

# Unapređenje metoda otkrivanja krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica

---

**Poldružač, Petra**

**Doctoral thesis / Doktorski rad**

**2011**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:609739>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-12**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

Petra Poldrugáč

**UNAPREĐENJE METODE  
OTKRIVANJA KRIVOTVORENIH GRAFIKA  
IZ PODRUČJA VRIJEDNOSNICA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2011.



UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF GRAPHIC ARTS

Petra Poldruĝaĉ

**IMPROVEMENT METHODS OF DETECTING  
COUNTERFEIT GRAPHICS IN THE FIELD  
OF SECURITIES**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2011.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

Petra Poldružić

**UNAPREĐENJE METODE  
OTKRIVANJA KRIVOTVORENIH GRAFIKA  
IZ PODRUČJA VRIJEDNOSNICA**

DOKTORSKI RAD

Mentor: Dr. sc. Vilko Žiljak

Zagreb, 2011.

## **Posveta**

Ovaj rad posvećujem suprugu Miroslavu, bez čijeg poticaja, pomoći i podrške ne bi postojao, ocu Željku, koji se njime najviše ponosi i djeci, Sari, Noi i Borni, bez kojih ne bi imao smisla.

## **Zahvala**

Zahvaljujem svom mentoru dr. sc. Žiljak Vilku, red.prof., na podršci pri odabiru teme i stručnim savjetima tijekom izrade disertacije.

Zahvaljujem Borisu Ragužu, direktoru Direkcije trezora Hrvatske narodne banke, na podršci i podjeli dragocjena iskustva pri izradi eksperimentalnog dijela disertacije.

Zahvaljujem članovima povjerenstva sa kojima sam imala diskusije o temi, a bili su u komisiji za obranu teme disertacije.

**UDK:** **343.51:655.3.066.36**

Znanstveno područje: Tehničke znanosti  
Znanstveno polje: Grafička tehnologija  
Institucija u kojoj je izveden rad: Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Naslov rada: Unapređenje metode otkrivanja krivotvorenih grafika  
iz područja vrijednosnica  
Ključne riječi: krivotvorine, zaštitni elementi, vrijednosnice  
Voditelj rada: Dr. sc. Žiljak Vilko  
Broj stranica: 214  
Broj slika: 113  
Broj tablica: 14  
Broj grafikona: 2  
Broj dijagrama: 3  
Broj priloga: 7  
Broj literaturnih referenci: 131  
Jezik teksta: Hrvatski  
Jezik sažetka: Hrvatski i Engleski

***Povjerenstvo za ocjenu doktorske disertacije:***

1. prof. dr. sc. Klaudio Pap, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, predsjednik,
2. prof. dr. sc. Vilko Žiljak, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, mentor,
3. prof. dr. sc. Damir Boras, Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet, vanjski član,
4. prof. dr. sc. Darko Agić, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, zamjenski član,
5. prof. dr. sc. Diana Milčić, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, zamjenska članica.

***Povjerenstvo za obranu doktorske disertacije:***

1. prof. dr. sc. Klaudio Pap, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, predsjednik,
2. prof. dr. sc. Vilko Žiljak, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, mentor,
3. prof. dr. sc. Damir Boras, Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet, vanjski član,
4. prof. dr. sc. Diana Milčić, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, članica,
5. prof. dr. sc. Darko Agić, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, član,
6. doc. dr. sc. Mario Barišić, Sveučilište u Osijeku, Filozofski fakultet, zamjenski vanjski član,
7. prof. dr. sc. Vesna Kropar Vančina, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, zamjenska članica.

***Datum obrane doktorske disertacije:*** 27. travnja 2011.g.

***Mjesto obrane doktorske disertacije:*** Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet

***Povjerenstvo za obranu doktorske disertacije donijelo je sljedeću odluku:***

„Obrabila – jednoglasnom odlukom Povjerenstva“

***Zagreb, 27. travnja 2011.***

## SAŽETAK

**Naslov rada:** Unapređenje metoda otkrivanja krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica

**Ključne riječi:** krivotvorine, zaštitni elementi, vrijednosnice

Cilj rada je izrada strategije unapređenja metoda procesa vještačenja krivotvorenih grafika, u svrhu suzbijanja izrade i raspačavanja. Analizirane su grafike iz šireg područja vrijednosnica. Većina eksperimenata je provedena na novčanicama, jer su najviše podložne krivotvorenju. Analize su provedene u širokom spektru valnih duljina, u rasponu od 254 nm do 1000 nm. Dane su metode i postupci selektivnog skaniranja i unosa u digitalnu bazu podataka. Baza podataka je kreirana isključivo za potrebe barijernog skaniranja i omogućuje usporedbu sumnjivih vrijednosnica u cilju utvrđivanja indikativa i stvaranja statistika. Statistički podaci selektivno razdijeljeni prema parametrima neophodni su za sprečavanje raspačavanja i otkrivanje izvorišta krivotvorenih grafika u što kraćem roku. Eksperimentalno je dokazana povezanost proširenja metoda analiza sa kvalitetom samog procesa, čime je potvrđena prva hipoteza. Barijerno skaniranje je provedeno forenzičkim uređajima Docucenter expert i stereo mikroskopom. Poveznica sa računalom je softver PIA 6000. Navedeni instrumenti omogućavaju razdvajanje spektra u specifičnim rasponima, za razliku od komercijalno dostupnih uređaja za utvrđivanje autentičnosti. Analiza pod UV svjetlom je proširena na tri dijela spektra, a analiza pod IR svjetlom na trinaest dijelova spektra. Otvoreno je novo područje vještačenja, bazirano na određivanju autentičnosti višestrukim skaniranjem pod različitim parametrima i izmjenom izvora svjetla. Iskorišteno je svojstvo što svaka boja, ovisno o materijalu i sastavu, daje drugačije informacije pod UV i IR svjetlom. Izlaganje krivotvorenih vrijednosnica infracrvenom i ultraljubičastom svjetlu omogućuje pronalaženje specifičnih valnih duljina koje razgraničavaju bojila krivotvorina i originala. Dokazana je druga hipoteza: višestruko skaniranje u nevidljivom dijelu spektra daje informacije o tehnici i mjestu izrade krivotvorenih grafika. Konkretnim je primjerima pojašnjena važnost provjere izvan područja vidljiva ljudskom oku. Hipoteze su potvrđene kvantitativnom i kvalitativnom analizom baziranom na svojstvenom razdvajanju spektra u specifičnim rasponima. Istraživanje je prošireno analizom povijesnih vrijednosnica. Utvrđene su manjkavosti zaštitnih elemenata, te su sukladno trećoj hipotezi dani prijedlozi korekcija u budućim izdanjima. Prijedlozi su bazirani na eksperimentalnom radu, dosadašnjem iskustvu i patentima koji su dostupni za zaštitu novčanica, ali još nisu upotrebljeni u tu svrhu.



## **ABSTRACT**

**Title of work:** Improvement methods of detecting counterfeit graphics in the field of securities

**Key words:** counterfeits, security features, securities

The object of this work is development of a strategy to improve methods of expertise process counterfeited graphics, in order to combat production and dissemination. Graphics from a wider field of securities are analyzed. Most of the experiments carried out the banknotes, because they are mostly the subject of counterfeiting. Analyses were conducted in a wide spectrum of wave lengths, ranging from 254 nm to 1000 nm. The methods and procedures for multiple scanning and input into a digital database are presented. The database has been created just for purposes of barrier scanning and allows comparison of suspicious securities in order to determine the indicative and to create statistics. Statistical data selectively distributed according to the parameters are necessary to prevent dissemination and detect the source of counterfeit prints as soon as possible. It was experimentally shown that expansion method of analysis of the quality of the process, thus confirming the first hypothesis. Barrier scanning was conducted by forensic devices docucenter expert and stereo microscope. The link with the computer is software PIA 6000. These instruments enable separation of the spectrum in specific ranges, unlike the commercially available devices for determining authenticity. Analysis of the UV light has been expanded to three parts of the spectrum, and analysis of the IR light on thirteen components of the spectrum. That open a new area of expertise, based on determining the authenticity of multiple scanning under various parameters and changing light. Used the property that each color, depending on material and composition, given different information by UV and IR light. Conference counterfeit securities to infrared and ultraviolet light enables to find specific wavelengths which deferred dyes fake and original. The second hypothesis is proved: multiple scanning in the invisible part of the spectrum gives information about the technique and place of counterfeit making. Concrete examples clarified the importance of checking out the area visible to the human eye. Hypotheses were confirmed by quantitative and qualitative analysis based on separation of the spectrum in specific ranges. The study was expanded with analysis of historical securities. I found the deficiencies of protective elements and in accordance with a third hypothesis give the proposals of corrections in future editions. The proposals are based on experimental work, the experiences and patents that are available for the protection of banknotes, but not yet used for this purpose.

# SADRŽAJ

<b>1. Uvod u metode otkrivanja krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica</b>	<b>01</b>
1.1. Pregled dosadašnjih istraživanja	04
1.2. Svrha istraživanja	07
1.3. Cilj istraživanja	11
1.4. Hipoteze doktorske disertacije	14
1.5. Očekivani znanstveni doprinos	16
<b>2. Zaštitni elementi na vrijednosnicama</b>	<b>18</b>
2.1. Zaštitna obilježja prema stupnjevima namjene	19
2.2. Usporedba zaštitnih elemenata različitih valuta i nominalnih vrijednosti	22
2.3. Globalna edukacija – anketa	26
2.4. Izrada zaštitnih obilježja	29
2.4.1. Izrada zaštićenog papira	30
2.4.2. Tisak vrijednosnica	32
2.4.3. Resursi za izradu zaštićenih vrijednosnica	35
<b>3. Eksperimentalni rad na grafikama iz područja vrijednosnica</b>	<b>36</b>
3.1. Plan i metodologija istraživanja	37
3.2. Materijali istraživanja	39
3.3. Korišteni strojevi i uređaji	40
3.4. Prepoznavanje zaštitnih obilježja – anketa	43
3.5. Eksperimentalni rad na povijesnim grafikama iz područja vrijednosnica	48
3.5.1. Serijski brojevi kao aspekt zaštite	51
3.5.2. Zaštićeni papir – kronologija vodenog znaka	57
3.5.3. Taktilni zaštitni elementi	59
3.5.4. Tiskarske boje vidljiva spektra	63
3.5.5. Tiskarske boje nevidljiva spektra	65

3.6.	Ekperimentalni rad na području papira krivotvorina	68
3.6.1.	Dimenzije, težina i debljina papira krivotvorina	68
3.6.2.	Vodeni znak	71
3.6.3.	Toniranje	80
3.6.4.	Zaštitna nit	84
3.7.	Ekperimentalni rad na području tiska	89
3.7.1.	Minipismo i mikropismo	89
3.7.2.	Prozirni registar	93
3.7.3.	Optički varijabilni zaštitni elementi	96
3.8.	Ekperimentalni rad na području tiskarskih boja	105
3.8.1.	Razdvajanje valnih duljina ultraljubičastih boja na krivotvorenim novčanicama	106
3.8.2.	Razdvajanje valnih duljina infracrvenih boja na krivotvorenim novčanicama	114
<b>4.</b>	<b>Unapređenje projektiranja zaštitnih elemenata na vrijednosnicama</b>	<b>130</b>
4.1.	Unapređenje zaštita ugrađenih u papir	135
4.2.	Unapređenje zaštita u vidljivom dijelu spektra	142
4.3.	Unapređenje zaštita u nevidljivom dijelu spektra	149
4.4.	Uvođenje steganografije u zaštitu vrijednosnica	152
4.5.	Ekperimentalni rad na području projektiranja zaštitnih elemenata na vrijednosnicama	159
<b>5.</b>	<b>Prijedlog dopune u standardizaciji procesa vještačenja krivotvorenih vrijednosnica</b>	<b>173</b>
5.1.	Prijedlog stupnjevite analize	173
5.2.	Dopuna procesa barijernog skaniranja krivotvorenih novčanica	175
5.3.	Uvođenje digitalne baze podataka o krivotvorinama	176
<b>6.</b>	<b>Zaključak</b>	<b>178</b>
<b>7.</b>	<b>Popis literature</b>	<b>182</b>
<b>8.</b>	<b>Popis slika, tablica i dijagrama</b>	<b>191</b>
<b>9.</b>	<b>Prilozi</b>	<b>199</b>
<b>10.</b>	<b>Životopis</b>	<b>213</b>

# 1. UVOD U METODE OTKRIVANJA KRIVOTVORENIH GRAFIKA IZ PODRUČJA VRIJEDNOSNICA

Od kada postoje vrijednosnice, postoje i krivotvorine. Najčešće krivotvorene vrijednosnice su novčanice. Rad daje pregled postojećih i predloženih metoda otkrivanja krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica kroz deset poglavlja. U prvom su poglavlju dati pregledi dosadašnjih istraživanja, sa naglaskom na svrhu i cilj istraživanja predmetnog područja. Pojašnjen je znanstveni doprinos u polju forenzičkog analiziranja vrijednosnica. Drugo poglavlje sadrži razradu zaštitnih elemenata na vrijednosnicama prema stupnjevima namjene. Uspoređeni su aspekti zaštite u ovisnosti o nominalnim vrijednostima i apoenima. Opisane su karakteristike zaštitnih obilježja kroz tri osnovna segmenta: zaštićeni papir, tisak i resurse za izradu.

