdnosnim papirima i novčanicama koriste se spot boje. Spot boje su miješane boje, gdje se osnovni tonovi boja fizički miješaju prije procesa tiska kako bi se dobila određena nijansa miješane boje. Ove boje se ne dobivaju korištenjem standardnih procesnih boja CMYK. Tiskaju se posebno, te se moraju definirati u pripremi (Adobe InDesign, Illustrator). Nakon toga se definira spotna boja u dodatnom kanalu.[23]

2.2.6. Mikrotisak kao zaštitni element

Mikrotisak se koristi kao sigurnosni elementi za tisak pozadine, zaštitni tisak, te za zaštitne niti. Osnovne metode reprodukcije često ne omogućuju detaljan mikrotisak. Stoga se na krivotvorenim ispravama često pojavljuje nečitak mikrotisak. Međutim, korištenjem naprednih tehnika reprodukcije moguće je reproducirati mikrotisak visokog standarda. Ovakav zaštitni element predstavlja problem kod kopiranja s fotokopirkama jer, ukoliko je skener slabije rezolucije, tekst će biti neprepoznatljiv.

Tipografija

Tipografija je umjetnost i vještina oblikovanja teksta s pomoću raznih tipova slova, različitih veličina slova i različitih proreda (vodoravnih i okomitih) između slova. Tipografijom se služe slovoslagari, grafički montažeri, tipografi, grafički dizajneri, umjetnički direktori i kaligrafi. Do današnjeg digitalnog doba tipografija je bila posebna specijalizirana djelatnost. Digitalno je doba novim generacijama dizajnera i ostalim korisnicima otvorilo potpuno nove mogućnosti u korištenju tipografije.

Tipografija i tehnički faktori o kojima je zavisna čitljivost:

- tipografsko pismo: a) dizajn, antikva ili grotesk, b) proporcije slova, normalno, usko ili široko pismo, c) verzal ili kurent, d) pismovni rez, normalni kurzivni ili poludebeli rez
- dužina redaka, prosječan broj slovnih znakova u retku

- prored, optička vrijednost bijeline između redaka
- boja podloge i boja tiska
- mikrotipografija a) razmaci između riječi, isključivanje, b) rubne bijeline, razmak između stupaca, c) vizualna prezentacija, tipografski stil, d) raščlanjivanje teksta, odlomci ili pasusi, naslovi i međunaslovi.
- udaljenost, veličina slova.
- rasvjeta, kvaliteta površine papira (sjajnost).[25]

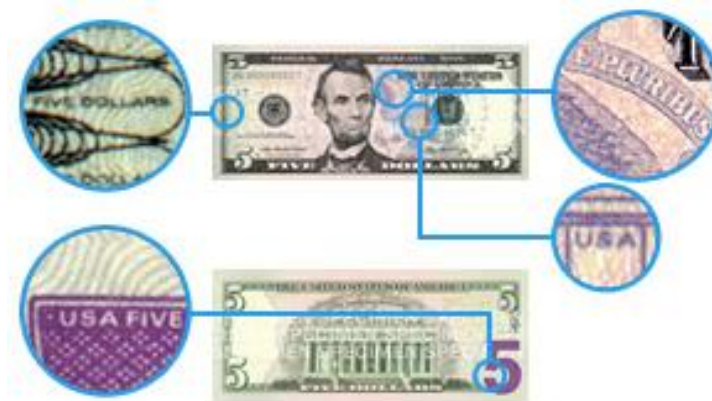
Tipografija na novčanicama zaobilazi i preskače sva vjekovna pravila čitljivosti. Na istoj novčanici nalaze se ispisane riječi od 1 do 200 mm. Pismovne linije kreću se od ravnih, preko krivudavih, pa sve do spiralnih. Unutar iste riječi slova nisu ujednačena ni po pismovnom rezu, ni po veličini, ni po fontu. Uobičajeno se mikropismo tiska na novčanim bonovima, vrijednosnim papirima, čekovima, te na novčanicama za zaštitu od krivotvorenja. Time je lakše otkriti krivotvorinu zbog neodgovarajuće rezolucije i boje reprodukcije.

Mikrotipografija

Mikrotipografija je jedna od tehnika koja se koristi u svrhu zaštite vrijednosnica. Mikrotipografija se dizajnira kao dio cjeline grafike dokumenata i vrijednosnica, dio koncepta zaštićenog grafičkog proizvoda, izborom pisma i isticanjem pojedinih dijelova. Tipografija ima veliku ulogu prilikom oblikovanja sigurnosnih grafika i svaka vrijednosnica mora na sebi sadržavati neke od oblika tipografskih rješenja, kojima je osnovni zadatak njena zaštita i prijenos informacija. Uloga u zaštiti može biti u obliku dizajniranja fontova, izbora veličine slova, izbora i upotreba boje, itd.

S obzirom na same novčanice, neke se tipografske informacije ponavljaju na istoj strani novčanice, primjerice nominala, ime države, oznaka narodne banke. Ključno polazište je osnovni zadatak i motiv, da se spriječi i oteža mogućnost krivotvorenja, kao i da se ne napuste provjerene sigurnosne metode, ali i da se uvedu nove metode koje obećavaju veći sigurnosni aspekt takvog grafičkog uratka. Moderni digitalni alati osiguravaju visoku zaštitu novčanice do najsitnijih

detalja. Djeluje se na svaki mikroelement o kojem se generira informacija za bazu podataka o novčanici. Strojevi za kontrolu originalnosti novčanica imaju tokove informacija koje omogućuju prihvaćanje ili odbacivanje vrijednosnice te predlažu poništenje ili zamjenu zbog dotrajalosti.



Slika 33. Mikrotipografija na novčanici od 5 dolara
(<http://www.newmoney.gov/currency/5.htm>)

Mikrotisak su linije ili motivi načinjeni od sitnih slova ili brojeva koji se jedva uočavaju prostim okom. Za čitanje trebaju upotrebljavati raznorazna povećala jer je pismovna veličina svega 0.15 – 1.5 mm. Granica normalne čitljivosti bez potrebe velikog uvećanja u prosjeku je oko 0.5 mm. Na ispravama obično označavaju polja za unos podataka.

Karakteristike mikrotiska:

3. prijenos važnih informacija
4. dekorativna uloga
5. vidljiv pod jačim povećalom
6. tekst tiskan mikrotiskom je mutan i nečitljiv.



