

# Razvoj sigurnosnog tiska vrijednosnica u Hrvatskoj

Prof. dr. sc. **Klaudio Pap**, redoviti član HATZ-a,  
Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, [klaudio.pap@gmail.com](mailto:klaudio.pap@gmail.com)

Prof. dr. sc. **Darko Agić**, član emeritus HATZ-a,  
Odjel grafičkog inženjerstva, [darkoagic@yahoo.com](mailto:darkoagic@yahoo.com)

Izv. prof. dr. sc. **Jana Žiljak Gršić**,  
Tehničko veleučilište u Zagrebu, [janaziljakgrsic@gail.com](mailto:janaziljakgrsic@gail.com)

Dr. sc. **Damir Modrić**,  
Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, [damir.modric@grf.hr](mailto:damir.modric@grf.hr)

Prof. dr. sc. **Vilko Žiljak**, član emeritus HATZ-a,  
Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, [vilko@ziljak.hr](mailto:vilko@ziljak.hr)

**Sažetak:** Sigurnosni tisak je najzahtjevnija grana grafičke tehnologije jer se spajaju skoro sva znanja iz tog područja i to uвijek u koraku s razvojem najnovijih tehnoloških spoznaja s tendencijom biti uвijek ispred krivotvoritelja i njihovih mogućnosti. Povijesni razvoj te grane grafičke tehnologije u Hrvatskoj je usko vezan razvojem i mogućnostima tiskarstva na našim područjima. Razvoj sigurnosnog tiska vrijednosnica u Hrvatskoj doživio je pravi procvat u devedesetim godinama kada su se sve vrijednosnice uključujući InfrareDesign dolazi do novih pomaka u razvoju sigurnosnog tiska..

**Ključne riječi:** Hrvatska, sigurnosni tisak, vrijednosnice, InfrareDesign

## 1. Uvod

Sigurnosni tisak je najzahtjevnija grana grafičke tehnologije jer se spajaju skoro sva znanja iz tog područja i to uвijek u koraku s razvojem najnovijih tehnoloških spoznaja s tendencijom biti uвijek ispred krivotvoritelja i njihovih mogućnosti. Povijesni razvoj te grane grafičke tehnologije u Hrvatskoj je usko vezan razvojem i mogućnostima tiskarstva na našim područjima.

U 17. stoljeću nakon mira s Turcima (1606.g.), iako dolazi do slobodarskog pokreta što se očituje na primjer u vidu osnivanja isusovačke gimnazije (1607.g.), nije bilo tiskare u hrvatskom kraljevstvu. Svi autori su svoja dijela slali na tisak u Veneciju, Beč, Graz ili Ljubljani. To je bio dosta dugačak period tiskarske ovisnosti. Isusovci su 1663. godine kupili tiskaru od isusovačkog kolegija u Ljubljani i prenjeli je u Zagreb i tada Zagreb dobiva svoju prvu tiskaru. Godine 1669. nastaje i razvija se Sveučilište u Zagrebu. Tiskara je slabo poslovala i praktički se ugasio, a nju su 1694. godine isusovci ustupili odlukom Hrvatskog sabora na upravljanje Pavlu Ritteru Godine 1695. tiskara je radila kao zemaljska ili kraljevska tiskara [1].

Povijesne su vrijednosnice od 18. stoljeća do 20. stoljeća većinom otisnute tehnikom knjigotiska. Grafička priprema se izvodila ručno od pojedinačnih grafičkih elemenata i znakova. Nesavršenost ručnog slaganja se vidjela u pokušaju spajanja uglova različitih vinjeta i linija pri čemu nastaju vidljivi razmaci. S druge strane prilikom samog tiska knjigotiskom dolazi do efekata slučajnih zadebljanja na krajevima tipografskih znakova zbog neravnomernog istiskivanja veće količine boje.

Nakon 2. svjetskog rada dolazi do masovnog korištenja offsetne tehnologije. Ne samo da je dosegnuta kvaliteta knjigotiska nego se usporedo podignula brzina otiskivanja što je bilo bitno za tisk novčanica. U procesu izrade novčanica uvijek se pokušavalo koristiti što više tiskarskih tehnologija s različitim vrstama bojila što je otežavalo mogućnost krivotvorena. Tako se i nakon pojave offseta koristio s njim u kombinaciji i knjigotisk za na primjer tisk serijskih brojeva na vrijednosnicama.