Treće poglavlje sadrži eksperimentalni rad kojim su potvrđene hipoteze doktorske disertacije. Uzimajući u obzir zatvorenost područja vještačenja vrijednosnica detaljno su pojašnjene korištene metode, strojevi i uređaji. Kao uvod u izvedene eksperimente provedena je anketa među građanstvom, financijskim djelatnicima i forenzičarima specijaliziranim za problematiku krivotvorenja vrijednosnica. Pitanja su bazirana na prepoznavanju zaštitnih obilježja kroz četiri osnovna aspekta: orijentaciju, navigaciju, identifikaciju i informaciju [96, de Heij, pp 67-74]. Dokazivanje hipoteza je započeto analizom originalnih povijesnih grafika iz područja vrijednosnica ustupljenih iz Arheološkog muzeja u Zagrebu, koje zbog specifičnosti građe do danas nisu prezentirane u javnosti. Istraživanje je nastavljeno na krivotvorenim vrijednosnicama različitih apoeni i nominalnih vrijednosti iz arhive Hrvatske narodne banke, Direkcije trezora. Zahvaljujući zaposlenju u Nacionalnom centru za borbu protiv krivotvorenja, analizu novčanica i kovanog novca navedeno mi je dostupno za proučavanje.

Eksperimentalni rad je pružio dokaze o načinima reprodukcije:

- zaštitnih elemenata koji su na originalnim novčanicama nastali u postupku izrade zaštićenog papira poput vodenog znaka, toniranja i zaštitne niti
- zaštitnih elemenata koji ovise o vrsti tiskarskih tehnika poput minipisma, mikropisma, prozirnog registra i optički varijabilnih elemenata

- zaštitnih elemenata koji su sastavni dio odaziva boja pod ultraljubičastim i infracrvenim spektrom valnih duljina u rasponu od 254 nm do 1000 nm

Temeljem provedenih eksperimenata, u četvrtom su poglavlju dani prijedlozi unapređenja projektiranja zaštitnih elemenata na vrijednosnicama. Prijedlozi su temeljeni na postojećim patentima koji još nisu korišteni za zaštitu vrijednosnica. Sastavni dio ovog rada su prijedlozi otisnuti na digitalnom stroju Xeikon u zagrebačkoj tvrtki FotoSoft. Dokazana je mogućnost izvedbe, kao i načini reprodukcije koji se mogu očekivati u doglednoj budućnosti. Vrijednost rada je proširena sa unapređenja postojećih metoda na pripremu za buduće metode analize krivotvorenih novčanica, posebice u predjelu infracrvenog spektra. Poglavlje pet sadrži prijedloge dopune u standardizaciji procesa vještačenja krivotvorenih vrijednosnica. Pojašnjene su mogućnosti barijernog skaniranja pri stupnjevitoj analizi i način uvođenja digitalne baze podataka. Svi podaci o krivotvorinama su sistematski uneseni u bazu podataka koja je kreirana isključivo u tu svrhu.

Pri projektiranju vrijednosnica posebna se važnost pridaje zaštiti od krivotvorenja. Novčanice moraju biti dizajnirane tako da ih je teško reproducirati [123,124,Hrvatska narodna banka; 126,Mund], no istodobno javnosti mora biti omogućeno lako razlikovanje originalne od krivotvorene novčanice [7,de Heij,pp 2-22; 94 de Heij, pp 1-167]. Kada se razvija nova serija novčanica, postoje tri osnovna zahtjeva koji se moraju razmotriti [124,Hrvatska narodna banka]. Prvo, novčanice moraju zadovoljiti zahtjeve sigurnosti. Zaštitna obilježja moraju biti teška za krivotvorenje, no jednostavna za prepoznavanje. Drugo, novčanice moraju biti orijentirane na korisnika. Lake za rukovanje svim korisnicima, postojane i dostupne u praktičnim nominalnim vrijednostima. Treće, novčanice trebaju biti estetski ugodne [9,Fraser,Murphy,pp 51-78]. Vrlo često se vizualni dojam prilagođava tehničkim karakteristikama i zahtjevima sigurnosti [73,Infosecura,pp 6]. Tijekom procesa izrade novčanica provodi se kontrola kvalitete. Strogo su definirana dopuštena odstupanja za svaki segment. Upravo je kontrola kvalitete aspekt po kojem se najviše razlikuju originalne i krivotvorene novčanice.

Razvoj ICT tehnologije [23,Pap,V.Žiljak *et al.*,pp 207-218; 24,Pap, V.Žiljak *et al.*,pp 177-183] i sve lakša dostupnost informacija [17,Nadrljanski,pp 262-266], nameće potrebu projektiranja zaštitnih obilježja 21.stoljeća [77,Tidmarsh,pp 7; 79,Report,pp 6; 52,V.Žiljak ,I.Žiljak]. To je jedini način suprotstavljanja krivotvorenju modernim tehnologijama za reprodukciju slike tj. krivotvorinama 21.stoljeća[30, Poldrugač,S.I. Žiljak,pp

29, 93-118, NAC OeBS]. Istraživanja prvenstveno idu u smjeru otkrivanja zaštitnih elemenata koje je ne moguće kvalitetno kopirati i skanirati [45, I. Žiljak, Žiljak-Vujić *et al.*, pp 24-31]. Istovremeno, potrebno je priznati učinkovitost pojedinih klasičnih zaštitnih obilježja koja su nezaobilazan dio zaštite novčanica [123, Hrvatska narodna banka]. Učinkovitost klasičnih zaštitnih obilježja u smislu ponavljanja i na današnjim novčanicama analizirana je na povijesnim vrijednosnicama u poglavlju 3.5.

U svrhu eksperimentalnog dijela ovog rada provedena su brojna istraživanja i analize različitih vrsta krivotvorina: izmijenjenog dizajna, izmijenjene nominalne vrijednosti, sastavljene iz više dijelova, sa i bez imitacije zaštitnih elemenata. Istraživanja su provedena u Zagrebu na Grafičkom fakultetu i u Nacionalnom centru za analizu novčanica, Odjel trezora Hrvatske narodne banke [90, Narodne novine]. Eksperimentalni rad dopunjen je analizama provedenim u Beču, odjel NAC Austrijske središnje banke i u tiskari Oesterreichische Banknoten und Sicherheitsdruck GmbH (OeBS). Istraživanje je u OeBS-u prošireno sa krivotvorenih novčanica na originalne novčanice [125, Oesterreichische Nationalbank].

Središnji dio ovog istraživanja predstavljaju kvantitativni podaci o odazivu vidljiva i nevidljiva dijela spektra na krivotvorenim novčanicama. Posebnost je snimanje monokromatskih izvora svjetla uz razdvajanje valnih duljina. To je moguće analizirati samo u državnim laboratorijima, zbog specifičnosti opreme koja nije dostupna u javnosti. Svjetiljke širokopojasnog spektra, kojima se u financijskim institucijama provjerava autentičnost novčanica, ne mogu razdvajati valne duljine niti čuvati digitalne zapise na računalu. Eksperimentalni dio ovog istraživanja je proveden pod izvorima svjetla u rasponu od 254 nm do 1000 nm. Time je omogućeno dokazivanje autentičnosti, kao i međusobno kompariranje krivotvorenih novčanica. To je preduvjet za proširenje baze podataka, a samim time i kvalitetnije vještačenje. Kvalitetnije vještačenje omogućuje lakše klasificiranje u svrhu bržeg pronalaženja izvora i mogućih mjesta izrade krivotvorina.

## 1.1. Pregled dosadašnjih istraživanja

Dosadašnja istraživanja grafika iz područja vrijednosnica raznih valuta provedena su nerazornim forenzičkim metodama [41, Vila, Ferrer *et al.*, pp 257-263; 117, NAC OeBS], bazirana na osnovnim tiskarskim tehnikama i metodama reprodukcije zaštitnih elemenata. Postoji niz metoda za otkrivanje krivotvorenih grafika [31, Poldrugač, Stanić L.N., pp 44]. Osnovna je podjela na vizualne i instrumentalne metode. Vizualne metode su orijentirane na jednostavnu provjeru zaštitnih elemenata u široj javnosti. Instrumentalne metode omogućuju neosporno utvrđivanje autentičnosti pomoću opreme za financijske institucije, video spektralnih komparatora i uređaja za provjeru autentičnosti novčanica i kovanog novca. Ovaj rad je orijentiran na analizu krivotvorina pomoću video spektralnih komparatora, čije su mogućnosti u aspektu analize krivotvorenih novčanica još uvijek nedovoljno istražene. Razlog je nedostupnost krivotvorina potrebnih za analizu i stroga kontrola nabave uređaja. Metode analize zavise o nekoliko aspekata, a detalje propisuje svaka središnja banka zasebno. Novije metode proširuju infracrveno područje u kombinaciji s UV valnim duljinama [55, V. Žiljak, K. Pap *et al.*, pp 62-69]. Istraživanja su provedena na krivotvorenim i originalnim novčanicama eura, kuna, funta, američkih dolara, bosanskih konvertibilnih maraka, lira i njemačkih maraka<sup>1</sup>.

Unutar zemalja članica Europske unije, odnosno Europske monetarne unije, navedena se istraživanja provode u Nacionalnim centrima za analizu. Nacionalni centri za analizu su oformljeni unutar središnjih banaka u svrhu poduzimanja i provođenja mjera za sprječavanje krivotvorenja i otkrivanje krivotvorina na državnoj razini, te u svrhu suradnje s ovlaštenim institucijama u zemlji i inozemstvu na sprječavanju krivotvorenja i otkrivanju krivotvorina [90, Narodne novine]. Eksperimentalni rad za ovo istraživanje proveden je u Nacionalnom centru za analizu novčanica Hrvatske narodne banke u Zagrebu i Austrijske središnje banke u Beču.