Slika 34. Mikrotisak [18]

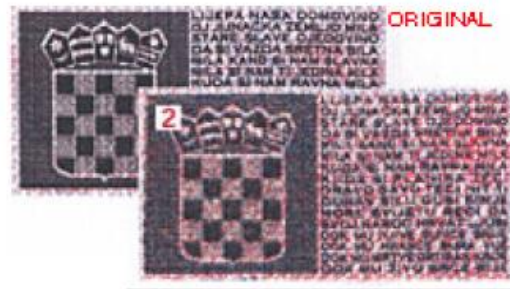
Pomoću raznih povećala moguće je vidjeti sitan tekst na nekim dijelovima novčanica. Mikrotekst može biti skriven bilo gdje na novčanici – da prolazi blizu ornamenta, oko portreta, u brojnim prugama ili još bolje u pozadini da je skoro nevidljiv bez mikroskopa ili jakih leća. Ljudsko oko takvu zaštitu vidi kao kontinuiranu liniju, a ne tekst. Može ocrtavati raznovrsne oblike ili samo ispisivati tekst. Mikrotekst se može ispisati koncem. Primjerice, naziv izdavatelja može se ispisati na poliesteru, čiji se ispis kasnije ispituje pod povećalom. Mikrotekst je moguće reproducirati i na 1 mm niti, tako da se tekst može vidjeti golim okom [15].

Na slici 35. prikazan je primjer krivotvorine i mikrotiska kao zaštitni element. Krivotvorena novčanica tiskana je na žućkastom papiru izrazito sjajne površine, bez ugrađenog vodenog znaka, zaštitnih končića i kovinske niti u papirnoj masi.

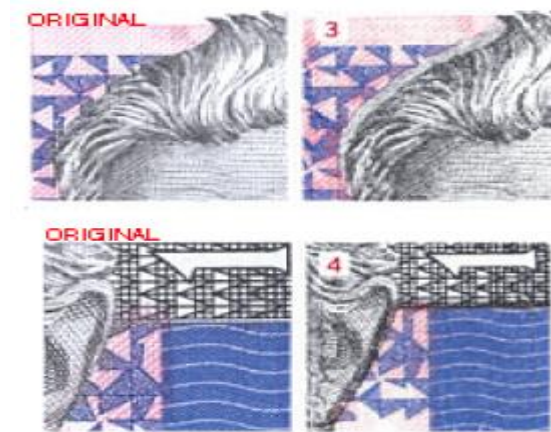


Slika 35. Krivotvorina novčanice od 1000 kn

Mikrotisak **grba s himnom** - Tekst tiskan mikro pismom mutan je i nečitljiv (slika 36., desno).



Slika 36. Grb s himnom



Slika 37. Portret

Portret je obrubljen uskim zamrljanim pojasom ili razdvojen od podloge uskim, neotisnutim pojasom. (slika 37., lijevo).

Digitalni tisak je najčešće korištena tehnika tiska za izradu krivotvorina. Razvoj digitalnog tiska kao i ostalih tehnika i tehnologija koje se danas upotrebljavaju za izradbu novca zahtijevaju različita znanja i vještine. Izradba novca je timski rad u kojem uz dizajnera sudjeluju grafički stručnjaci specijalnih znanja i vještina. Zaštićeni proizvodi su se dugo vremena otiskivali samo konvencionalnim tehnikama tiska najviše zbog sigurnosti, no rapidni razvoj digitalnih tehnika tiska polagano zamjenjuje klasične tehnike. Uporabom mikrotiska moguće je dizajnirati linije koje će se ponavljati na sigurno zaštićenom dokumentu, a da ih običan korisnik neće prepoznati kao tekst koji je otisnut nekom od zaštitnih boja i svojom veličinom odlično štiti dokument od fotokopiranja u boji.[10]

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. PLAN I CILJ ISTRAŽIVANJA

Ekperimentalni dio ovog diplomskog rada baziran je na mikrotisku kao zaštiti od krivotvorenja. Plan je da se mikrotekst otiskuje različitim veličinama fonta, tipografijom, slikama i bojama. Za otiskivanje mikroteskta u različitim bojama uzimat će se procesni set obojenja: cijan, magenta, žuta i crna. U svrhu određivanja donje granice čitljivosti mikrotiska mjerenje će se vršiti s različitim uzorcima otisnutim u dvije digitalne tehnike tiska:

- inkjetu
- elektrofotografiji.

Cilj ovog istraživanja je steći bolji uvid u mikrotisak i njegovu svrhu u zaštitnom tisku, te ustanoviti donju granicu čitljivosti mikrotiska kako bi ujedno ispunjavala svoju zaštitnu svrhu i prijenos važnih informacija.

Vršiti će se ispitivanja na slijedećim uzorcima mikrotiska:

- veličina fonta (0.2 pt, 0.5 pt, 0.7 pt, 1 pt, 2 pt, 3 pt)
- tipografija (Arial, Impact, Comic Sans MS)
- boje (CMYK)
- jednotonske i višetonске slike (dimenzije: 3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm)

Elementi koji će se ispitivati na prethodno navedenim uzorcima su:

- donja granica čitljivosti
- brzina čitanja
- kvaliteta otiska.

UZORCI MIKROTISKA

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

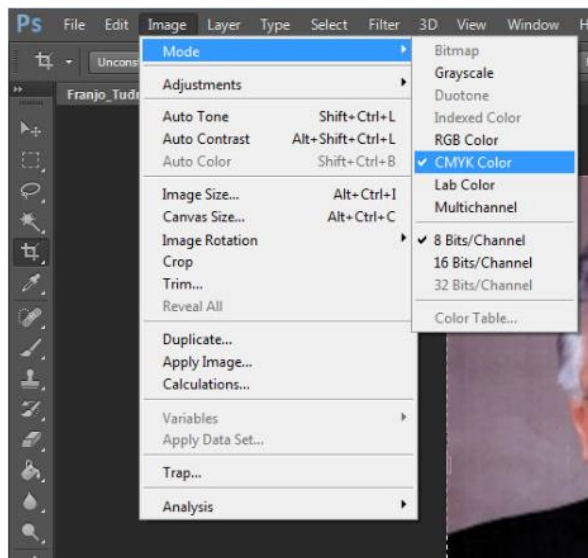
Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

Područje današnje Hrvatske bilo je oduvijek vrlo bogato životinjskim i biljnim svijetom pa stoga pogodno za život ljudi.