Krajem 19. stoljeća i prvoj polovici 20. stoljeća vrijednosnice su zadržavale slične zaštitne elemente kao što su na primjer linije preko kojih se rukom ispisivala neka informacija (datum rođenja, nominalne vrijednosti i slično). Takav način se koristio na skoro svim vrijednosnicama od krsnog lista, domovnice, različitih svjedodžbi i isprava. U pojedinim oblicima rijetko postoji i danas kada se očekuje na primjer naš potpis na poledini kreditne kartice. Isto vrijedi i za korištenje okvira u obliku pletera i različitih frizeva i rozeta. Takva pleterna ornamentika se zna tiskati s jednom bojom ili s dvije boje (jedna za okvir druga za podlogu). Narančno tu je i korištenje neizostavnog grba iz različitih stadija razvoja hrvatske države.

Imperativ razvoja tiskarske tehnologije je dugo bio novinski tisk. Visoke naklade su poticale na inovacije u integraciji tiskarskih područja pripreme sloga i ilustracija, tisk, rezanje, uvez koje dolazi u softverskoj integraciji pod nazivom "3P" (pre-press, press, postpres).

## 2. Era novog vala hrvatskog sigurnosnog tiska

Pojavom računalne grafike sve se je promijenilo iz korijena. Više nije bilo ograničenja u grafičkoj pripremi kao u doba ručnog sloga. Pojavila su se nova jedinstvena rješenja u dizajnu dokumenata koji imaju vrijednosna svojstva. Na primjeru naše KUNE upotrijebili su se svi poznati novi i stari postupci izrade novčanica, ali iznutra, s vektorskom, računalnom grafikom.

Novčanice kuna prve serije tiskane su u njemačkoj tiskari Giesecke & Devrient (G&D) u Münchenu. Druga serija se tiska u dvije tiskare. Novčanice nižih nominalnih vrijednosti (5, 10 i 20 kuna) tiskaju se u tiskari G&D, dok se novčanice viših nominalnih vrijednosti (50, 100 i 200) tiskaju u austrijskoj tiskari Oesterreichische Banknoten und Sicherheitsdruck GmbH (OeBS), u Beču.

Originalni filmovi za novčanice iz kojih se radi tiskarska forma su djelo hrvatskih ljudi na čelu s Vilkom Žiljakom. Uvelo se nešto novo u sustav zaštite – računalnu grafiku kao neponovljiv matematički stohastički algoritam. Spojila se konvencionalna grafička umjetnost s umjetnosti koja je nastala s računalnom grafikom sedamdesetih godina. Bila je to radikalna inovacija, stvaranje novih ideja u sustavu sigurnosnog tiska, spoj konvencionalne i računalne grafike. To je donijelo iznenadnje koje je veliki njemački koncern G&D prihvatio za tisk novčanica. Te su novčanice izvedene na potpuno nov način. Proces izrade originalnih filmova bio je razdvojen po elementima na novčanici. Tako se moglo brzo intervenirati, promjeniti, doraditi.

Na tim novčanicama se također primjenila potpuno nova inovativna metoda rastiranja razvijena u hrvatskoj od istog tima ljudi. Na taj način se efikasno štitio dio dokumenta od pokušaja visokorezolucijskog skaniranja. Takvo rastiranje se već počelo koristiti u hrvatskoj od 1991. također u zaštiti i tisku poštanskih maraka, autobusnih karata, službenih isprava, ali i na papirnatim dionicama dok se nisu transformirale u digitalnu sferu.

Žiljak je sa svojim timom u ovom dijelu Europe proveo transformaciju grafičke pripreme od olovnog sloga prema računarskoj grafici što je uveo i postavio u svim velikim tiskarama ovog područja od Zagreba do Ljubljane, Beograda, Sarajeva, Tetova i Skopja. Uveo je u grafičku tehnologiju mnoge nove tehnologije zaštitnog tiska, među kojima je na svjetskoj razini najpoznatija inovacija InfrareDesign koju s timom suradnika s Grafičkog fakulteta razvija i predstavlja po čitavom svijetu dobivajući brojne nagrade i priznanja [2]. Povezanost tehničkog i kreativno-umjetničkog Vilko Žiljak pokazuje i svojim radovima kompjutorske grafike koji se nalaze u stalnom postavu Muzeja suvremene umjetnosti u Zagrebu.