Istraživanje krivotvorenih grafika temelji se na analizi zaprimljenih sumnjivih novčanica, te komparaciji s originalnim novčanicama. Na taj se način popunjavaju baze podataka u kojima su pohranjeni podaci vezani uz krivotvorene novčanice. U Republici Hrvatskoj je 2009. godine oformljen Nacionalni centar za borbu protiv krivotvorenja, analizu

---

<sup>1</sup> Talijanske lire i njemačke marke više nisu u optičaju

novčanica i kovanog novca. Godinama prije toga u Hrvatskoj narodnoj banci su provedena istraživanja krivotvorenih novčanica. U istraživanja su se uključivali i stručnjaci sa Grafičkog fakulteta, zbog dugoročnog iskustva u izradi dizajna zaštitnih elemenata za novčanice kuna [60,V.Žiljak,K.Pap et al; 61-62-63-64,V.Žiljak,Šutej]. Do 2008. godine istraživanja su provedena na nacionalnoj valuti (kunama), dok je krajem 2008.godine istraživanje prošireno na sve valute. Budući da ne postoji striktno definirani informacijski sustav, svaka središnja banka sustav temelji na vlastitom iskustvu. Hrvatska narodna banka je prvu verziju digitalnog sustava za klasifikaciju kuna razvila uz pomoć stručnjaka Grafičkog fakulteta. Obzirom na očekivanje pristupa Republike Hrvatske Europskoj monetarnoj uniji, razvijen je novi digitalni sustav sukladan sustavu Europske središnje banke. Navedene procedure sustavno su kreirane tek u ovom deceniju, što pokazuje potrebu za unapređenjem tih metoda. Zbog tiskarskih tehnika i resursa koji su dostupni bez kontrola i ograničavanja, očituje se važnost sustavnog proučavanja resursa koji se ne mogu komercijalno kupiti [103,I.Žiljak].

Istraživanje u Nacionalnom centru za analizu u Beču specifično je zbog mogućnosti analize svih do sada registriranih krivotvorina. Krivotvorine se međusobno razlikuju prema indikativima (podjela prema osnovnim načinima izrade i reprodukciji zaštitnih elemenata). Austrija je članica Europske monetarne unije, pa se istraživanja odvijaju prema propisima Europske središnje banke [121,Mund; 117,NAC OEBS ; 116,Weber]. Europska središnja banka prikuplja sve podatke o krivotvorenim novčanicama eura pomoću sustava CMS (Counterfeit Monitoring System). Na taj način su svi podaci tehničkih analiza (opisni i slikovni) pohranjeni u jednu bazu. Podaci sakupljeni unutar CMS sustava predstavljaju bazu za otkrivanje počinitelja i mogućih mjesta izrade krivotvorina. Vještačenje je provedeno komparacijom krivotvorenih novčanica sa uzorcima novčanica propisanim metodama. Navedeno je iskustvo neprocjenjivo za istraživanje krivotvorina, budući da se radi o zaštićenim sustavima (strojevima, bojama, podlozi...) čiji se izgled i princip rada ne mogu vidjeti na otvorenom tržištu. Istraživanja provedena poštujući striktno sustav CMS, omogućila su uvid u sve dobre i loše strane sustava. Razmatranje na višoj razini, koja uključuje znanstveni pristup, potaknulo je ideju o proširenju baza podataka o krivotvorenim i originalnim novčanicama.



Svi elementi dosadašnjih istraživanja začeli su niz procesa unutar Hrvatske narodne banke. Osnovni je cilj tih procesa bio, temeljem dosadašnjeg iskustva, nastaviti kvalitetno istraživanje u Nacionalnom centru za analizu novčanica i kovanog novca.

Dosadašnja vještačenja strane valute, od 1993. godine, provođena su u centru za kriminalistička vještačenja „Ivan Vučetić” [102,Šop,pp 106-110]. Bila su bazirana na nekoliko osnovnih podataka: papir, dimenzije krivotvorine, osnovna tehnika izrade, zaštitna vlakanca, zaštitna nit, prozirni registar, hologram, UV-zaštita i OVI. Uz te elemente šturo je bilo navedeno da li su imitirani ili ne, te mjesto imitacije. Očito je da nisu istraženi svi zaštitni elementi, te da nisu istražene metode imitacije.

Osnutkom NCAN sve krivotvorene novčanice iz MUP-a dostavljene su u Hrvatsku narodnu banku, Direkciju trezora, Nacionalni centar za analizu novčanica. Prijelazni period napuštanja poslova vještačenja novčanica u MUP-u i oformljivanja novog odjela u HNB-u, otvorio je ogromni novi prostor za unapređenje metoda vještačenja. Iz tog razloga sve su krivotvorene novčanice podvrgnute ponovnom ispitivanju.

Istraživanje je provođeno pomoću stereo mikroskopa i video spektralnog komparatora. Vještačene su krivotvorine svih načina izrade: krivotvorine izmijenjenog dizajna, krivotvorine izmijenjene nominalne vrijednosti, krivotvorine sastavljene iz više dijelova, krivotvorine bez imitacije zaštitnih elemenata i krivotvorine sa imitacijom zaštitnih elemenata. Krivotvorene novčanice su označene indikativima, što predstavlja osnovu klasificiranja krivotvorina. Izvještaji dobiveni takvim vještačenjem pokrivali su niz zaštitnih elemenata, no sam sustav nije u potpunosti pokrivaio sve potrebe istraživanja u svim segmentima[127,Hrvatska narodna banka]

Vještačenje se odvijalo striktno prema uvjetima Europske središnje banke, što je omogućilo uvid u manjkavosti sustava. To me potaknulo na niz akcija unutar istraživanja svojstava krivotvorina, a u svrhu unapređivanja metoda otkrivanja krivotvorenih novčanica.

## 1.2. Svrha istraživanja

Tijekom istraživanja krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica uočena je potreba da se pitanju ispitivanja autentičnosti novčanica pristupi na znanstvenoj razini. Obzirom na razvoj tehnologije, postavlja se pitanje zaštite vrijednosnica od krivotvorenja. Ovisno o vrsti vrijednosnica upotrebljavaju se različite zaštite.

Proizvodnja zaštićenih vrijednosnica je zahtjevan proces zbog njihove kompleksnosti [40, Van Renesse, pp 265-292 ] i specifične proizvodnje pomoću više tehnika tiska [86, Narodne novine; 40, Van Renesse, pp 115-125]. Vrste tiska ovise o vrsti vrijednosnica, da li imaju novčanu vrijednost ili su realna tražbina prema izdavatelju. Tijekom eksperimentalnog rada analizirane su vrijednosnice širokog spektra, od novčanica, preko osobnih dokumenata do jednokratnih vrijednosnica poput karata za kulturne i sportske događaje. Širina obujma eksperimenta pokazala je probleme sa krivotvorenjem širokog spektra vrijednosnica.

Kompleksnost se najviše očituje pri tisku novčanica. Zbog velikog obujma otisnutog materijala, odstupanja su usko definirana tolerancijama. To je razlog zašto se teži tisku novčanica iste nominalne vrijednosti u jednoj tiskari. 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.

Iznimka ovog pravila je tisak novčanica eura. Količine potrebne za optičaj ne moguće je tiskati u samo jednoj tiskari. Osim toga, potrebno je uzeti u obzir i probleme monopola. Već je tijekom tiska testnog primjerka, različitog u dizajnu, ali sa svim zaštitnim elementima viših i nižih apoen, bilo uključeno osam tvornica papira i deset tiskara. Nulta proizvodnja, tisak novčanica identičnog dizajna i sigurnosnih elemenata, dokazala je potrebu za uključivanjem većeg broja tiskara. U konačnici se euro tiska u petnaest europskih tiskara, a zaštićeni papir izrađuje u devet tvornica papira.

Svi sudionici se strogo pridržavaju propisanih kriterija, kako novčanice eura otisnute na različitim mjestima ne bi pokazivale odstupanja. Specifikacije tiska zaštićenih elemenata određene su otiskivanjem primjeraka u svim tiskarama uključenim u proces. Odobrenom primjerku od strane komisije Europske središnje banke, prilagodile su se sve tiskare.

Provedena istraživanja su dokazala kako je tisak identičnih primjeraka novčanica u različitim tiskarama moguć u teoriji, no ne i u praksi. Postoje minimalna odobrena odstupanja tzv. wobling. Odstupanja su toliko mizerna da ih je moguće istražiti samo posebnim forenzičkim instrumentima unutar laboratorija središnjih banaka. Za krajnje korisnike ne postoje nikakve razlike. Radi jednostavnije predodžbe potrebe za tolikim brojem tvornica papira i tiskara potrebno je napomenuti broj novčanica eura pušten u opticaj 01.01.2002. godine. Otisnuto je 14.9 milijarda komada novčanica, u vrijednosti od 633 milijarda eura [97,European Central Bank,pp 52-53].

Grafički procesi su osnovna zaštita vrijednosnica kroz više segmenata [12,Kipphan,pp 423-429]. Izrada ovisi o vrsti vrijednosnica i prolazi nekoliko faza. Zajednički im je aspekt sigurnost [80,Currency News]. Novčanice predstavljaju vrijednosnice najviše sigurnosne razine čija reprodukcija predstavlja kazneno djelo [84,87,88,89,90 Narodne novine]. Sigurnost se proteže kroz zaštićene materijale, strojeve i procese. Kako bi se otežalo krivotvorenje primjenjuje se cijeli niz tiskarskih metoda i neprestano se istražuju nove [56,Žiljak V.,Pap.*et al*,pp 169-174]. Razvoj je omogućen neprestanim napretkom u području tiska [4,Bolanča,Golubović,pp 125-146]. Danas se novčanice izrađuju parcijalno u nekoliko faza, kombinirajući više tehnika tiska: offset, knjigotisak, intaglio tisak, sitotisak i foliotisak [39,Šop,pp 198-206; 59,Žiljak].

Zaštićene vrijednosnice dugo su otiskivane samo konvencionalnim tehnikama tiska, ponajviše zbog sigurnosti. No, promjene se očituju i u tom području. Rapidni razvoj digitalnih tehnika tiska doprinosi njegovoj nadmoćnosti nad klasičnim tiskom. Koristi se za otiskivanje široke lepeze proizvoda zbog brzine, nižih troškova, brzine pripreme i jednostavne kontrole tiska. Osobni se dokumenti sve više otiskuju digitalnim tiskom, pogotovo vrijednosni dokumenti poput domovnica, vlasničkih listova ili svjedodžbi. Razvoj je omogućio zaštitne elemente koji mogu biti otisnuti digitalnim tiskom, pa nije potrebno izrađivati tiskovne forme za konvencionalan tisak.

Najviše otpora digitalnom tisku očituje se u tisku novčanica. U poglavlju 2.4. pobliže su opisani konvencionalni tiskarski procesi za tisak novčanica. Upravo je tisak najveća, gotovo nepremostiva zapreka krivotvorenju novčanica. Čitav niz pomno odabranih zaštitnih elemenata štiti novčanice od krivotvorenja. Zaštićeni elementi su tek djelomično dostupni cjelokupnoj javnosti, a i tada samo način provjere istih. Provedena anketa pokazala je koliko je javnost upućena u zaštitne elemente, kao i mišljenje javnosti o povjerenju u novčanice. Razrada ankete nalazi se u poglavlju 3.4.

Tehnološki proces izrade grafičkih elemenata u potpunosti je zaštićeno područje [119, Oesterreichische Nationalbank; 121, Mund]. U širem smislu, sigurnost novčanica je provedena odvajanjem procesa izrade na tri dijela: proizvodnja zaštićenog papira, proizvodnja resursa i zaštićeni tisak. U užem smislu, navedene je dijelove moguće razdijeliti na niz postupaka i procesa koji se odvijaju nezavisno, no u konačnici predstavljaju jedan zavisan proizvod. Slijedom istog, nužno je uključivanje stručnjaka iz više znanstvenih područja u proces vještačenja. Tek analize provedene u profesionalnim laboratorijima pod stručnim vodstvom mogu pružiti realne informacije o krivotvorenim vrijednosnicama.