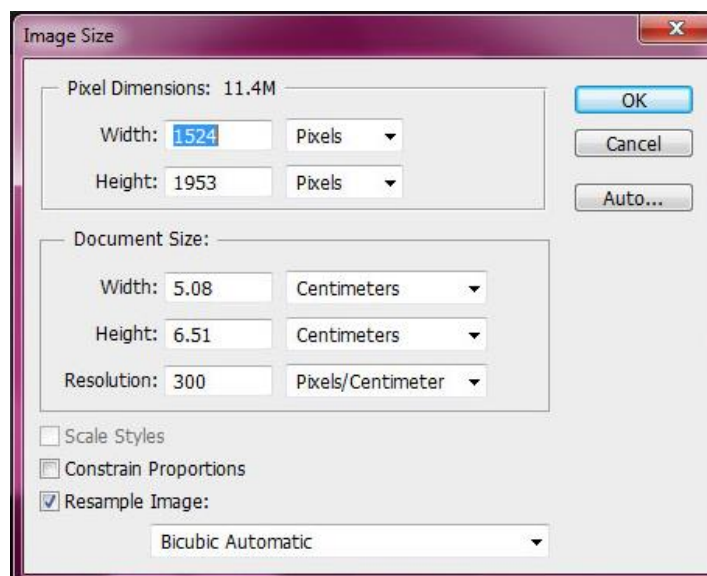


3.2. ISPITIVANJE

Prvi korak je grafička priprema za tisak. Grafička priprema se vršila u programima Adobe Photoshop i Adobe Illustrator. Za početak su se fotografije uređivale u programu Adobe Photoshop-u. Za pripremu za tisak fotografije u boji moraju biti u CMYK-u, dok crno-bijele moraju biti u Grayscale-u. Optimalna rezolucija fotografija za tisak mora biti 300 dpi.



Slika 38. Prikaz alata za pretvorbu fotografije u CMYK



Slika 39. Prikaz alata za rezoluciju

Zatim su se fotografije prebacile u Adobe Illustrator, gdje se mora paziti da je tekst crne boje 100% crn, a tekst u CMY bojama 100% cijan, magenta ili žuta, ovisno o tome koju CMY boju želimo.

Slijedeći korak je otiskivanje u dvije digitalne tehnike tiska: inkjetu i elektrofotografiji. Otiskivanje se vršilo na rezoluciji od 300 dpi, na papiru A4 formata, 80 g/cm² u CMYK boji. Tekst u crnoj boji, koji se nalazi u različitim tipografskim oblicima (Arial, Impact, Comic Sans MS) otiskivao se na InkJet uređaju, dok se tekst u boji skupa sa slikama otiskivao na elektrofotografiji. Razlog zašto se mikrotisak u ovom radu otiskuje na digitalnoj tehnici tiska je taj što se krivotvorine u kućnoj radinosti i inače otiskuju digitalnim tiskom jer je klasična tehnika tiska preskupa. Na kraju krajeva, vrijednost krivotvorenog novca treba biti veća od vrijednosti potrošnje za krivotvorenje jer u protivnom samo krivotvorenje ne bi imalo smisla.

Inkjet

Inkjet tehnologija je danas tehnologija koja se koristi u digitalnom tisku velikih formata. Osnovni princip je vrlo jednostavan – kapljice tinte (vrlo malog volumena koji se mjeri u picolitrama) se izbacuje iz glave za printanje (pljučka) i na taj način dolazi u kontakt sa tiskovnim medijem tj. podlogom.

Kao potisak za izbacivanje tinte danas su najprisutnije dvije metode tj. tehnologije – termalna i mehanička. Termalna funkcionira tako da se mikrokomora sa tintom zagrije (tj. “zakuha”) i na taj način biva izbačena iz glave za printanje. Koristi se u digitalnom tisku gdje je potrebna vrlo visoka i postojana kvaliteta ispisa.

Mehanička tj. piezzo metoda koristi piezzo efekt koji se sastoji u tome da kristal pod električnim utjecajem mijenja svoju dimenziju te na taj način potiskuje tintu. Koristi se u digitalnom tisku gdje se koriste zahtjevnije vrste tinte, poput solvente.

Elektrofotografija

Najraširenija tehnika digitalnog tiska s promjenjivom tiskovnom formom upravo je elektrofotografija. Virtualna tiskovna forma sadrži tiskovne elemente i slobodne površine koje se razlikuju u energetsom potencijalu. Nanosom boje (tonera) suprotnog elektronskog potencijala na tiskovne elemente tiskovna forma postaje vidljiva i spremna za otiskivanje. Osnovni princip elektrofotografije temelji se na fizikalnom fotoelektričnom efektu, koji se dešava uslijed osvjetljavanja poluvodičkih ploča, prilikom čega odlazi do emisije iona iz metalnih rešetaka.

Sam proces provodi se u šest faza:

1. nabijanje tiskovne forme
2. osvjetljavanje tiskovne forme
3. obojavanje tiskovne forme tonerom
4. prenošenje tonera na tiskovnu podlogu
5. fiksiranje tonera na tiskovnoj podlozi
6. čišćenje tiskovne forme od ostataka tonera.

Osnovna zadaća procesa razvijanja je učiniti virtualnu tiskovnu formu vidljivom. Pritom se koriste specijalni obojeni materijali (toneri), koji su prilagođeni za prenašanje na tiskovnu podlogu.[24]



Slika 40. Uređaji korišteni za otiskivanje mikrotiska (slika lijevo - HP LaserJet 2420dn; slika desno - Samsung CLP-610ND)

(<http://h20195.www2.hp.com/V2/GetPDF.aspx/5982-7321EEE.pdf>)

Nakon što su se zadani uzorci mikrotiska otisnuli na inkjetu i elektrofotografiji, u prostoriju je dovedeno dvadeset ispitanika. Ispitanici su pod dnevnim svjetlom i uz pomoć lupe ispitivali donju granicu čitljivosti mikrotiska.

Donja granica čitljivosti se ispitivala na slijedećim uzorcima mikrotiska:

- veličina fonta (0.2 pt, 0.5 pt, 0.7 pt, 1 pt, 2 pt, 3 pt)
- tipografija (Arial, Impact, Comic Sans MS)
- boje (CMYK)
- jednotonske i višetonske slike (dimenzije: 3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm).