U vrijeme stvaranja nove hrvatske države odnosno njenog osamostaljivanja nije bilo nikakve mogućnosti da bi nova država mogla svoje vrijednosnice stvarati u inozemstvu. Upravo zbog toga se u hrvatskoj osniva novo poduzeće Hrvatski tiskarski zavod (HTZ) na mjestu bivše tiskare "Ognjen Prica" u Savskoj ulici u Zagrebu (danas je to Agencija za komercijalnu djelatnost – AKD). Tada se je pristupilo potpuno samostalno i inovativno stvaranju prve hrvatske putovnice, osobne karte, vozačkih i prometnih dozvola, pilotskih dozvola, oružnih listova, domovnice i svih drugih potrebnih državnih isprava. Sve se je tada radilo na novi inovativan način s računalnom grafikom. Od stvaranja nove hrvatske države treba spomenuti ove značajne iskorake i projekte vezane za razvoj sigurnosnog tiska hrvatskih vrijednosnica:

- V. Žiljak, K. Pap i grupa suradnika, Razvoj i izvedba originala dokumenata Republike Hrvatske (putovnica, domovnica, osobna iskaznica i ostalo), Hrvatski tiskarski zavod, Zagreb, 1991. drugo izdanje 1998/2002.
- V. Žiljak, M. Šutej, Razvoj i izvedba originala hrvatskog novca KUNE, papirni novac: 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 kuna, Narodna banka hrvatske, Zagreb, 1992. – 1994. izdanje 31. 10 1993. drugo izdanje 10 kuna: 15. 1. 1995.
- V. Žiljak, M. Šutej Novi zaštitni i sigurnosni elementi (hologram, kinegram, O.V.I.) na novčanicama 5,10 i 20 KUNA, Hrvatska narodna banka, Giesecke & Devrient, Germany, izdanje 7. 3. 2001.
- V. Žiljak, M. Šutej Novi zaštitni i sigurnosni elementi na novčanicama 50, 100 i 200 KUNA, Hrvatska narodna banka, AOBS Austrija, izdanje 7. 3. 2002.

Zbog osamostaljivanja hrvatska država se našla pred problemom nedostupnosti originalnih fotolita zemljopisnih karata koji nisu bili dostupni Hrvatskoj (prva polovina devedesetih godina). Tada je započeo inovativni pothvat stvaranja novih originala iz dostupnih otisaka postojeće kartografije. Iz zastarjelih otisaka su izrađeni novi fotoliti za tisk kako bi se u svakoj razini plana osam spot boja grafičke pripreme izvela selektivna promjena: nazivi, nove ceste, novi objekti. Te selektivne podloge su prvi puta u svijetu izrađene iz otiska, a kao rezultat je stvoren osmerobojni zapis digitalno, na fotolitima i u integriranom tisku. Na novim kartama su izmjenjene, dopunjene i aktualizirane informacije pa je hrvatska kartografija u kratkom vremenu potpuno postala operabilna. Ovo su dvije faze koje su to ostvarile:

- V. Žiljak, K. Pap i grupa suradnika Razvoj metodologije i izvedba originala osnovnog državnog topografskog zemljovida 1 : 25000, 600 listova, 1:100000, 46 lista, Državna geodetska uprava i FS, Zagreb, 1995. – 1998.
- V. Žiljak, K. Pap i grupa suradnika DRŽAVNI TOPOGRAFSKI ZEMLJOVID 1 : 200000, 26 lista, Državna geodetska uprava i FS, Zagreb, 2000. – 2001.

### 3. Sigurnosni tisak vrijednosnica jučer, danas i sutra

Zaštitni tisak ima funkciju da zaštiti informacije na dokumentima i vrijednosnicama od krivotvorena upotrebom originalnog likovnog rješenja. Oblikovanje vrijednosnica se oslanja danas na računarsku vektorskou grafiku te na individualne rasteriske modele za ciljani, jednokratni grafički sigurnosni tisak. Linijski rasteri su u stara vremena izrađivani ručnim graverskim tehnikama. Današnja programska rješenja imitiraju graverske poteze kako bi dokument imao dugo razvijane, prepoznatljive oblike a koji su tipični za vrijednosnice [3].