Svrha ovog istraživanja je analiza svih do sada zaprimljenih krivotvorenih novčanica, u cilju stvaranja novog informacijskog sustava koji bi omogućio lakšu i bržu komparaciju krivotvorina s originalnim novčanicama, ali i krivotvorina međusobno. Eksperimentalni rad je dokazao kako je razvoj digitalnog tiska jasno vidljiv i pri krivotvorenju vrijednosnica. Možemo govoriti o velikom broju krivotvorina izrađenih ispisom na ink jet ili laserskim pisačima. To je jedan od razloga zašto se tisak originalnih novčanica i dalje provodi konvencionalnim metodama.

Dosadašnje istraživanje me uvjerilo kako do sada nisu u potpunosti istražene sve metode vještačenja. Metode su se najviše bazirale na usporedbi krivotvorina i originala. Poboljšanje u tom pogledu predstavlja razrađeni digitalni sistem za međusobnu usporedbu krivotvorenih novčanica razdvajanjem valnih duljina. U poglavlju 3. razrađene su poboljšane metode vještačenja, koje omogućuju jednostavnije klasificiranje i međusobnu komparaciju krivotvorina.

Problemi krivotvorenja sa kojima se susreću sve države, pa tako i Republika Hrvatska, su veliki. Ulaskom u Europsku monetarnu uniju očekuje se još veća tendencija otkrivanja krivotvorenih novčanica u opticaju. Nasuprot tome, znanja su relativno mala i zatvorena u specijalistički krug. Time se stvara potreba za projektiranje novog informacijskog sustava i poboljšanjem forenzičkih metoda vještačenja.

Značajno proširenje baze podataka barijernim skaniranjem detalja prikazano u ovom radu, omogućuje kvalitetnije vještačenje i lakše klasificiranje u svrhu bržeg pronalaženja izvora i mogućih mjesta izrade krivotvorina. Time se daje doprinos suzbijanju izrade krivotvorina i smanjenju optičaja.

Dodatna svrha ovog istraživanja je stvaranje baze analizom načina reprodukcije zaštitnih elemenata. Drugačijim, širim pristupom vještačenju grafičkih elemenata, stvara se baza podataka koja omogućuje uočavanje manjkavosti na pojedinim zaštićenim elementima. Na taj se način dokazuje nepotrebnost određenih elemenata na budućim izdanjima novčanica.

### 1.3. Cilj istraživanja

Osnovni cilj istraživanja je izrada strategije unapređenja metoda procesa vještačenja krivotvorenih grafika, u svrhu suzbijanja izrade i raspačavanja krivotvorenih novčanica.

Sama metoda se, kao i dosadašnje, temelji na sporazumu o suradnji u području sprečavanja krivotvorenja što se usuglašava između Hrvatske narodne banke i Interpola, Europolu i središnjih banaka u Europi [115, ECB-HNB; 82-83 Official Journal of the European Communities]. Cilj se očituje u proširenju i poboljšanju metoda vještačenja, koje su dosada striktno pratile Europsku regulativu. Većina država svoj sustav praćenja krivotvorina bazira na sustavu CMS [119, Oesterreichische Nationalbank]. Detalji vještačenja putem Counterfeit Monitoring System-a dostupni su od strane Europske središnje banke za Nacionalne centre središnjih državnih banaka. „Manual of Procedures for Reported Euro Counterfeits“ [120, European Central Bank] je povjerljiv dokument koji je u ovom radu iskorišten kao platforma. Svi elementi su nadograđeni i predloženo je vještačenje bazirano na odzivu pod specifičnim valnim duljinama spektra.

U tu svrhu neophodno je uvesti sustav baze podataka koji će prikazivati svaki detalj reprodukcije krivotvorenih novčanica. Predlaže se barijerno skaniranje podataka pod različitim parametrima i izmjenom izvora svjetla, te digitalni zapis u sustav. Višestruko skaniranje u nevidljivom dijelu spektra može se koristiti kao dokaz, što je razrađeno u poglavlju 3. Razdvajanje valnih duljina vidljiva i nevidljiva dijela spektra provedeno je pomoću specijalnih uređaja poput docucenter experta, koji omogućuju stvaranje digitalnog zapisa sa precizno određenim parametrima. Time je ostvaren osnovni uvjet za ponavljanje analize pod istim uvjetima.

Cilj je prikazati povezanost između krivotvorenih grafika. Kod novčanica je potrebno povezati krivotvorine različitih apoeni i nominalnih vrijednosti. Dosadašnja vještačenja su bazirana na kvalitativnim mjerenjima, orijentirana isključivo na valnu dužinu od 830 tj. 850 nm., stoga se predlaže poboljšanje u kvantitativnom aspektu. Temelj su bile poveznice načina imitacije zaštitnih elemenata stvarajući mrežu informacija naziva spider-web. Novost je proširenje mreže unošenjem informacija dobivenih barijernim IR skaniranjem. Zaštitni elementi koji pokazuju specifičan odziv u određenim segmentima infracrvenog dijela spektra

počeli su se ciljano otiskivati na novčanice tek krajem dvadesetog stoljeća. Zbog nedostataka ljudskog vida, kontrolu je potrebno vršiti instrumentalnim putem, pod zračenjem od 830 ili 850 nm. Skaniranje se vrši pomoću uređaja sa softverom ciljano projektiranim za to područje spektra, koji sliku zacrnjenja translatairaju u vidljivo područje. Istraživanje je bazirano na sustavnom provođenju analiza dijeljenjem infracrvenog spektra u trinaest dijelova i unošenjem informacija u bazu podataka. Dani podaci predstavljaju smjernice za povezivanje krivotvorina različitih valuta i nominalnih vrijednosti. Takva su mjerenja potrebna zbog sve sofisticiranijih metoda izrade krivotvorina [131,United States Secret Service ; 128, Oesterreichische Banknoten-und Sicherheitsdruck GMBH ; 117-129,NAC,OeBS]. Vrijednost istraživanja se očituje u mogućnosti povezivanja krivotvorina sa krivotvoriteljem odnosno mjestom krivotvorenja. Istraživanja su dokazala kako krivotvorene vrijednosnice mogu davati isti odaziv u nekim segmentima spektra, ali nikada u svim. Vještačenje podjelom IR spektra na trinaest segmenata neizostavno ukazuje na isti način izrade i mjesto izrade. Skanirani i digitalno pohranjeni podaci predstavljaju ključni dokaz protiv krivotvoritelja.

Povećanje kvalitete samog procesa, doprinosi lakšem uvidu u načine krivotvorenja. Poboljšanje se očituje u većem opsegu analiza i procedura unutar vidljiva i nevidljiva spektra. Svi skanirani detalji su sačuvani unutar digitalnog sustava, te ih je moguće neograničeno puta pregledavati i komparirati. Budući da su krivotvorene novčanice sudski dokazi, značajan je pomak u njihovu očuvanju od habanja ili nehoteičnog oštećivanja tijekom vještačenja.

Detaljniji uvid u načine izrada krivotvorina omogućuje izdavačima novca primjenu novih tehnoloških postupaka koji otežavaju ili čak onemogućavaju krivotvorenje. Budući da je većina krivotvorina reproducirana digitalnim tehnikama tiska, najnovija istraživanja idu upravo u smjeru projektiranja zaštitnih elemenata koje nije moguće kvalitetno reproducirati digitalnim tehnikama tiska. Istraživanja su dokazala kako se takvi zaštitni elementi ponavljaju, uz eventualna poboljšanja, na gotovo svim novim serijama novčanica [68,Exchange; 71,Zerbes].

Optički varijabilni uređaji poput holograma ili kinegrama postali su neizostavna zaštita viših apoenaa, od kada su prvi put otisnuti 1988.godine na austrijskoj novčanici od 5000 schillinga. Optički varijabilna boja, različite nijanse, zaštitni je element i na europskim i na američkim novčanicama.

Analiza redizajnirane novčanice od 100 dolara pokazuje ponavljanje zaštitnog elementa tvrtke Crane naziva *motion* [111,W03]. Od kada je 2006.godine prvi put upotrebljen kao zaštita na švedskoj novčanici od 1000 kruna, deset središnjih banaka ga je iskoristilo za povećanje nivoa sigurnosti. Danas ga možemo locirati na čak 26 različitih apoena. Njegova je vrijednost definitivno potvrđena redizajniranom novčanicom od 100 USD. Upravo je definiranje zaštitnih elemenata kroz njihove dobre i loše strane cilj ove disertacije. Temeljem utvrđivanja manjkavosti zaštitnih elemenata u poglavlju broj 4. dani su prijedlozi poboljšanja dizajniranja. Prijedlozi su bazirani na eksperimentalnom radu i dosadašnjem iskustvu, kao i na patentima koji su dostupni za zaštitu novčanica, ali još nisu upotrebljeni u tu svrhu.

Sukladno navedenom cilju istraživanja, analiza manjkavosti zaštitnih elemenata seže od povijesnih novčanica, analiziranim u poglavlju 3.5, do danas. Utvrđeno je da su se pojedini elementi pokazali izvrsnima, te su sastavni dio novčanica od kada su prvi puta upotrebljeni. To se definitivno može reći za vodeni znak.

Pri utvrđivanju manjkavosti neophodan je osvrt i na četiri nivoa zaštite novčanica [102,Šop,pp 84-92]. Zaštitni element može biti vrlo dobro ocjenjen na nivou financijskih institucija, no loše prepoznatljiv od strane javnosti [96, de Heij, pp 1-117]. Provedena je anketa na tri nivoa: javnost, financijski djelatnici i vještaci središnjih banaka. Temeljem anketa postavljen je cilj utvrđivanja manjkavosti sigurnosnih elemenata u cilju korigiranja novih izdanja novčanica.

Poboljšanje procesa ima utjecaj i na protok informacija. Informacije, kao najvažniji “proizvod” današnjice, moraju biti pravovremeno i sigurno dostavljene do određenog odredišta [17,Nadrljanski,pp 262-266]. Unapređenje procesa vještačenja omogućit će brži i sigurniji protok informacija o izvorištu krivotvorenih grafika.



## 1.4. Hipoteze doktorske disertacije

Na temelju do sada provedenih provedenih istraživanja, postavljene su hipoteze doktorske disertacije :

Hipoteza br. 1 : Selektivnim barijernim skaniranjem koje uključuje raspon od 254 do 1000 nm unapređuju se metode analiza vrijednosnica, u cilju poboljšanja kvalitete procesa vještačenja.

Hipoteza br. 2: Unapređenje procesa vještačenja omogućuje brži i sigurniji protok informacija o izvorištu krivotvorenih grafika, kroz proširenje baze podataka o zaštićenim grafičkim elementima

Hipoteza br. 3: Utvrđivanjem manjkavosti zaštićenih grafičkih elemenata, moguće je postaviti prijedlog o korigiranju u budućim izdanjima vrijednosnica

Navedene hipoteze se oslanjaju na vještačenje krivotvorina u širem spektru radijacije, od 254 nm do 1000 nm. To područje nije u potpunosti istraženo zbog nedostupnosti uvjetovane zaštitom podataka i stroge kontrole nabave profesionalnih forenzičkih uređaja. Istraživanje je moguće provesti isključivo na uređajima koji razdvajaju valne duljine korištenjem barijera. Predložena je sustavna parcijalna analiza unaprijed određenih dijelova vrijednosnica, prema specificiranim parametrima. Takva analiza predstavlja proširenje u odnosu na dosadašnje vještačenje. Dosadašnje analize su bile bazirane na vještačenju krivotvorenih novčanica pod slijedećim dijelovima spektra: imitacija dnevne svjetlosti, UV zračenje od 365 nm i IR zračenje od 830 nm. Ciljano su kontrolirane reakcije na zračenje u komparaciji sa reakcijama originalnih vrijednosnica pod istim uvjetima. Vidljivo je ograničeno korištenje video spektralnog komparatora, isključivo za kontrolu reakcije pod ciljanim zračenjem. U radu se pokreće pitanje mogućnosti sustavnih barijernih analiza u svim dijelovima spektra. Taj dio nije dosad istražen, jer se smatralo kako je krivotvorene novčanice potrebno ispitati samo u aspektu sličnosti i razlika naprema originalnoj novčanici iste valute i nominalne vrijednosti. Nisu uzete u obzir posebnosti ponašanja pod ostalim dijelovima spektra, već samo u dijelovima za koje su ciljano projektirana zaštitna obilježja. U radu je

dokazana potreba proučavanja i dokumentiranja odaziva u rasponu od 254 nm do 1000 nm. Razlog se očituje u nedostatku kontrole kvalitete pri izradi krivotvorina. Imitacija većine zaštitnih elemenata se temelji na činjenici kako je osnovna namjera krivotvoritelja zavarati javnost tek toliko koliko je potrebno da novčanica promijeni vlasnika.