Elementi koji su se ispitivali na danim uzorcima mikrotiska su:

- donja granica čitljivosti
- brzina čitanja
- kvaliteta otiska.

4. REZULTATI I ISTRAŽIVANJA

Tablica 1. Broj ispitanika koji su uspjeli pročitati tekst InkJet tiska različitih veličina fonta u različitim tipografskim oblicima.

InkJet tisak	Veličina fonta (pt)					
	0.2	0.5	0.7	1	2	3
ARIAL crna	0	0	0	2	20	20
IMPACT crna	0	0	0	0	20	20
COMIC SANS MS crna	0	0	0	0	20	20

Tablica 1. prikazuje rezultate istraživanja koliko je ispitanika uspjelo pročitati tekst različitih veličina fonta (0.2 pt, 0.5 pt, 0.7 pt, 1 pt, 2 pt, 3 pt) u različitim tipografskim oblicima (Arial, Impact, Comic Sans MS) otiskani InkJet tehnikom tiska.

Rezultati pokazuju da niti jedan od ispitanika nije uspio pročitati tekst na veličinama fonta od 0.2, 0.5, 0.7 pt, dok na veličini fonta od 1 pt dva su ispitanika uspjela pročitati tekst napisan tipografskim oblikom Arial. Na veličini fonta 2 pt i 3 pt svi ispitanici su uspjeli pročitati tekst u svim tipografskim oblicima.

Tablica 2. Broj ispitanika koji su pročitani tekst InkJet tiska različitih veličina fonta u različitim tipografskim oblicima ocijenili sa niskom kvalitetom otiska.

InkJet tisak	Kvaliteta otiska -Niska					
	0.2	0.5	0.7	1	2	3
ARIAL crna	0	0	0	4	10	1
IMPACT crna	0	0	0	0	19	0
COMIC SANS MS crna	0	0	0	0	14	0

Tablica 2. prikazuje rezultate istraživanja koliko je ispitanika pročitani tekst, različitih veličina fonta (0.2 pt, 0.5 pt, 0.7 pt, 1 pt, 2 pt, 3 pt) u različitim tipografskim oblicima (Arial, Impact, Comic Sans MS) otiskan InkJet tehnikom tiska, ocijenilo sa niskom kvalitetom otiska.

Rezultati pokazuju da su 4/4 ispitanika pročitani tekst na veličini fonta od 1 pt napisan tipografskim oblikom Arial ocijenili sa niskom kvalitetom otiska. Dalje

rezultati pokazuju da je 10/20 ispitanika pročitani tekst na veličini fonta od 2 pt napisan tipografskim oblikom Arial ocijenilo sa niskom kvalitetom otiska. Zatim, rezultati pokazuju da su 19/20 ispitanika pročitani tekst na veličina fonta od 2 pt napisani tipografskim oblikom Arial ocijenilo sa niskom kvalitetom otiska. Nakon toga, rezultat govori da je 14/20 ispitanika pročitani tekst na veličini fonta od 2 pt napisani tipografskim oblikom Comic Sans MS ocijenilo, također niskom kvalitetom otiska. Na dalje, za veličinu fonta od 3 pt, čak je 1/20 ispitanika pročitani tekst tipografskog oblika Arial ocijenio sa niskom kvalitetom otiska, dok kod ostalih tipografskih oblika (Impact, Comic Sans MS) nije niti jedan ispitanik pročitani tekst ocijenio sa niskom kvalitetom otiska.

Tablica 3. Broj ispitanika koji su pročitani tekst InkJet tiska različitih veličina fonta u različitim tipografskim oblicima ocijenili sa visokom kvalitetom otiska.

InkJet tisak	Kvaliteta otiska -Visoka					
	0.2	0.5	0.7	1	2	3
ARIAL crna	0	0	0	1	10	19
IMPACT crna	0	0	0	0	1	20
COMIC SANS MS crna	0	0	0	0	6	20

Tablica 3. prikazuje rezultate istraživanja koliko je ispitanika pročitani tekst, različitih veličina fonta (0.2 pt, 0.5 pt, 0.7 pt, 1 pt, 2 pt, 3 pt) u različitim tipografskim oblicima (Arial, Impact, Comic Sans MS) otiskan InkJet tehnikom tiska, ocijenilo sa visokom kvalitetom otiska.

Rezultati pokazuju da je 10/20 ispitanika pročitani tekst na veličini fonta od 2 pt napisan tipografskim oblikom Arial ocijenilo sa visokom kvalitetom otiska. Zatim, rezultati pokazuju da je samo 1/20 ispitanika pročitani tekst na veličina fonta od 2 pt napisani tipografskim oblikom Arial ocijenio sa visokom kvalitetom otiska. Nakon toga, rezultat govori da je 6/20 ispitanika pročitani tekst na veličini fonta od 2 pt napisani tipografskim oblikom Comic Sans MS ocijenili, također visokom kvalitetom otiska. Na dalje, za veličinu fonta od 1 pt, je 19/20 ispitanika pročitani tekst tipografskog oblika Arial ocijenilo sa visokom kvalitetom otiska, dok kod ostalih tipografskih oblika (Impact, Comic Sans MS) je čak 20/20 ispitanika pročitani tekst ocijenilo sa visokom kvalitetom otiska.

Tablica 4. Broj ispitanika u kojem su prosječnom vremenu pročitali tekst InkJet tiska različitih veličina fonta u tipografskom obliku Arial.

<i>InkJet</i>	<i>Veličina fonta (pt)</i>		
<i>Arial crni</i>	1	2	3
	20	20	10
	23	21	10
		12	12
		22	17
		12	10
		12	9
		22	11
		20	10
		12	12
		12	12
		15	12
		12	11
		15	9
		18	10
		23	13
		20	14
		21	16
		12	17
		15	15
		20	12
<i>Prosječno vrijeme čitanja (s)</i>	21.5	16.8	12.1

Tablica 4. prikazuje rezultate istraživanja u kojem su prosječnom vremenu ispitanici pročitali tekst, veličine fonta 1 pt, 2 pt i 3 pt u tipografskom obliku Arial otiskan InkJet tehnikom tiska.

Rezultati pokazuju da je kod veličine fonta od 1 pt u tipografskom obliku Arial prosječno vrijeme čitanja 21.5 s. Međutim, kod veličine fonta od 2 pt u tipografskom obliku Arial prosječno vrijeme čitanja je 16.8 s, dok je kod veličine fonta od 3 pt prosječno vrijeme čitanja 12.1 s.