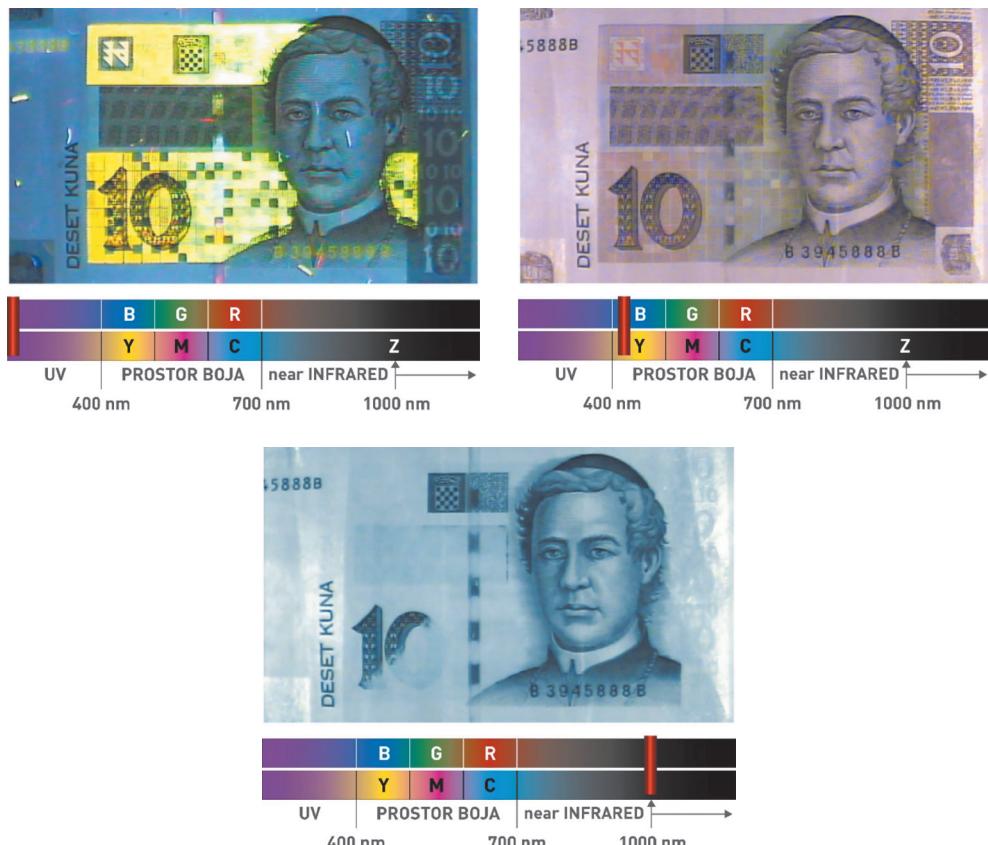
Grafički proizvodi: novac, putovnica, osobni dokumenti ili čekovi izrađuju se tiskarskim tehnikama sa grafičkom pripremom koja je zasnovana na inovativnim softverskim rješenjima. Noviji postupci koriste papire s ugrađenim nitima, mikro materijalim, sigurnosnim "UV" i NIR dodatcima. Upotrebljavaju se boje koje mijenjaju svojstva apsorpcije i refleksije svjetla obasjane pod različitim valnim dužinama, a koje reflektiraju svjetlost u svakom kutu gledanja neku drugu boju (OVI boje). Novi tiskarski strojevi omogućuju jednim prolazom papira i desetak otiska boja s različitim tehnikama: suhi ofset, mokri ofset, čelikotisak, intaglio tisak, digitalni tisak, upasivanje prozirnog registra, folio tisak s 3D efektom mikroleće. Tiskarski strojevi imaju potpuno računalom upravljan nanos boje i korekciju registra. Doradni strojevi su automatizirani u fazama: rezanje, sortiranje, pakiranje, izdvajanje makulature, optičko provjeravanje kvalitete.

Elementi zaštite od krivotvorena različite su prirode, pa se koriste inovativne tehnike izrade radi zaštite od pokušaja djelomičnoga ili potpunoga patvorenja. Ti specifični elementi i tehnike bili su najprije rezervirani samo za vrijednosne papire i novčanice, ali se njihova upotreba vrlo brzo raširila i na dokumente za utvrđivanje identiteta. Razlikujemo zaštitu papira, postojanost informacije s obzirom na tehniku tiska i kvalitetu boja, te zaštitu od habanosti i trajnosti medija na kojem je sigurnosni tisak. Od novčanica i vrijednosnica zahtijeva se laka provjera njihove autentičnosti i samim tim, onom tko ga upotrebljava, da bude garancija ispravnosti svih podataka na tiskanicama.

Za izradu papira upotrebljavaju se sirovine koje su svojim oblikom, kada se gledaju pod mikroskopom, drugačije i opterećene odgovarajućim patentom. Tako lako možemo razlikovati da li se u papiru nalaze vlakna pamuka, lana, konoplje, topole, breze, bora, jеле, rižine slame ili neke rijetke biljke kao što je remija, eukaliptus ili cedar. Izdvojimo papir bez optičkih bjelila koji će se upravo po tom svojstvu razlikovati od ostalih papira. Impregnirani papir s dodacima specifičnog sastava, na primjer, dokazuju se upotrebom određenog tipa kemikalije. Kod papira razlikujemo dva načina zaštite: "pasivnu", kada je zaštita sastavni dio papira, "aktivnu" kada se zaštita nanosi na površinu papira.