Daljnje poboljšanje kvalitete vještačenja uključuje proširenje baze podataka, kao i mogućnost komparacije zasebnih elemenata krivotvorenih vrijednosnica. Komparacija je omogućena pomoću višestrukog skaniranja svakog detalja pod određenim parametrima i spremanja u digitalnu bazu podataka. Razrada parametara barijernog skaniranja provedena je u poglavlju broj 3. prema zaštitnim elementima. Ovisno o vrsti tiska i vrsti zaštitnog elementa mijenjaju se parametri. Novost je prijedlog selektivnog skaniranja svih zaštitnih elemenata pod mekim, prijelaznim i tvrdim infracrvenim zračenjem. Forenzički uređaj poput docucenter experta omogućuje razdjelu infracrvenog spektra u 13 segmenata, od 570 nm do 1000 nm. Boje ovisno o komponentama, vrsti tiska i nanosu, imaju različiti odaziv pod infracrvenim svjetlom. Stoga međusobna komparacija krivotvorenih vrijednosnica pod istim parametrima nesumljivo upućuje na tehniku i mjesto izrade krivotvorina. Utvrđivanje svake hipoteze je popraćeno detaljnim izvještajem, te se u potpunosti može ponoviti. Time se postiže unapređenje vještačenja sa aspekta otkrivanja načina reprodukcije.

Hipoteza o utvrđivanju manjkavosti zaštitnih elemenata potvrđena je analizom povijesnih zaštićenih vrijednosnica. Zbog nedostupnosti materijala istraživanja na slobodnom tržištu, zatražena je arhivska građa iz Arheološkog muzeja u Zagrebu. Eksperimentalni rad proveden na povijesnim vrijednosnicama ponudio je odgovore o manjkavosti pojedinih zaštitnih elemenata. U poglavlju 3.5 izložene su analize eksperimentalnog rada i stečena saznanja koja dokazuju ponavljanje pojedinih zaštita tijekom vremena, te korigiranje u aspektu kombiniranja zaštita.

Za očekivati je da će ove hipoteze otvoriti put novim znanstvenim spoznajama i daljnjem istraživanju u području vještačenja vrijednosnica.

## 1.5 Očekivani znanstveni doprinos

Očekivani znanstveni doprinos je nova metoda u pristupu vještačenju. Sastoji se od unapređenja procesa vještačenja na bazi digitalnog sustava za unos podataka o krivotvorenim novčanicama. Vještačenje je bazirano na metodi barijernog skaniranja u širokom spektru, te zapisivanju vidljivih i nevidljivih slika. Metode su omogućene potpuno novim forenzičkim instrumentima specijaliziranim za vrijednosnice. Video spektralni komparatori sa mogućnošću razdvajanja valnih duljina projektirani su pod strogom kontrolom što se tiče nabave. Stoga krivotvoritelji ne mogu saznati kako se originalne novčanice ponašaju pod utjecajem određenog zračenja, te ih ne mogu niti reproducirati.

Dokazi prikupljeni na znanstvenoj razini tijekom eksperimentalnog rada su relevantni i omogućuju uvid u kvalitetu izrade grafičkih elemenata. Zahvaljujući navedenim forezičkim uređajima, očekivani znanstveni doprinos ima elemente dokaza i ponovljivosti. Iz toga proizlazi sustav na bazi znanja koji omogućuje olakšano prepoznavanje i klasificiranje krivotvorina, s ciljem smanjenja opticaja.

Znanstveni doprinos ovog rada je uvođenje novih postupaka, novih metoda i novih procedura u području otkrivanja krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica. Predložena je detaljna analiza širokog spektra razdijeljenog na uske segmente sa ciljem otkrivanja krivotvorenih grafika u ovisnosti o svojstvima boja. Razrađena je važnost analiziranja vrijednosnica razdvajanjem ultraljubičastog i infracrvenog svjetla. Tiskarske boje različito reagiraju pod UV i IR svjetlom ovisno o nizu parametara poput količine boje, penetracije, sušenja itd. Uz pomoć instrumenata moguće je izmjeriti različit odziv boja i opisati ih pomoću parametara u CIE-Lab,SRGB ili HSB kolor sistemu. Siva ili crna područja koja su vidljiva pod infracrvenim svjetlom, nestaju ovisno o uporabljenim tiskarskim bojama. Svojstva tiskarskih boja uvjetuju da se magenta (M) i žuta (Y) ne vide iznad 570 nm, a cijan (C) iznad 815 nm. Jedino se karbon crna (K) odaziva do 1000 nm. Ta svojstva su iskorištena u eksperimentalnom dijelu rada za dokazivanje autentičnosti vrijednosnica.

Analiziranje je potrebno proširiti na povijesne vrijednosnice radi uočavanja manjkavosti pojedinih zaštitnih elemenata. Navedeno predstavlja osnovu za projektiranje budućih vrijednosnica. Uočavanje manjkavosti zaštitnih elemenata, upućuje na nepotrebnost pojedinih elemenata, te sadrži prijedlog njihovog napuštanja u budućim izdanjima.

Očekivani znanstveni doprinos je priprema za reprodukcije vrijednosnica koje se očekuju u doglednoj budućnosti. Zbog napretka u aspektu digitalnog tiska za očekivati je imitacije zaštitnih elemenata na vrijednosnicama otiskivanjem na digitalnim tiskarskim strojevima. Za potrebe rada provedeno je otiskivanje nekoliko zaštitnih elemenata na stroju za digitalni tisak Xeikon. Otisnuti primjeri su sastavni dio ovog rada. Temeljem tih primjera predložene su metode otkrivanja, u slučaju reprodukcije vrijednosnica na taj način. Takva priprema je neophodna zbog potrebe da se bude uvijek barem jedan korak ispred krivotvoritelja.

Doprinos ovog rada je proširenje nove metode otkrivanja krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica. Proces je unaprijeđen višestrukim skaniranjem u širokom spektru, razdvajanjem valnih duljina i zapisivanjem vidljivih i nevidljivih slika. Uvedene su nove procedure povezivanja indikativa bazirane na digitalnom sustavu za unos podataka. Utvrđeno je da se svojstvo različitog odaziva boja može iskoristiti za određivanje autentičnosti vrijednosnica. Ovo znanstveno istraživanje otvara mogućnost daljnjeg istraživanja u području vještačenja vrijednosnica. Primjena je vrlo široka, te nadilazi analiziranje krivotvorenih vrijednosnica.

## 2. ZAŠTITNI ELEMENTI NA VRIJEDNOSNICAMA

Zaštitni elementi na novčanicama predstavljaju u potpunosti zaštićeno područje. Znanja o resursima i tehnološkim procesima izrade su zatvorena u uskom krugovima [117-128-129, Oesterreichische Banknoten-und Sicherheitsdruck GMBH]. Tek su djelomično dostupni cjelokupnoj javnosti, no samo prvi nivo kroz aspekt provjere autentičnosti. Stoga ih možemo promatrati kroz dvojaku ulogu. Otežavaju reproduciranje i omogućavaju javnosti lako prepoznavanje originalnih novčanica [109,W01; 110,W02], te pružaju povjerenje onima koji se njima koriste.

U današnje doba rizik od krivotvorenja novčanica je vrlo velik [18,National Research Council of the National academies, pp 8-9]. Razlog je ubrzani razvoj digitalizacije i informatizacije [54,V.Žiljak,K.Pap,pp 3351–3358]. Moderne digitalne tehnike reprodukcije nude mogućnost brze i jeftine izrade prilično dobrih kopija. Krivotvorenje se smatra trajnom opasnošću, pa se novčanice zaštićuju nizom zaštitnih obilježja [67,Brongers; 123,Hrvatska narodna banka, 128, OeBS].

Zaštitna obilježja za potrebe istraživanja i procedure otkrivanja krivotvorina podijeljena su u četiri stupnja. Količina i vrsta zaštitnih elemenata na novčanicama ovisi o raznim čimbenicima. Kombinacija zaštitnih elemenata ovisi o nominalnoj vrijednosti novčanice, količini u optjecaju, podložnosti krivotvorenju itd. Najviše ih ima u prvom stupnju zaštite i sa njima je javnost detaljno upoznata. Pod pojmom upoznavanja javnosti smatra se medijsko eksponiranje podataka o izgledu zaštitnih elemenata, poziciji na novčanici i načinom provjere [109,W01; 110,W02]. Potrebno je naglasiti kako navedeni podaci ne odaju način izrade zaštitnih elemenata, već samo način provjere istih.

Nedostatak uniformiranosti tj. strogo određen broj zaštitnih elemenata doprinosi tome da su pojedine novčanice natrpane zaštitnim elementima, dok drugima jedva možemo utvrditi autentičnost. Mišljenja stručnjaka su podijeljena. Brojna razmatranja i istraživanja u tom pogledu daju se u specijaliziranoj literaturi, poput časopisa Infosecura, Exchange, Keesing Journal of Documents & Identity, Report i Currency News [65-81]. Diskutirajući novčanice kuna, očito je kako je potreba za dogradnjom suvremenih zaštitnih obilježja, inicirala drugu

seriju novčanica. Broj zaštitnih elemenata se povisio na više od dvadeset, koliko je optimalno za zaštitu [124,Hrvatska narodna banka].

## 2.1. Zaštitna obilježja prema stupnjevima namjene

Zaštitna obilježja prvog stupnja služe za provjeru autentičnosti novčanica u javnosti. Baza je osnovno znanje koje omogućuje odgovore na ova četiri pitanja [96,de Heij,pp 67-74]:

- orijentacija                   GDJE se nalazi zaštitno obilježje
- navigacija                    KAKO locirati zaštitno obilježje
- identifikacija               ŠTO predstavlja zaštitno obilježje
- informacija                  KAKO provjeriti zaštitno obilježje.

Ukoliko javnost nije upoznata sa ova četiri aspekta, kvaliteta zaštitnog objekta ne znači ništa. Osim navedenoga, potrebno je obratiti pažnju na veličinu zaštitnih elemenata. Sukladno istraživanjima ljudske percepcije veličina zaštitnih objekata ne smije biti manja od 10 mm \* 3-4 mm [96,de Heij,pp 41-66]. Ova dimenzija je dovoljna za verifikaciju ljudskim okom. Tablica pod rednim brojem. 1 prikazuje podjelu zaštitnih elemenata prvog stupnja prema ljudskim osjetima. Osjetila njuha i okusa za sada nisu uključena u provjeru autentičnosti.

Tablica 1 Podjela zaštitnih obilježja prvog stupnja prema osjetima

ZAŠTITNO OBILJEŽJE	VID	DODIR	SLUH	NJUH	OKUS
zaštićeni papir	x	x	x		
nijansirani papir	x				
reljefni tisak	x	x	x		
latentna slika	x				
iris tisak	x				
zaštitna mreža	x				
vodeni znak	x				
zaštitna nit	x				
tekst unutar zaštitne niti	x				
kinegram / hologram	x				
prelijevajuća boja	x				
prozirni registar	x				

Komparacija zaštitnih obilježja dokazuje kako se najviše zaštitnih elemenata prvog stupnja provjerava osjetom vida. Uzevši u obzir probleme percepcije, očita je potreba za osmišljavanjem većeg broja zaštitnih elemenata koji bi se provjeravali ostalim osjetima.