Tablica 5. Broj ispitanika u kojem su prosječnom vremenu pročitali tekst InkJet tiska različitih veličina fonta u tipografskom obliku Impact.

<i>InkJet</i>	<i>Veličina fonta (pt)</i>	
<i>IMPACT crna</i>	2	3
	20	10
	18	11
	19	12
	20	10
	17	12
	12	13
	15	9
	20	9
	17	11
	18	13
	20	9
	18	10
	16	12
	20	9
	21	10
	20	13
	18	12
	16	11
	17	13
	19	10
<i>Prosječno vrijeme čitanja (s)</i>	18.05	10.95

Tablica 5. prikazuje rezultate istraživanja u kojem su prosječnom vremenu ispitanici pročitali tekst, veličine fonta 2 pt i 3 pt u tipografskom obliku Impact otiskan InkJet tehnikom tiska.

Rezultati pokazuju da je kod veličine fonta od 2 pt u tipografskom obliku Impact prosječno vrijeme čitanja 18.05 s, dok je kod veličine fonta od 3 pt prosječno vrijeme čitanja 10.95 s.

Tablica 6. Broj ispitanika u kojem su prosječnom vremenu pročitali tekst InkJet tiska različitih veličina fonta u tipografskom obliku Comic Sans MS.

<i>InkJet</i>	<i>Veličina fonta (pt)</i>	
<i>COMIC SANS MS crna</i>	2	3
	19	9
	19	10
	18	9
	17	8
	17	10
	16	12
	17	8
	18	8
	19	10
	10	8
	15	10
	15	10
	16	10
	20	9
	20	11
	15	12
	17	9
	16	8
	17	10
	20	12
<i>Prosječno vrijeme čitanja (s)</i>	17.05	9.65

Tablica 6. prikazuje rezultate istraživanja u kojem su prosječnom vremenu ispitanici pročitali tekst, veličine fonta 2 pt i 3pt u različitim tipografskom obliku Comic Sans MS otiskan InkJet tehnikom tiska.

Rezultati pokazuju da je kod veličine fonta od 2 pt u tipografskom obliku Comic Sans MS prosječno vrijeme čitanja 17.05 s, dok je kod veličine fonta od 3 pt prosječno vrijeme čitanja 9.65 s.

Tablica 7. Broj ispitanika koji su uspjeli pročitati tekst tiskan elektrografijom različitih veličina fonta u CMYK bojama.

Elektrofotografija	Veličina fonta (pt)					
<i>Boja fonta (Arial)</i>	<i>0.2</i>	<i>0.5</i>	<i>0.7</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Magenta	0	0	0	2	20	20
Cyan	0	0	0	2	20	20
Žuta	0	0	0	0	0	18
Crna	0	0	0	0	20	20

Tablica 7. prikazuje rezultate istraživanja koliko je ispitanika uspjelo pročitati tekst različitih veličina fonta (0.2 pt, 0.5 pt, 0.7 pt, 1 pt, 2 pt, 3 pt) u CMYK bojama otiskanih elektrografijom.

Rezultati pokazuju da niti jedan od ispitanika nije uspio pročitati tekst na veličinama fonta od 0.2, 0.5, 0.7 pt, dok na veličini fonta od 1 pt četiri ispitanika su uspjela pročitati tekst otiskan u magenti i cyanu. Na veličini fonta od 2 pt ispitanici su uspjeli pročitati sve boje osim žute, dok su kod veličine fonta od 3 pt svi ispitanici uspjeli pročitati tekst u svim bojama.

Tablica 8. Broj ispitanika koji su pročitani tekst tiskan elektrografijom različitih veličina fonta u CMYK bojama ocijenili sa niskom kvalitetom otiska.

Elektrofotografija	Kvaliteta otiska -Niska					
<i>Boja fonta (Arial)</i>	<i>0.2</i>	<i>0.5</i>	<i>0.7</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Magenta	0	0	0	2	10	7
Cyan	0	0	0	2	10	4
Žuta	0	0	0	0	0	16
Crna	0	0	0	0	12	6

Tablica 8. prikazuje rezultate istraživanja koliko je ispitanika pročitani tekst, različitih veličina fonta (0.2 pt, 0.5 pt, 0.7 pt, 1 pt, 2 pt, 3 pt) u CMYK bojama tiskanih elektrografijom, ocijenilo sa niskom kvalitetom otiska.

Rezultati pokazuju da su 2/2 ispitanika pročitani tekst na veličini fonta od 1 pt tiskan bojom magente ocijenili sa niskom kvalitetom otiska. Dalje rezultati pokazuju da je 2/2 ispitanika pročitani tekst na veličini fonta od 1 pt tiskan bojom cyana ocijenili sa niskom kvalitetom otiska. Zatim, rezultati pokazuju da su

10/20 ispitanika pročitani tekst na veličina fonta od 2 pt otiskan bojama magente i cyana ocijenili sa niskom kvalitetom otiska. Nakon toga, rezultat govori da je 12/20 ispitanika pročitani tekst na veličini fonta od 2 pt otiskan crnom bojom ocijenili niskom kvalitetom otiska. Na dalje, za veličinu fonta od 3 pt, čak je 7/20 ispitanika pročitani tekst tiskan magentom ocijenio sa niskom kvalitetom otiska, dok je kod teksta tiskanog cyanom 4/20 ispitanika tekst ocijenilo sa niskom kvalitetom otiska. Zatim, u rezultatima se vidi da je 16/20 ispitanika pročitani tekst tiskan žutom bojom na veličini fonta od 3 pt ocijenilo niskom kvalitetom, a crnom bojom 6/20 ispitanika.

Tablica 9. Broj ispitanika koji su pročitani tekst tiskanog elektrografijom različitih veličina fonta u CMYK bojama ocijenili sa visokom kvalitetom otiska.

Elektrografija	Kvaliteta otiska -Visoka					
Boja fonta (Arial)	0.2	0.5	0.7	1	2	3
Magenta	0	0	0	0	10	13
Cyan	0	0	0	0	10	16
Žuta	0	0	0	0	0	4
Crna	0	0	0	0	8	14

Tablica 9. prikazuje rezultate istraživanja koliko je ispitanika pročitani tekst, različitih veličina fonta (0.2 pt, 0.5 pt, 0.7 pt, 1 pt, 2 pt, 3 pt) u CMYK bojama tiskanih elektrografijom, ocijenilo sa visokom kvalitetom otiska.