Pasivna zaštita papira odnosi se na samu izradu papira, vrstu papira i vodenim znakom koji je u njemu izrađen. Vodenim znakom je značajna zaštita papira. Krivotvorene vodenog znaka zahtijeva izuzetan trud, vještinu, opremljenost i znanje koji će uprkos svemu biti uzaludni, jer se lažni vodenim znakovi vrlo uspješno otkrivaju, a za njihovu izradu su potrebna znatna sredstva i vrijeme. Pasivnu zaštitu predstavlja pravi vodenim znak koji nastaje prilikom formiranja lista na situ, zbog utiskivanja šablone u vlažnu papirnu masu. Taj postupak uzrokuje smanjenje količine vlakna na tom mjestu i u konačnom produktu očituje se kao prozirnost kojom se vodenim znak razlikuje od ostale mase papira. Vodenim znakima ima izuzetnu vrijednost u sprečavanju krivotvorenja, a u sudskoj praksi može poslužiti za identifikaciju, utvrđivanje autentičnosti i utvrđivanje vremena proizvodnje dokumenta.

Aktivnu zaštitu čine elementi izvan papira, prikriveni ili vidljivi, koji vidljivo reagiraju na neplanirane kemijske supstancije. Aktivna zaštita koristi se u cilju zamje-



**Sl. 1.** Prikaz hrvatske novčanice od 10 Kuna u UV području na 360 nm, u vizualnom na 430 nm i u NIR području na Z poziciji od 1000 nm (cijela animacija kroz spektar se može vidjeti na poveznici [www.vilko.ziljak.hr/UVNIR10K.mp4](http://www.vilko.ziljak.hr/UVNIR10K.mp4))

ne vodenog znaka na zaštićenom papiru, a može biti i dodana vodenom znaku. Obojena vlakna se stavlja u masu za izradu papira, a može biti vidljiv ili nevidljiv oblik aktivne zaštite. To su obično tekstilna vlakna duga nekoliko milimetara različitih boja. Dodatci su i obojene pločice promjera koje fluoresciraju pod UV svjetlom. To se može vidjeti na Slici 1. na primjeru hrvatske novčanice od 10 kuna.

Sigurnosne niti su i polietilenske vrpce koje mogu biti metalizirane a stavlja se u masu za izradu papira na različita mjesta. Planira se njihov slučajni raspored kako ne bi zadebljanja remetila veće naslage bunta novčanica. Te niti mogu biti čiste, odnosno bez tiska, bilo da su isprekidane bilo kontinuirane, vidljive ili nevidljive. Mogu biti i nosioci mikrotiska u pozitivu i negativu. Proizvođači papira orijentiraju se na niti čija se zaštitna funkcija povećava fluorescentnošću.

Razlikujemo dvije vrste zaštitnih podloga: jedna se nalazi na površini papira (vanjska) i dobiva se tiskom s bojama osjetljivim na sredstva za brisanje labilne boje. Druga se podloga nalazi unutar papira. U proizvodnji papira pomiješa se velik broj kemijskih zaštitnih reagensa koji reagiraju na različite vrste alata i materije za brišanje. Čim se na taj papir stavi kaplja kemijskog sredstva stvara se vrlo uočljiva mrlja koju nije moguće izbrisati.

Za zaštitu dokumenata upotrebljavaju se i boje, toneri i tinte različitih sastava i porijekla. Jedne od njih su fluorescentne kojima se često izvodi numeracija na raznim dokumentima i novčanicama. Fluorescentne boje izrađuju se u tonu boja čija je fluorescencija vidljiva na danjem svjetlu i one se čistoćom i kontrastom optički izdvajaju od podloge na kojoj su tiskane. U sigurnosnom tisku vrlo je raširena upotreba magnetskih boja, jer je magnetizam svojstvo koje se lakše kontrolira, a omogućava ispitivanje od luminiscencije osjetljivim mehanizmima ili elektroničkim čitačima. Kao osnova tih boja upotrebljavaju se oksidi željeza, nikla i kobalta. Oblici brojeva su strogo određeni kao i karakteristike koje će dati na magnetskim čitačima.

U optička svojstva papira ubrajaju se boja, bjelina, opacitet, transparencija i fluorescentnost. Ultraljubičasta fluorescencija povezana je s ekscitacijom svjetla u valnom području od 200-390 nm i emisije fluorescentne slike u vidljivom dijelu spektra od 400-750 nm. Ono što ljudsko oko ne može vidjeti u UV području postaje vidljivo pod djelovanjem UV radijacije svjetla, a taj princip je od praktičnog značenja u utvrđivanju istinitosti informacije. Za izvođenje te metode potrebno je imati izvor UV zračenja, tj. UV lampu – živinu lampu, koja ima filter ili set filtera za selekciju UV radijacije. Obično komercijalno urađene lampe imaju dvije valne dužine od 250 i 365 nm. Dobivena ultraljubičasta fluorescencija može se trajno zabilježiti pomoću fotografije s filterima za planiranu blokadu svjetla. Na taj način može se izvršiti brza diferencijacija velike količine raznovrsnih papira, jer se pojavljuju razlike u nijansama fluorescencije u uskom području koje je još uvijek