Sukladno osjetima, definirani su načini provjere autentičnosti sumnjive novčanice (tablica br. 2).

Tablica 2 Podjela zaštitnih obilježja prvog stupnja prema načinu provjere

ZAŠTITNO OBILJEŽJE	POGLEDAJ	OSJETI	TITRAJ
zaštićeni papir	x	x	
tonirani papir	x		
reljefni tisak	x	x	
latentna slika			x
iris tisak	x		
zaštitna mreža	x		
vodeni znak	x		
zaštitna nit	x		
tekst unutar zaštitne niti	x		
kinegram / hologram			x
prelijevajuća boja			x
prozirni registar	x		

Zaštitna obilježja drugog stupnja služe za verifikaciju autentičnosti u financijskim institucijama tj. na mjestima gdje se rukuje velikim iznosima gotovine. Za provjeru ovih zaštitnih obilježja potrebna su pomagala poput povećala, ultraljubičastih i infracrvenih kamera.

Zaštitna obilježja trećeg i četvrtog stupnja moguće je provjeriti samo u gotovinskim centrima i laboratorijima središnjih banaka. U gotovinskim centrima ih detektiraju softveri ugrađeni u sustave za prijem, izdavanje i obradu gotovine. U laboratorijima središnjih banaka analiziraju se pomoću specijalnih forenzičkih instrumenata čija je nabava ili ne moguća za javnost ili strogo kontrolirana. Razlog je zaštita podataka o odzivu pod određenim valnim duljinama. Ako krivotvoritelji ne znaju kako je sigurnosna boja projektirana, ne mogu je krivotvoriti.

Tablica 3 Zaštitna obilježja prema stupnjevima namjene

STUPNJEVI NAMJENE	ZAŠTITNA OBILJEŽJA
<p><b>I.</b> JAVNOST</p>	<p>zaštićeni papir, nijansirani papir, reljefni tisak, latentna slika, iris tisak, zaštitna mreža, vodeni znak, zaštitna traka, tekst unutar zaštitne niti, prozirni registar, hologram, kinegram, prelijevajuća boja</p>
<p><b>II.</b> FINANCIJSKE INSTITUCIJE ( KREDITNE INSTITUCIJE, POŠTE, FINA, ŠTEDIONICE)</p>	<p>minipismo i mikropismo, neflourescentni papir, zaštitne niti, UV boje, fluorescentna zaštitna traka, IR boja</p>
<p><b>III.</b> GOTOVINSKI CENTRI (SUSTAVI ZA PRIJEM, IZDAVANJE I OBRADU GOTOVINE)</p>	<p>M obilježje, numeracija s magnetskim svojstvima, magnetska svojstva zaštitne trake, vodljivost zaštitne trake, SC oznake</p>
<p><b>IV.</b> LABORATORIJI SREDIŠNJIH BANAKA</p>	<p>sva navedena zaštitna obilježja analizirana specijalnim forenzičkim uređajima koji omogućuju kontrolu pod određenim izvorima svjetla s različitim parametrima skaniranja</p>



## 2.2. Usporedba zaštitnih elemenata različitih valuta i nominalnih vrijednosti

Pozicioniranje zaštitnih elemenata, kao i njihov broj i vrstu, određuju središnje banke. Proučavanjem svjetskih novčanica uočljiv je trend standardizacije, kako kod vrste zaštitnih elemenata, tako i u dizajnu. Počevši s pitanjem, kako uopće komad tiskanog papira prepoznati kao novčanicu, moguće je klasificirati grafičke razlike i sličnosti. Potrebno je naglasiti kako su analizirane samo papirne novčanice.

Najveća razlika u dizajnu svjetskih novčanica je uočljiva na američkim novčanicama. Razlike u dimenziji i boji tijekom vremena su postale svojevrsan zaštitni znak. Simbol „\$“ diljem svijeta simbolizira novac. Stoga nije čudno dugo odupiranje promjenama. Drastični su redizajn, prvi od izdanja 1861. godine, novčanice američkih dolara doživjele 1929. godine redukcijom veličine. Redukcija je provedena u svrhu smanjenja troškova proizvodnje i poboljšanja zaštitnih elemenata. Omogućen je tisak 12 umjesto 8 novčanica po tiskovnoj formi, a zaštitni su elementi svojom formom približeni javnosti.

Tijekom održavanja seminara predstavnicima financijskih institucija vrlo se često raspravljalo o američkim dolarima sa dva aspekta: sličnosti u dizajnu za sve apoene i razlikama u zaštitnim elementima različitih izdanja. I jedno i drugo može dovoditi u zabunu, posebno u javnosti. Stoga se utvrđivanju autentičnosti kod dolara pristupa na ponešto drugačiji način nego kod ostalih valuta.

Osim navedenih razloga, treba uzeti u obzir i krivotvorine tipa „super dolar“ [18, National Research Council of the National academies, pp 9-17], čije vještačenje zbog rapidne sličnosti originalnim novčanicama treba obaviti posebno temeljito. Ponekad u analizu treba uključiti i stručnjake iz kemijskih laboratorija. Dodatna istraživanja se provode u suradnji sa Američkom ambasadom u Zagrebu. Za takve se analize predlaže maksimalno uvećanje detalja na uređaju docucenter expert, te obavezna upotreba stereo mikroskopa.

Najstariji zaštitni element na novčanicama američkih dolara je zaštićeni papir sa crvenim i plavim zaštitnim vlakancima u masi papira. Kao i kod europskih novčanica, zaštitni je papir nepremostiva prepreka za reprodukciju, te se to obilježje zadržalo do danas. Razlika je u vrsti zaštitnih vlakana. Kod većine novčanica zaštitna vlakanca nisu vidljiva na

dnevnom svjetlu, no fluoresciraju pod ultraljubičastim svjetlom od 365 nm. Kod američkih dolara zaštitna su vlakanca vidljiva na dnevnom svjetlu, dok su pod ultraljubičastim svjetlom od 365 nm nevidljiva.

U sljedećim je poglavljima razrađena digitalna baza podataka za krivotvorene novčanice. Kako bi bila funkcionalna za sve valute, potrebno ju je detaljno razraditi prema razlikama između valuta.

Analiza različitih izdanja dolara dokazala je približavanje tzv. europskoj školi dizajniranja novčanica. Prvotni portret, koji se nalazio unutar ovalnog okvira u središtu novčanice, na izdanju iz 1996. godine zamijenjen je većim ne uokvirenim portretom. Promijenjena mu je i središnja pozicija, zbog dodatnog zaštitnog elementa - vodenog znaka. Takvo pozicioniranje identično je europskim novčanicama, koje većinom kao glavni motiv imaju portret na licu novčanica i identičan vodeni znak. Izuzetak predstavljaju novčanice eura. Budući da portret nesumljivo naglašava nacionalne konotacije, bilo je ne moguće postići suglasnost po tom pitanju. Stoga se pri dizajniranju težilo naglašavanju pripadnosti Europi [97,European Central Bank,pp 10-30].

Sa serijom iz 2004 godine dolari su se još više približili dizajnu europskih novčanica. Zelena boja podloge, koja navodno simbolizira stabilnost valute, zamijenjena je toniranom podlogom. Postavlja se pitanje koliko je time najpoznatija valuta izgubila na stabilnosti? Ili je dobila? Mišljenja stručnjaka su podijeljena, no većina ipak smatra kako boja sama po sebi, ne može garantirati stabilnost valute [50, Žiljak-Vujić,Poldrugač et all,pp 1881-1886]. Tonirana podloga uvela je šarenilo na novčanice dolara, no uloga nije vizualna razlika, već zaštita od krivotvorenja. Boja nema primarnu ulogu kao kod europskih novčanica, već sekundarnu. Novčanice su najčešće različito tonirane ovisno o nominalnim vrijednostima, o čemu je proveden niz istraživanja u svrhu približavanja dizajna slabovidnim osobama [94,de Heij,pp 27-37].

Novčanice dolara dizajn su podredile potrebama slabovidnih osoba povećanjem nominalne vrijednosti na naličju novčanica. Prvotne su novčanice imale oznake nominalne vrijednosti visine oko 10 mm raspoređene u sva četiri ugla novčanice. Projektirano povećanje dolazi do izražaja 1996.godine na novčanici od 20 dolara. Uvećana je oznaka nominalne vrijednosti u donjem desnom kutu na 14 mm. Uvećanje nominalne vrijednosti se sustavno

nastavlja, pa se tako 2008. godine izdaje redizajnirana novčanica od 5 dolara sa oznakom veličine 26 mm. I spomenimo najnoviji redizajn novčanice od 100 dolara koji zbog tehničkih poteškoća još nije pušten u opticaj, iako je planirani datum bio 10.02.2011. Oznaka nominalne vrijednosti se proteže čitavom širinom desne strane naličja novčanice, pozicionirana od donjeg ruba novčanice prema gornjem.

Osim dizajna i zaštitni elementi prate pojave na europskim novčanicama, iako sa određenim odmakom. Na novčanicama izdanim od 1990. godine do danas nalazi se niz zaštitnih elemenata, koje nalazimo i na ostalim svjetskim novčanicama. Na seriji iz 1990. godine prvi je put upotrebljen mikrotekst. Ovo se zaštitno obilježje nalazi na gotovo svim svjetskim novčanicama, iako se razvojem digitalnih tehnika tiska sve više pokazuje nepotrebni. Analiza mikro i mini pisma provedena je na krivotvorenim novčanicama u poglavlju 3.7.1.

Također je prvi put upotrebljena zaštitna nit sastavljena od dvije plastične vrpce i alufolije. Analiza provedena na krivotvorenim novčanicama dokazala je poteškoće sa kojima se susreću krivotvoritelji pri pokušajima imitacije zaštitne niti. Ovaj se zaštitni element, upravo zbog visoke razine sigurnosti ponavlja na gotovo svim novčanicama. Posebnost kod američkih dolara, serije nakon 1996. godine, je odziv zaštitne niti pod ultraljubičastim svjetlom od 365 nm. Svaka nominalna vrijednost ima drugačiji odziv: novčanica od 100 USD fluorescentno crveno, novčanica od 50 USD fluorescentno žuto, novčanica od 20 USD fluorescentno zeleno, novčanica od 10 USD fluorescentno narančasto, novčanica od 5 USD fluorescentno plavo.

Različite pozicije zaštitne trake, kao i različiti odzivi pod UV svjetlom, vrlo su značajno obilježje za dolare. Zbog malih razlika između nominalnih vrijednosti, pogotovo u boji i dimenzijama, vodeći problem predstavlja reprodukcija krivotvorenje dodavanjem nula iza postojeće oznake nominalne vrijednosti na novčanicama.

Infracrvene boje na novčanicama USD kao zaštitni element počinju se upotrebljavati 2001. godine. Dio novčanice na naličju otisnut je bojama koje imaju odaziv pod IR svjetlom, a dio bojama koje nemaju odaziv pod IR svjetlom. Pod valnom duljinom od 830 nm, na naličju novčanica, boje koje nemaju odaziv pod IR svjetlom ostavljaju dojam različito pozicioniranih traka. Pozicija, debljina i količina traka ovisi o nominalnoj vrijednosti, što je

dobro za prepoznavanje originala. Za utvrđivanje autentičnosti neophodno je vrlo dobro poznavanje karakteristika svih nominalnih vrijednosti. U poglavlju 4. predloženi su zaštitni elementi koji pojednostavljaju utvrđivanje autentičnosti.