Rezultati pokazuju da su 10/20 ispitanika pročitani tekst na veličina fonta od 2 pt otiskan bojama magente i cyana ocijenili sa visokom kvalitetom otiska. Zatim, rezultat govori da je 8/20 ispitanika pročitani tekst na veličini fonta od 2 pt otiskan crnom bojom ocijenili visokom kvalitetom otiska. Na dalje, za veličinu fonta od 3 pt 13/20 ispitanika je pročitani tekst tiskan magentom ocijenio sa visokom kvalitetom otiska, dok je kod teksta tiskanog cyanom 16/20 ispitanika tekst ocijenilo sa niskom kvalitetom otiska. Zatim, u rezultatima se vidi da je 4/20 ispitanika pročitani tekst tiskan žutom bojom na veličini fonta od 3 pt ocijenilo niskom kvalitetom, a crnom bojom 14/20 ispitanika.

Tablica 10. Broj ispitanika u kojem su prosječnom vremenu pročitali tekst tiskan elektrofotografijom različitih veličina fonta tiskanog bojom magente.

<i>Elektrofotografija</i>	<i>Arial Magenta</i>		
<i>Veličina fonta (pt)</i>	1	2	3
	32	10	8
	30	16	8
		19	13
		16	10
		15	8
		16	8
		19	12
		11	8
		11	8
		18	12
		15	16
		11	10
		15	15
		18	13
		16	15
		15	8
		16	8
		15	12
		18	10
		17	11
<i>Prosječno vrijeme čitanja (s)</i>	31	15.35	10.65

Tablica 10. prikazuje rezultate istraživanja u kojem su prosječnom vremenu ispitanici pročitali tekst, veličina fonta 1 pt, 2 pt i 3pt tiskan bojom magente na elektrofotografiji.

Rezultati pokazuju da je kod veličine fonta od 1 pt tiskanog bojom magente prosječno vrijeme čitanja 31 s. Kod veličine fonta od 2 pt tiskanog bojom magente prosječno vrijeme čitanja je 9.65 s, dok je kod veličine fonta od 3 pt prosječno vrijeme čitanja 10.65 s.

Tablica 11. Broj ispitanika u kojem su prosječnom vremenu pročitali tekst tiskan elektrofotografijom različitih veličina fonta tiskanog bojom cyana.

<i>Elektrofotografija</i>	<i>Arial Cyan</i>		
<i>Veličina fonta (pt)</i>	1	2	3
	30	10	8
	30	10	8
		20	15
		13	10
		12	8
		10	8
		18	12
		12	9
		17	16
		17	10
		15	10
		12	13
		13	14
		19	13
		10	8
		12	15
		15	9
		16	9
		14	13
		19	14
<i>Prosječno vrijeme čitanja (s)</i>	30	14.2	11.1

Tablica 11. prikazuje rezultate istraživanja u kojem su prosječnom vremenu ispitanici pročitali tekst, veličina fonta 1 pt, 2 pt i 3 pt tiskan bojom cyana na elektrofotografiji.

Rezultati pokazuju da je kod veličine fonta od 1 pt tiskanog bojom cyana prosječno vrijeme čitanja 30 s. Kod veličine fonta od 2 pt tiskanog bojom cyana prosječno vrijeme čitanja je 14.2 s, dok je kod veličine fonta od 3 pt prosječno vrijeme čitanja 11.1 s.

Tablica 12. Broj ispitanika u kojem su prosječnom vremenu pročitali tekst tiskan elektrofotografijom različitih veličina fonta tiskanog žutom bojom.

<i>Elektrofotografija</i>	<i>Arial Žuta</i>
<i>Veličina fonta (pt)</i>	3
	17
	16
	17
	18
	19
	17
	16
	13
	16
	15
	17
	18
	19
	15
	15
	16
	12
	16
<i>Prosječno vrijeme čitanja (s)</i>	16.222

Tablica 12. prikazuje rezultate istraživanja u kojem su prosječnom vremenu ispitanici pročitali tekst, veličine fonta od 3 pt tiskan žutom bojom na elektrofotografiji.

Rezultati pokazuju da je kod jedine veličine fonta, koju su ispitanici uspjeli pročitati, od 3 pt tiskanog žutom bojom prosječno vrijeme čitanja 16.22 s.

Tablica 13. Broj ispitanika u kojem su prosječnom vremenu pročitali tekst tiskan elektrofotografijom različitih veličina fonta tiskanog crnom bojom.

<i>Elektorfotografija</i>	<i>Arial Crna</i>	
<i>Veličina fonta (pt)</i>	2	3
	11	9
	17	9
	17	13
	16	10
	15	8
	10	12
	11	7
	10	7
	12	11
	16	8
	10	8
	18	11
	16	14
	10	15
	15	14
	14	12
	17	13
	13	9
	15	8
	10	10
<i>Prosječno vrijeme čitanja (s)</i>	13.65	10.4

Tablica 13. prikazuje rezultate istraživanja u kojem su prosječnom vremenu ispitanici pročitali tekst, veličine fonta 2 pt i 3 pt tiskan crnom bojom na elektrofotografiji.

Rezultati pokazuju da je kod veličine fonta od 2 pt tiskanog bojom cyana prosječno vrijeme čitanja 13.65 s dok je kod veličine fonta od 3 pt tiskanog crnom bojom prosječno vrijeme čitanja 10.4 s.

Tablica 14. Broj ispitanika koji su uspješno prepoznali višetonske i jednotonske slike tiskane elektrofotografijom različitih dimenzija (3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm).

Elektrofotografija	Višetonska slika 300dpi	Jednotonska slika 300dpi
3x3 mm	4	4
4x4 mm	4	4
5x5 mm	16	16

Tablica 14. prikazuje rezultate istraživanja koliko je ispitanika prepoznalo višetonske i jednotonske slike različitih dimenzija (3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm) tiskanih elektrofotografijom.

Rezultati pokazuju da je 4/20 ispitanika prepoznalo višetonske i jednotonske slike dimenzija 3x3 mm i 4x4 mm. Dimenzije 5x5 mm višetonskih i jednotonskih slika prepoznalo je 16/20 ispitanika.

Tablica 15. Broj ispitanika koji su prepoznate višetonske slike tiskane elektrofotografijom različitih dimenzija (3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm) ocijenili visokom ili niskom kvalitetom.