**Sl. 2.** Prikaz hrvatske novčanice od 200 Kuna u UV području na 360 nm, u vizualnom na 430 nm i u NIR području na Z poziciji od 1000 nm (cijela animacija kroz spektar se može vidjeti na poveznicu [www.vilko.ziljak.hr/UVNIR200K.mp4](http://www.vilko.ziljak.hr/UVNIR200K.mp4))

dovoljno da se dva slična papira razlikuju po strukturi vlakana, na primjer. Ta je metoda vrlo korisna kod dokazivanja raznih vrsta falsifikata, posebno kad se radi o precrtavanju, brisanju, dodavanju i sličnom prepravljanju dokumenata. Zbog sitnih detalja i dimenzija popularna je i upotreba tzv. fluorescentnog mikroskopa koji je kombinacija običnog mikroskopa, UV izvora zračenja i seta filtera koji omogućavaju dobivanje određene monokromatske svjetlosti. Na slici 2 se mnoga opisivana svojstva mogu vidjeti na primjeru hrvatske novčanice od 200 Kuna.

Ista vrijednosnica se planira, grafički dizajnira za tiska s nekoliko različitih tehnika i pripadnih bojila. Offsetne boje koristile su se za tisk svih vrsta zaštićenih dokumenata, uključujući novčanice, plastične kartice, čekove, putne čekove, poštanske marke, avionske karte, lutrijske listiće, bankovne obrasce, putovnice i slično. Ti skovine s ovim bojama izložu se djelovanjem kiselina, alkalija, oksidativnih sredstava, deterdženata i sapuna, kao i mehaničkom brisanju. Na bojama se neće uočiti promjena. Informacija je trajno sačuvana. U zaštiti informacije grafičkim postupkom sve se više koriste "nevidljive boje". Pod pojmom "nevidljive boje" podrazumijevaju se one koje dnevnu svjetlost ne apsorbiraju pa naše oko vidi podlogu na kojoj je boja otisnuta. Ta ista boja apsorbira neku drugu svjetlost kao na primjer ultraljubičastu ili infrared. Zbog apsorpcije dijela svjetlosti naše oko razlikuje

podlogu (papir) i otisak, čime informacija postaje vidljiva. Fiksne se boje upotrebljavaju na svim vrstama papira pogodnim za sigurnosni tisak kao i na PVC folijama.

Brišuće offsetne boje obično se koriste za tisak linija ili određenog uzorka crnobi-jelim slovima kao mikropozadine na jednokratno upotrebljivim dokumetima, kao što su avionske karte, bankarski dokumenti i novčani nalozi. Boje se lako skidaju mehaničkim brisanjem. Što je glatkoća papira veća brisanje je uspješnije. Na taj način su onemogućena sva prepravljanja i izmjene dokumenata. Posebnu pozornost se posvećuje odabiru tiskovne podloge. Najbolji se rezultati postižu upotrebom jako premazanih podloga s kojih se boja lako briše. Za razliku od njih porozne podloge se zbjegavaju, jer kod njih dolazi do penetracije boje u podlogu i gubitka osnovnog svojstva laganog brisanja. Sve lako brišuće boje mogu se tiskati tehnika-ma offseta i suhog offseta. Boja se koristi kao i sve ostale offsetne boje, uključujući i proces vlaženja.

Fiksne knjigotiskarske boje za numeriranje koriste se na novčanicama, čekovima, kontrolnim kartama svih vrsta, bankovnim nalozima, putovnicama, poštanskim nalozima, bonovima i ostalom. Boje kojima se otiskuje numeracija na čekovima bile su idealan primjer za testiranje otpornosti prema kemikalijama i mehaničkom bri-sanju, a svojstvo fluorescencije je ostalo prisutno u podlozi i nakon vrlo grubog struganja boje. Boja ima izuzetnu tiskovnu stabilnost i napravljena je za tisak na svim vrstama numeratora, na rotacionim ili knjigotiskarskim strojevima na arke. Magnetske knjigotiskarske boje za numeriranje su višestrukoj primjeni i namjeni, a prva je brzo čitanje velikog broja tiskanica, brža obrada podataka, te brzo i jedno-stavno utvrđivanje autentičnosti.