Zaštitni element koji nalazimo i kod europskih novčanica, i kod dolara, je optički varijabilna boja. Prvi je put upotrebljena 1996. godine na novčanici od 100 dolara, prelijevajući se iz crne u zelenu pri zakretanju novčanice. 2004. godine dodana je i na nominalne vrijednosti 50, 20 i 10 USD sa prelijevanjem iz bakrene u zelenu. Na redizajniranoj novčanici od 100 dolara oznaka nominalne vrijednosti i zvono zakretanjem novčanice prelijevaju se iz bakrene boje u zelenu. Zaštitni element prikazuje zvono u tintarnici. Zvono je otisnuto optički varijabilnom bojom, koja se pri zakretanju novčanice mijenja iz bakrene u zelenu, dok je tintarnica otisnuta bakrenom bojom koja se ne mijenja promjenom ulaznog kuta svjetlosti. Time je pojačan efekt optički varijabilne boje, koju je lakše uočiti na bakrenoj podlozi, a i sama promjena je zamjetljivija nego dosadašnji primjeri na novčanicama. Rasprava o načinu poboljšanja optički varijabilne boje provedena je u poglavlju 4 .

U slijedećim poglavljima razrađeni su zaštitni elementi s obzirom na načine reprodukcije, uz planiranje digitalne baze podataka. Bazu je moguće proširiti na sve svjetske novčanice. Detaljno su pojašnjeni zaštitni elementi na europskim novčanicama. Upravo stoga su u ovom poglavlju razrađene novčanice američkih dolara s aspekta približavanja europskim novčanicama, kako bi se lakše pojasnio pojam uniformiranosti zaštitnih elemenata. Redizajnirana novčanica od 100 USD, koja je trenutno u tisku, također je tonirana. Nastavak prakse toniranja novčanica dokaz je smanjenja krivotvorina u opticaja sa navedenim zaštitnim elementom, što je prepoznato i naglašeno u brošurama koje prikazuju novi dizajn dolara : „In order to keep counterfeiting low, the U.S. government continues to enhance the security of its currency...“<sup>2</sup>

Na redizajniranoj novčanici od 100 dolara pogled najviše privlači zaštitni optički varijabilni element tvrtke Crane naziva *motion*<sup>®</sup>, koji se već nalazi na čak 26 različitih svjetskih apoen a viših nominalnih vrijednosti. Plutajući elementi rezultat su leća veličine 30 μm koje se nalaze unutar zaštitne niti i uvećavaju simbole koji su otisnuti daleko manjim

---

<sup>2 2</sup> Hrv. „U namjeri da zadrži stopu krivotvorenja niskom, U.S. vlada nastavlja poboljšavati sigurnost valute...“

pismom od ikojeg do danas otisnutog mikro pisma [111,W03]. Ovaj interaktivni element dio je zaštićenog papira, te predstavlja vrhunsku sigurnost od skaniranja i kopiranja. Elementi koji se izmjenjuju zakretanjem novčanice (u ovom slučaju oznaka nominale „100” i zvono) ne mogu se reproducirati tiskom.

Pozicioniranje zaštitnih elemenata važno je i sigurnosnom i u vizualnom aspektu. Jedinstvena pozicija motiva omogućila bi automatsko prepoznavanje komada tiskanog papira kao novčanice. Jedinstvena pozicija zaštitnih elemenata omogućila bi jednostavno utvrđivanje autentičnosti svih valuta. Iako je provedeno niz istraživanja u tom smjeru, još uvijek nije moguća potpuna standardizacija.

### **2.3. Globalna edukacija - anketa**

Mjesecima prije izdanja novog apoenia provodi se globalna edukacija. Globalne edukativne kampanje važne su za sprečavanje cirkuliranja krivotvorina. Javnost predstavlja prvu barijeru pri otkrivanju krivotvorenih vrijednosnica. Sa novim sigurnosnim mjerama upoznaje se cjelokupna javnost putem različitih medijskih kampanja.

Kampanja za novčanice eura provođena je četiri mjeseca prije početka opticaia sa sloganom „Euro our money“, dok se kampanja za redizajniranu novčanicu od 100 dolara počela provoditi osam mjeseci prije početka opticaia pod nazivom „Know It's Features. Know It's Real“.

Vrijeme potrebno za kampanju ovisi o zastupljenosti novčanica na globalnom tržištu. Procjenjuje se da oko dvije trećine novčanica od sto dolara nije u SAD već u svijetu, tako da nije ni čudo što državna rizničarka Rosie Rios spominje višemjesečnu "globalnu edukaciju" o osobinama nove novčanice. Globalna se kampanja mora vrlo oprezno provoditi, u suradnji sa stručnjacima raznih profila. Jedan od razloga je slijedeći: što se češće spominju krivotvorine, to je javnost jače uvjerena da postoji više krivotvorina u opticaiaju. Postoji niz prijedloga o načinu edukacije javnosti. Neophodno je uvažavanje mišljenja stručnjaka, koji cijele dane vještače krivotvorine. Potaknuti problemima sa kojima su svakodnevno suočeni, vrlo često diskutiraju o načinima unaprijeđenja širine znanja o vrijednosnicama u javnosti. Kolega iz nacionalnog centra, sa dugogodišnjim iskustvom, predložio je specifičnu ideju edukacije

putem televizije. „Svaki dan, deset sekundi prije Dnevnika, i uskoro će svi znati kako provjeravati nacionalnu valutu“. Televizija je medij kojim je najlakše doći do svakog pojedinog korisnika, pa vjeruje kako će ljudi najbolje upamtiti informacije o zaštitnim elementima, ako se na jednostavan način prikaže i pojasni način provjere. Najnovije edukacije su proširene na sve društvene razine. Ciljano su izdane i edukativne računalne igre u svrhu učenja zaštitnih elemenata najmlađeg dijela populacije. Za euro „Euro run competition“ i „Find the security features“ [112, W04], a za dolar „Design your own bill“ [113, W05].

Nakon puštanja novih apoena u opticaj periodično se provode ankete. Ispituje se kvaliteta novčanica u cirkulaciji i povjerenje u novčanice [95, de Heij, pp 1-45]. Kvaliteta novčanica se obično ispituje za dva apoena: najnižu nominalnu vrijednost papirnata novca i nominalnu vrijednost koja je najviše u upotrebi.

Preporučene su dvije forme pitanja:

1. Kakvo je Vaše mišljenje o kvaliteti novčanice od \_\_\_ (*npr. 5 kuna*) u smislu prljanja, mlitavosti, poderotina, oštećenja, mrlja na novčanici ili gužvanja novčanice?

- a) *vrlo čista*
- b) *čista*
- c) *niti čista, niti prljava*
- d) *prljava*
- e) *vrlo prljava*
- f) *ne znam*

2. Da li ste zadovoljni kvalitetom novčanice od \_\_\_ (*npr. 5 kuna*) u smislu prljanja, mlitavosti, poderotina, oštećenja, mrlja na novčanici ili gužvanja novčanice?

- a) *vrlo zadovoljan*
- b) *zadovoljan*
- c) *niti zadovoljan, niti nezadovoljan*
- d) *nezadovoljan*
- e) *vrlo nezadovoljan*
- f) *ne znam*

Postavljaju se i pitanja tipa da li je identična kvaliteta svih apoena. Dosadašnje analize su pokazale kako je većina ljudi uvjereni kako su novčanice nižih nominalnih vrijednosti (5 i 10) niže kvalitete. Razlog je brže habanje, zbog češće uporabe nižih apoena.

Za ispitivanje povjerenja u novčanice preporučene su slijedeće forme pitanja:

1. Novčanice trebaju biti pouzdane i zaštićene od krivotvorenja. Ocijenite povjerenje u autentičnost novčanica u Vašem novčaniku brojkom od 1 do 10: \_\_\_\_\_

2. Koliko mislite da su novčanice sigurne od krivotvorenja - ocijenite brojkom od 1 do 10: \_\_\_\_\_

Daljnja se pitanja formiraju ovisno o državi i apoenima. U poglavlju broj 3.4 razrađena je anketa o zaštitnim obilježjima. Dobiveni su slični odgovori, kao i u anketi provedenoj od strane Nizozemske banke u vezi poznavanja eura [95, de Heij, pp1-45]. Javnost je prosječno upoznavata sa dva do tri zaštitna elementa. Najpoznatiji zaštitni element je vodeni znak. Od novijih zaštitnih elemenata boljim je ocijenjen OVD zaštitni element (hologram, kinegram), nego OVI zaštitni element (optički varijabilna boja).

Iako je očit značajan pomak postignut širokom edukacijom, postoje elementi koji još uvijek zbunjuju. To se najviše očituje u zemljama koje su prije prelaska na euro imale drugačiji sustav nominalnih vrijednosti. U Nizozemskoj su postojali apoeni od 250 i 1000 guldena, koji ne postoje kod eura, što dovodi do zabluda u javnosti.

Postavljaju se pitanja o boji novčanica i tekstualnim ili slikovnim elementima na licu i naličju. Većina ljudi je upoznata sa osnovnim motivom, ali ne detaljno. To je dokazano i na ispitivanju provedenom u eksperimentalnom dijelu. Većina ispitanika je znala da je osnovni motiv na novčanicama kuna portret, no ne i ime osoba, kao niti koji portret se nalazi na kojem apoenu.

Ankete se, osim u javnosti, provode i među financijskim službenicima koji su u svakodnevnom kontaktu s novcem. Oni su prva barijera u sprečavanju cirkulacije krivotvorina. Anketa provedena u 12. mjesecu 2004. godine u Nizozemskoj pokazala je poražavajuće rezultate. Gotovo 70% financijskih službenika, nije znalo da postoje dvije grupe zaštitnih elemenata na eurima. Radi sprečavanja takvih situacija, periodično se provode ankete, i sukladno rezultatima provode se obuke od strane središnjih banaka. Hrvatska

narodna banka provodi Nacionalni program za obuku zaposlenika banaka i financijskih institucija za postupak provjere autentičnosti novčanica i kovanog novca [114,W06].

Ankete se provode i unutar Saveza slijepih osoba [94,de Heij,pp 1-167]. Pri projektiranju novčanica njima se prilagođavaju boje, dimenzije i taktilni zaštitni elementi. Kod boja treba obratiti pozornost na razlike između susjednih apoeni i između novčanica sa istim brojevima (5-50 ; 10-100). Za novčanice eura primjedbe su se odnosile na sličnosti u boji nominalnih vrijednosti od 5 i 10 eura, te 20 i 500 eura. Taktilni elementi na 200 i 500 eura su odlično dizajnirani, no nedovoljni. Tolika vrijednost nije često u novčaniku, pa su potrebni taktilni elementi i na nižim apoenima. Dimenzije novčanica vrlo su pažljivo određene, no komparacija na razini dimenzija nije moguća ukoliko osoba nema u ruci sve apoeine. Sve su to primjedbe koje će pokušati biti riješene prilikom tiska nove serije.

Dio istraživanja uključuje i navike plaćanja. Zbog količine kreditnih i gotovinskih kartica u opticaju, često su postavljana pitanja o budućnosti papirnato novca. Temeljem dosadašnjih istraživanja papirnat novac nema ozbiljnu konkurenciju [66,Exchange,pp 22-23 ; 18,National Research Council of the National academies,pp 7-8; 116-122,Deutsche Bundesbank]. Još uvijek velik dio populacije nema ili ne žele posjedovati gotovinske ili kreditne kartice. Gotovina je vrlo prikladna, jer ne zahtjeva pristup uređajima za verifikaciju. To daje osjećaj privatnosti, anonimnosti. Izuzev toga, pojedine valute su prihvaćene u cijelom svijetu, npr. USD ili EURO.