Elektrofotografija	Višetonska slika 300dpi	
	Niska Kvaliteta	Visoka kvaliteta
3x3 mm	4	0
4x4 mm	4	0
5x5 mm	10	6

Tablica 15. prikazuje rezultate istraživanja koliko je ispitanika prepoznatih višetonskih slika različitih dimenzija (3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm) tiskanih elektrofotografijom ocijenilo visokom ili niskom kvalitetom.

Rezultati pokazuju da je 4/4 ispitanika višetonske slike dimenzija 3x3 mm i 4x4 mm ocijenilo niskom kvalitetom, dok je višetonsku sliku dimenzija 5x5 mm ocijenilo 10/20 ispitanika niskom kvalitetom, a 6/10 ispitanika visokom kvalitetom.

Tablica 16. Broj ispitanika koji su prepoznate jednotonske slike tiskane elektrofotografijom različitih dimenzija (3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm) ocijenili visokom ili niskom kvalitetom.

Elektrofotografija	Jednotonska slika 300dpi	
	Niska Kvaliteta	Visoka kvaliteta
3x3 mm	4	0
4x4 mm	4	0
5x5 mm	10	6

Tablica 16. prikazuje rezultate istraživanja koliko je ispitanika prepoznatih jednotonskih slika različitih dimenzija (3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm) tiskanih elektrofotografijom ocijenilo visokom ili niskom kvalitetom.

Rezultati pokazuju da je 4/4 ispitanika jednotonske slike dimenzija 3x3 mm i 4x4 mm ocijenilo niskom kvalitetom, dok je višetonsku sliku dimenzija 5x5 mm ocijenilo 10/20 ispitanika niskom kvalitetom, a 6/10 ispitanika visokom kvalitetom.

Tablica 17. Broj ispitanika u kojem su prosječnom vremenu prepoznali višetonske slike tiskane elektrofotografijom različitih dimenzija.

Višetonska slika 300dpi	3x3 mm	3x4 mm	4x4 mm
	60	54	35
	90	74	36
	87	65	42
	64	73	24
			28
			36
			27
			26
			29
			40
			32
			41
			36
			26
			28
			24
Prosječno vrijeme prepoznavanja (s)	75.25	66.5	31.875

Tablica 17. prikazuje rezultate istraživanja u kojem su prosječnom vremenu ispitanici prepoznali višetonske slike različitih dimenzija (3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm) tiskane na elektrofotografiji.

Rezultati pokazuju da je kod višetonske slike dimenzija 3x3 mm prosječno vrijeme prepoznavanja 75.25 s. Prosječno vrijeme prepoznavanja višetonske slike dimenzija 4x4 mm je 66.5 s, dok je kod dimenzija 5x5 mm prosječno vrijeme prepoznavanja 31.875 s.

Tablica 18. Broj ispitanika u kojem su prosječnom vremenu prepoznali višetonske slike tiskane elektrofotografijom različitih dimenzija.

Jednotonska slika 300dpi	3x3 mm	3x4 mm	4x4 mm
	64	65	35
	89	54	36
	89	73	42
	60	55	24
			28
			36
			27
			26
			29
			40
			32
			41
			36
			26
			28
			24
Prosječno vrijeme prepoznavanja (sec)	75.5	61.75	31.875

Tablica 18. prikazuje rezultate istraživanja u kojem su prosječnom vremenu ispitanici prepoznali jednotonske slike različitih dimenzija (3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm) tiskane na elektrofotografiji.

Rezultati pokazuju da je kod jednotonske slike dimenzija 3x3 mm prosječno vrijeme prepoznavanja 75.5 s. Prosječno vrijeme prepoznavanja jednotonske

slike dimenzija 4x4 mm je 61.75 s, dok je kod dimenzija 5x5 mm prosječno vrijeme prepoznavanja 31.875 s.

Kao što je spomenuto u radu, eksperimentalni rad se temeljio na više uzoraka: različitim veličinama fonta (0.2 pt, 0.5 pt, 0.7 pt, 1 pt, 2 pt, 3 pt), različitom tipografskom obliku (Arial, Impact, Comic Sans MS), CMYK bojama i višetonskim i jednotonskim slikama (dimenzije: 3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm, rezolucija od 300 dpi). Pomoću navedenih uzoraka ispitivala se donja granica čitljivosti, kvaliteta otiska, te brzina čitanja teksta i prepoznavanja slika.

Tipografski oblici Arial, Impact, Comic Sans MS

Rezultati su pokazali da ni jedan ispitanik nije uspio pročitati veličine fonta od 0.2 pt, 0.3 pt i 0.7 pt kod tipografskih oblika Arial, Impact, Comic Sans MS. Veličinu fonta od 1 pt u tipografskom obliku Arial je uspjelo pročitati tek dvoje ispitanika koji su zadani tekst ocijenili niskom kvalitetom otiska, uz prosječnu brzinu čitanja od 18.5 s. Optimalna čitljivost kod sva tri tipografska oblika je veličina fonta od 2 pt. Ovu veličinu fonta je većina ispitanika opisala kao nisku kvalitetu otiska, uz prosječnu brzinu čitanja od 16.8 s. Veličinu fonta od 3 pt većina ispitanika je opisalo kao visoku kvalitetu otiska, uz prosječnu brzinu čitanja od 12.1. s.

CMYK boje u tipografskom obliku Arial

Rezultati pokazuju da niti jedan ispitanik nije uspio pročitati veličine fonta od 0.2 pt, 0.3 pt, 0.5 pt i 0.7 pt kod tipografskog oblika Arial reproduciranog u CMYK bojama. Veličinu fonta od 1 pt u bojama cyana i magente je uspjelo pročitati tek dva ispitanika koji su zadani tekst ocijenili niskom kvalitetom otiska, uz prosječnu brzinu čitanja od 31 s. Optimalna čitljivost kod cyana, magente i žute boje je veličina fonta od 2 pt. Kod ove veličine fonta su ispitanici bili podijeljeni, 50% ju je ocijenilo sa niskom kvalitetom otiska i 50% sa visokom, uz prosječnu brzinu čitanja od 15.35 s za magentu, 14.2 s za cyan, te 13.65 s za crnu boju. Optimalna čitljivost žute boje je veličina fonta od 3 pt, koja je ocijenjena sa niskom kvalitetom otiska, iz prosječnu brzinu čitanja od 16.22 s. Kao razlog za

dobivene rezultate smatra se sam kontrast boje – magenta, cyan i crna boja su tamne i čitljive, dok je žuta jako svijetla i nečitljiva.