Čelični tisak najvažniji je tisak u procesu izrade vrijednosnih papira, osobito novca, kao vrsta reljefnog dubokog tiska s izuzetno efektnim otiskom čija se informacija lako može provjeriti taktilno i otiranjem. Zahtijeva složenu pripremu, jer je za otiskivanje gravirane čelične ploče, u čijim se urezima nalazi boja, potrebno izraditi protuploču koja će prilikom otiskivanja utisnuti papir u dubine crteža. Čelični tisak i linijski bakrotisak često se pri krivotvorenu nadomještaju termografskim tiskom, odnosno knjigotiskom s termoekspandirajućom bojom. Razlika se lako i brzo uočava najobičnijim otiranjem otiska, jer termoboja neće ostaviti nikakav trag na bijelom papiru.

Irisni tisak upotrebljava se u mnogim tehnikama, a u digitalnoj pripremi i tisku kao imitacija prelaznih tonova u nekoliko smjerova. U konvencionalnom (offset) tisku, njegova je prednost što se može obavljati na bilo kojem stroju za tisak konzisten-tnim bojama i bočnim razribavanjem. Tako se može kombinirati nekoliko boja od-vojeno na bojaniku, a to će na valjcima za razribavanje i otisku rezultirati harmo-ničnim bojama.

Pronalaskom i komercijalnim korištenjem strojeva za fotokopiranje u boji povećala se i mogućnost jednostavnog i dosta uspješnog krivotvorena dokumenata. Kopirnim uređajima se suprostavljaju spot boje svojstvene samo sigurnosnom tisku: svijetle pastelne boje, metalne boje, UV, NIR, OVI i magnetske boje, na primjer. Za digitalni tisak s tonerom i tintama moguće je danas nabaviti ciljane spot boje koje će isporučioc izraditi samo za poznatog, krajnenjeg kupca.

## 4. Svjetska hrvatska inovacija InfrareDesign u sigurnosnom tisku

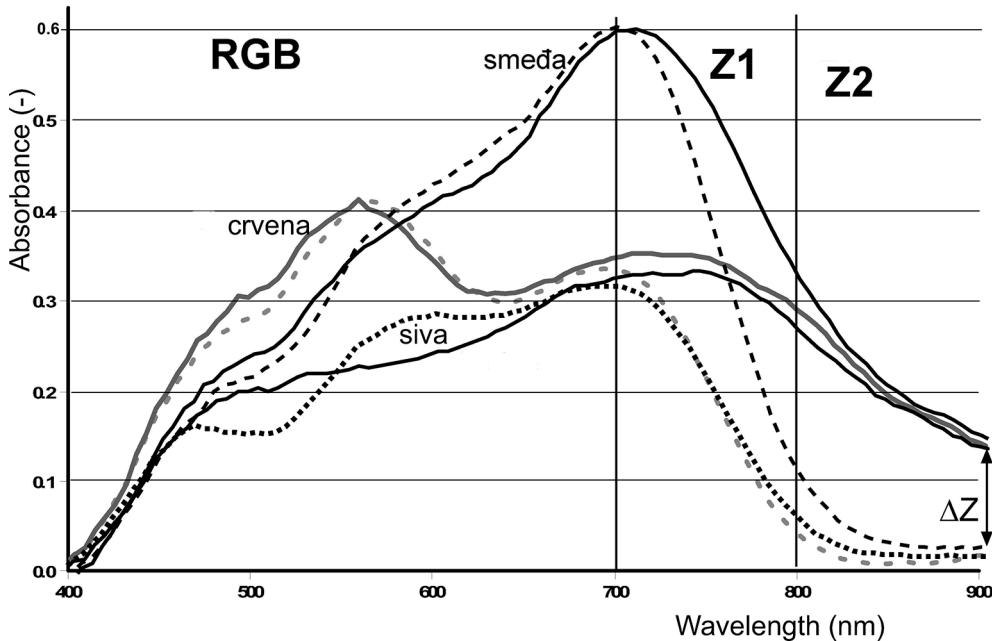
Sigurnosni tisak je danas središte pokretanja inovacija u grafičkoj tehnologiji. Na vrhu unapređenja je tehnika i teorija INFRAREDESIGN® (IRD) koja je prvi put javno objavljena 2008. godine, a potom su uslijedila objavlјivanja u svjetskim CC, SCI časopisima [4]. Za tu inovaciju su dr. sc. Vilko Žiljak, dr. sc. Klaudio Pap, dr. sc. Ivana Žiljak Stanimirović i dr. sc. Jana Žiljak Gršić dobili Državnu nagradu za znanost za 2010. godinu u području tehničkih znanosti od Hrvatskog sabora.