Jednotonske i višetonske slike

Kod jednotonskih i višetonskih slika, rezolucije 300 dpi i dimenzija: 3x3 mm, 4x4 mm, 5x5 mm, rezultati pokazuju da je optimalno prepoznavanje slika na slikama dimenzije 5x5 mm. Ove dimenzije jednotonske i višetonske slike su ocijenjene niskom kvalitetom otiska, uz prosječnu brzinu čitanja od 31.857 s.

5. ZAKLJUČCI

Mikrotisak se koristi kao sigurnosni element za tisak pozadine, zaštitni tisak, te za zaštitne niti. Osnovne metode reprodukcije često ne omogućuju detaljan mikrotisak. Stoga se na krivotvorenim ispravama često pojavljuje nečitak mikrotisak. Međutim, korištenjem naprednih tehnika reprodukcije moguće je reproducirati mikrotisak visokog standarda. Uporabom mikrotiska moguće je dizajnirati linije koje će se ponavljati na sigurno zaštićenom dokumentu, a da ih običan korisnik neće prepoznati kao tekst koji je otisnut nekom od zaštitnih boja i svojom veličinom odlično štiti dokument od fotokopiranja u boji. Pomoću raznih povećala moguće je vidjeti sitan tekst na nekim dijelovima novčanica.

U istraživanjima se može zaključiti da je donja granica čitljivosti mikrotiska u tehnikama digitalnog tiska (inkjet i elektrofotografija) 2 pt s niskom kvalitetom otiska, dok je donja granica „čitljivosti“ jednotonskih i višetonskih fotografija 5x5 mm, također s niskom kvalitetom otiska. Uzorci na kojima se s ispitivanjima došlo do donje granice čitljivosti mikrotiska su: različiti tipografski oblici (Arial, Impact, Comic Sans MS); cyan, magenta i crna boja; te jednotonske i višetonske fotografije rezolucije 300 dpi. Naime, kod žute boje je donja granica čitljivosti 3 pt. Kao razlog tome smatra se sam kontrast boja: cyan, magenta i crna su tamnije i čitljive, dok je žuta jako svijetla i nečitljiva. Usporedbom inkjet ispisa i elektrofotografije može se zaključiti da elektrofotografija daje kvalitetnije ispise.

Razvoj digitalnog tiska kao i ostalih tehnika i tehnologija koje se danas upotrebljavaju za izradbu novca zahtijevaju različita znanja i vještine. Zaštićeni proizvodi su se dugo vremena otiskivali samo konvencionalnim tehnikama tiska najviše zbog sigurnosti, no rapidni razvoj digitalnih tehnika tiska polagano zamjenjuje klasične tehnike. Digitalni tisak je najčešće korištena tehnika tiska za izradu krivotvorina, te se na osnovu toga napravilo istraživanje kako bi se saznalo koliko krivotvoritelji mogu uspješno krivotvoriti mikrotisak koji je sastavni oblik većine zaštitnih proizvoda.

6. LITERATURA

1. *** <http://bs.wikipedia.org/wiki/Falsificiranje>, 4.5.2015.
2. *** <http://www.dziv.hr/hr/provedba-prava/krivotvorenje-i-piratstvo/>, 4.5.2015.
3. *** <http://www.matica.hr/hr/331/KRIVOTVORENI%20NOVAC/>, 7.5.2015.
- 4.***<http://www.tiskarstvo.net/tiskarstvo2010/clanciWeb/PoldrugacNikolinaKrivotvoreneGrafike/PoldrugacNikolina.html>, 7.5.2015.
- 5.*** <http://www.stop-krivotvorinama-i-piratstvu.hr/hr/krivotvorenje-i-piratstvo/pogodene-skupine/potrosaci/index.html>, 10.5.1015.
6. Branković, D. (2012.): Vještačenje rukopisa u tekstu, potpisima i bojama, Grafička grafoskopsa oblast, Banja Luka
7. *** <http://www.hnb.hr/novcan/krivotvorine/1000kunaserijsae/h-letak-1000kuna-serije-ae.pdf>, 7.5.2015.
8. Žiljak, V. (1994.): Kuna – papirnati novac Republike Hrvatske, FS Zagreb
9. Poldrugač, P., Koren, A., Stanimirović Žiljak, I., Koren, T. (2010): Informacije na vrijednosnicama i njihova zaštita, znanstveni rad
10. Črnjak, Đ. 8(1996)1: Zaštita informacija na dokumentima, (Acta Graphica, 1-18), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, Zagreb
11. Zjakić, I. Predavanja iz kolegija Poslovni i zaštitni tisak
12. Đ. Čirjak, Đ. 10(1998)3: OVD – optički promjenjiva zaštita dokumenata, (Acta Graphica. 105-115), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, Zagreb
13. *** <http://hr.wikipedia.org/wiki/Fluorescencija>, 23.5.2015.
14. *** <http://hr.wikipedia.org/wiki/Fosforescencija>, 23.5.2015.
15. van Renesse, R.L. (2005.): Optical Document Security (Third Edition), ARTECH HOUSE, Boston/London
- 16.<http://materijali.grf.unizg.hr/media/duboki%20sito%20%5BCompatibility%20Mode%5D.pdf>. 20.5.2015
17. *** <http://www.sigra.hr/index.php/offset-tisak>, 2.6.2015.
18. *** <http://prado.consilium.europa.eu/HR/glossaryPopup.html>, 7.6.2015.
19. *** <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=27845>, 4.6.2015.
20. *** <http://www.fed.hr/tehnicke-karakteristike/>, 4.6.2015.
21. Bakota, N. (2012): *Utjecaj rasterskih elemenata u zaštiti od krivotvorenja*, diplomski rad, Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

22. Žiljak, V., Barišić, M., Žiljak Vujić, J. 2(2011.): Tipografija novčanica s posebnim osvrtom na Hrvatsku tijekom 20. stoljeća, Libellarium, 105 – 119, znanstveni rad
23. *** http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/4.predavanje%20-%20OSNOVE%20O%20BOJI%202.dio.pdf, 3.6.2015.
24. *** http://materijali.grf.unizg.hr/media/TB_toneri.pdf, 6.6.2015.
25. Mesaroš, F. (1985.): Tipografski priručnik, Grafički obrazovni centar, Zagreb