Uveden je dualizam kao vidljiva i nevidljiva slika koja je ugnježđena jedna u drugu. Razvijen je matematički model spajanja dviju slika s potpuno različitim grafičkim dizajnima. Slike su na istom mjestu, ali se svaka odaziva izdvojeno u vizualnom (V) i bliskom infracrvenom spektru (NIR-Z). Razvijena je višerazinska ovisnost spajanja informacija iz dviju nezavisnih grafika koje nose sigurnosne informacije o dokumentu. To je zaštita od poznatih postojećih postupaka skaniranja, fotografiranja i retuširanja.

Integrirana dualna grafika se prikazuje u dva svjetlosna spektra pa se na taj način potvrđuje originalnost s forenzičkim instrumentarijem. Dodatno, detekcija je prilagođena promatranju s dualnim sigurnosnim kamerama koje nalazimo u bankarskim poslovima te sigurnosnim kamerama masovno instaliranim u urbanim sredinama. To je potaknulo tisak u tekstilnoj industriji čime se je razvio novi dizajn sa skrivenom slikom, skrivenom informacijom [5].

Tehnika miješanja bojila za sigurnosnu IRD metodu tiska, podređena je dualnom dizajnu. Nov pristup pigmentima i tintama je razvoj blizanaca bojila. Ista boja vizualno za skup njenih blizanaca daje spektrograme koji se razlikuju tek u bliskom infracrvenom spektru [6].

Na slici 3 prikazani su spektrogrami za tri para V i Z blizanaca: smeđu, crvenu i sivu boju. Recepture sastava CMYK bojila (u postotcima) su:



Sl. 3. Spektrogrami za tri para blizanaca: smeđu, crvenu i sivu boju

smeđa; V: 70, 40, 0, 40, Z: 33, 28, 5, 40 %

crvena; V: 40, 80, 40, Z: 6, 42, 33, 40, %

siva: V: 28, 32, 34, 0, Z: 0, 0, 0, 30 %,

Svaka boja je prikazana s dvije linije: u njenom V obliku (koji ne apsorbira NIR svjetlost, crtkana linija). Puna linija je ta ista boja, ali njen sastav rezultira s znat-



Sl. 4. Primjena InfrareDesign metode korištenjem blizanaca boje na zaštiti Diplome

nim svojstvom apsorpcije NIR radijacije. Prelazni dio od RGB (V) u NIR razdjeljen je na dva dijela Z1 i Z2. Razdvajanje grafikona dva bojila koji prikazuju istu boju počinje na 700 nm. Z1 je područje koje daje informaciju da fenomen istih V i Z boja završava na 700 nm, odnosno točka gdje se razdvajaju spektrogrami blizanaca bojila [7]. Skrivena NIR grafika se detektira u Z2 području koje počinje na 800 nm. Sigurnosna grafika se promatra u tom području s blokadma svjetlosti na desetak pozicija u forenzičkom utvrđivanju, razlikovanju originala od krivotvorine.

Na slici 4. prikazana je metoda InfrareDesign primjena na zaštiti diplome. Za istovremeno prikazivanja detalja diplome korištena je inovativna ZRGB aparatura za detekciju krivotvorina.

## Literatura

- [1] Mesaroš, F. :*Početak i razvitak tiskarstva u hrvatskoj*, 100 godina grafičke škole u Zagrebu, Grafička škola u Zagrebu, ISBN 953-96265-0-1; Zagreb (1994)
- [2] Žiljak, I.; Pap K.; Žiljak, J.& Žiljak, V.: Nagrade za inovacije sigurnosnog tiska:, , Dostupan na <http://www.infraredesign.net/> Pristupljeno: 2020-02-21
- [3] Žiljak, J. :*Sigurnosna grafika*: Tehničko veleučilište u Zagrebu, ISBN 978-953-7048-33-4; Zagreb (2014)
- [4] Žiljak, V.; Pap, K. & Žiljak, I.: CMYKIR security graphics separation in thinfrared area, *Infrared Physics and Technology*, Vol. 52. No.2-3, Elsevier B.V., p: 62-69, (2009), ISSN 1350-4495
- [5] Žiljak, I.; Pap K. & Žiljak, J.: Infrared design on textiles as product protection, *Tekstil*, Vol. 58 No. 6 (2009), pp. 239-253 (2009), ISSN 0492-5882
- [6] Bernašek, A.; Žiljak Vujic J. & Uglešić, V.: Visual and infrared spectrum of inks for digital printing, *Polytechnic and Design*, Vol. 2. No 2. 2014. TVZ, ISSN 1849-1995
- [7] Žiljak Gršić J.; Jurečić, D.; Morić Kolarić, B. & Jeličić, T.: The Technique of Security Print on Textiles with a Hidden Sign in the Near-Infrared Spectrum, *Tehnicki vjesnik/Technical Gazette*, Print:, Vol. 27/No. 2; (2020), ISSN 1330-3651,