## **2.4. Izrada zaštitnih obilježja**

Izrada zaštitnih obilježja vrijednosnica spada u strogo čuvane tajne. Zaštita je osigurana time što su sa svakim detaljem proizvodnje upoznati samo vrhunski stručnjaci koje rade na tom području.

Područja možemo podijeliti na tri kruga :

- prvi krug znanja pokriva način izrade zaštićenog papira
- drugi krug znanja pokriva načine tiska
- treći krug znanja pokriva potrebne resurse



### 2.4.1. Izrada zaštićenog papira

Izrada zaštićenog papira odvija se u tvornicama papira pod postojećim klimatskim uvjetima. Zaštićeni papir za novčanice posjeduje osobitu kakvoću, bez obzira na sastav. Većinom se sastoji od pamuka i dodataka koji omogućuju postojana svojstva. Europske se novčanice izrađuju od 100 %-tnog pamuka, a američki dolari od 75% pamuka i 25% biljnih vlakana. Sva obilježja novčanica određuju središnje banke kao izdavatelji. U Hrvatskoj je za to zadužena Hrvatska narodna banka [91, Narodne novine]. Tablica br. 4 prikazuje specifikaciju zaštićenog papira za novčanice kuna:

Tablica 4 Specifikacija zaštićenog papira za novčanice kuna

Izvor: „Upravljanje novčanicama u optjecaju“, Šop Ernela

SASTAV MATERIJALA	100% pamuk
JEZGRA	nefluorescentna
SUPSTANCA	92 g.s.m. <i>dozvoljeno odstupanje ± 5%</i>
DEBLJINA	117 μ <i>dozvoljeno odstupanje ± 5%</i>
GLATKOĆA	8 — 14 sec/Bekk <i>Minimalno</i>
POROZNOST	35 — 45 ml/min <i>Maksimalno</i>
SREDNJA DULJINA PRIJELOMA	7.200 <i>Minimalno</i>
SREDNJE DVOSTRUKO PRESAVIJANJE	5.000 <i>Minimalno</i>

Izuzev navedenih karakteristika papir za novčanice mora biti antibakterijski, antigljivični i otporan na posebne uvjete poput vlage i habanja. Svi procesi proizvodnje moraju biti u skladu s očuvanjem okoliša [16, Milčić, Vučina et al, pp 1887-1890]. Fizikalna i mehanička svojstva ovise o kvaliteti pamučnih vlakana. Vrlo kratka vlakanca osigurat će papir visokog specifičnog volumena i dobrih svojstava zaštitnog elementa prozirnog registra i jasno vidljiv vodeni znak, no mehanička svojstva će biti slaba. Jako pohabana vlakanca omogućit će proizvodnju ekstremno čvrstog papira, ali i ekstremno loših svojstava prozirnog registra i vodenog znaka. U posebnim laboratorijima središnjih banaka provode se ispitivanja svojstava zaštićenog papira u postojećim klimatskim uvjetima. U tablici br. 5 navedeni su načini ispitivanja kakvoće zaštićenog papira.

Tablica 5 Ispitivanja kakvoće zaštićenog papira

Izvor: „Upravljanje novčanicama u optjecaju“, Šop Ernela

NAČIN ISPITIVANJA	VRSTA ANALIZE
suho i mokro ispitivanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- otpornost papira na habanje trljanjem papira o papir</li> <li>- otpornost papira na habanje trljanjem papira o brusni papir specificirane finoće</li> <li>- otpornost papira na gužvanje / elastičnost papira</li> </ul>
ispitivanje postojanosti boja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pranje s uobičajenim praškom</li> <li>- kuhanje u stroju za pranje rublja na temperaturi od 95°</li> <li>- ispitivanje intenziteta i kvalitete boja</li> <li>- ispitivanje postojanosti boja na sunčevu svjetlost</li> </ul>
kemijska ispitivanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ispitivanje pH vrijednosti papira</li> <li>- ispitivanje gramature boje</li> <li>- nefluorescentnost papira</li> <li>- provjere sa dvadesetak kemijskih reagensa</li> </ul>
fizikalna ispitivanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- otpornost na lomljenje papira</li> <li>- otpornost na istezanje papira</li> <li>- savitljivost i elastičnost papira</li> <li>- istezanje i elastičnost zaštitne niti</li> <li>- određivanje gramature papira</li> <li>- izdržljivost papira na dvostruko savijanje po istom mjestu</li> <li>- kompaktnost i struktura papira pod mikroskopom</li> <li>- poroznost papira</li> <li>- glatkoća i hrapavost papira</li> <li>- skupljanje i/ili rastezanje papira u vodi</li> <li>- apsorpcija vode</li> </ul>

Sve navedeno utječe na kakvoću zaštićenog papira, koja se osjeti dodirrom i registrira po specifičnom šuškanju papira. Papir novčanice daje karakterističan šum kad se njime šuška, za razliku od šuma papira krivotvorenih novčanica koje su izrađene od komercijalnog celuloznog papira. Dodirrom se osjeti samo tom papiru svojstvena struktura i elastičnost u pregibima. Upravo je zaštićeni papir najveća prepreka sa kojom se susreću krivotvoritelji. Zaštitni elementi koji su ugrađeni u strukturu podloge, pružaju najveću sigurnost i kod papirnatih i kod polimernih novčanica [70,Infosecura,pp 7-8; 75,Infosecura,pp 7]. Vještačenje krivotvorina uvijek započinje analiziranjem podloge i zaštitnih elemenata koji nastaju tijekom procesa izrade papira: toniranje, vodeni znak, zaštitna nit i prozirni registar.

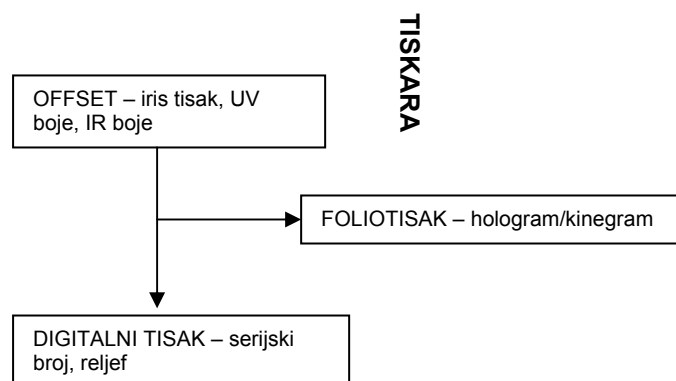
Novčanice se toniraju radi potiskivanja žutih ili sivkastih tonova, kako bi papir postao optički bijeliji tj. poprimio traženu nijansu. Razlikujemo tri različite metode bojenja: bojenje u masi, bojenje uranjanjem ili nanošenje boje na površinu lista papira. Bojila se dodaju nakon što su vlakanca izbijeljena kako bi se postigao poseban ton novčanica različitih apoeni. Najkvalitetnije u smislu zaštite je bojenje u masi, te se najčešće upotrebljava za toniranje

novčanica. Ukoliko novčanica nije tonirana na taj način, pri rezanju araka vidljiva je obojenost mase papira na mjestu reza. Ovakav je primjer vidljiv na bosanskim konvertibilnim markama izdanja 1998.

Vodeni znak se vidi kao prozirnasti odraz unutar papira ukoliko pogledamo kroz zaštićeni neotisnuti papir prema izvoru svjetlosti. Pokriv kalupa cilindra koristi se za probiranje vlakana iz pulpe, zbog dobivanja reljefnosti koja uzrokuje varijacije u debljini papira pri taloženju. Kada se papir osuši, reljefnost provedena u pulpi omogućuje jedinstvenu reprodukciju vodenog znaka. Deblji dijelovi papira očituju se kao tamniji, a tanji dijelovi papira kao svjetliji. Na taj način nastaje višetonski vodeni znak. Nalazi se na neotisnutom dijelu papira radi lakšeg uočavanja i najčešće ponavlja glavni motiv sa lica novčanice. Središnje banke kao naručitelji određuju vrstu vodenog znaka, poziciju i veličinu. U poglavlju 3.6.2. analizirani su načini imitiranja vodenog znaka na krivotvorenim novčanicama, a u poglavlju 4.1 predložene su promjene koje bi omogućile poboljšanje zaštite novčanica kroz aspekt poboljšanja vodenog znaka.

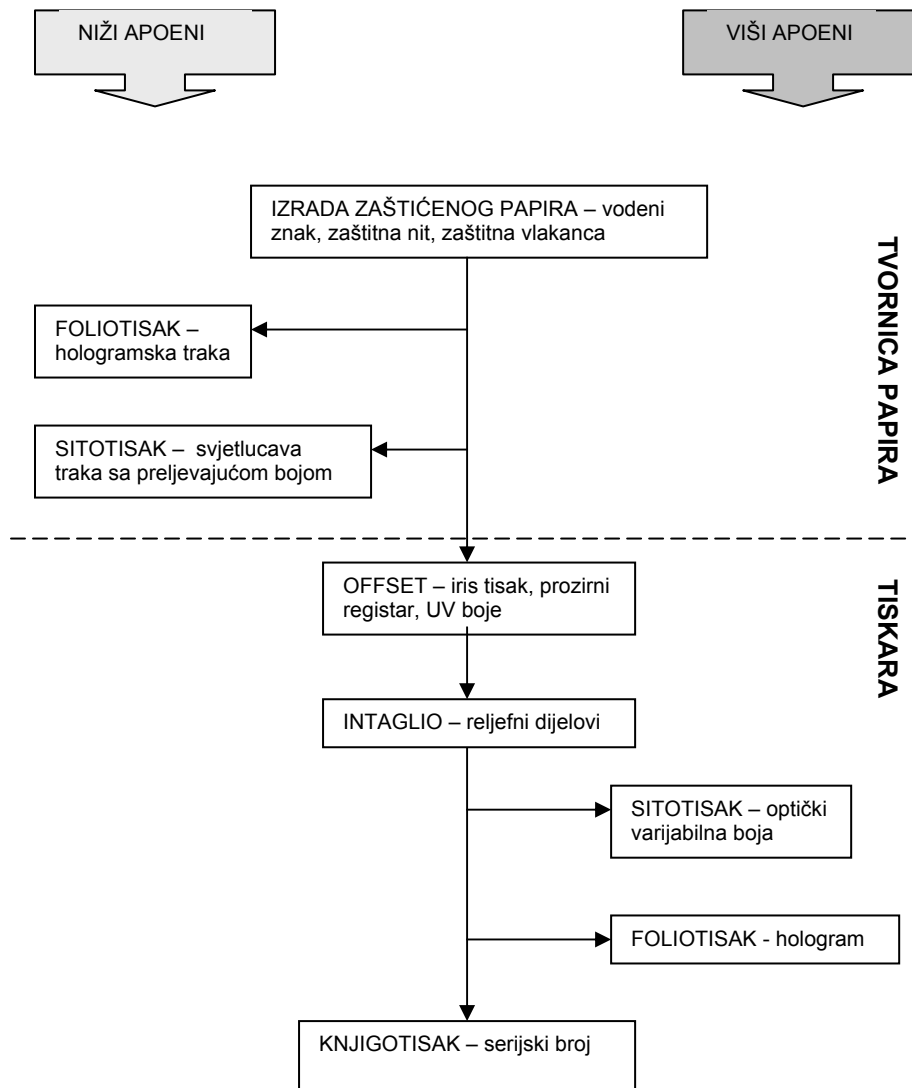
#### 2.4.2. Tisak vrijednosnica

Analiza povijesnih vrijednosnica u poglavlju 3.5 dokazala je kako su prvi dokumenti bili otisnuti knjigotiskom uz dodatak slijepog tiska. Razvojem tehnologije knjigotisak je zamijenjen offsetnim tiskom. U današnje vrijeme većina dokumenata se otiskuje digitalnim tiskom ili offsetom. Putovnice, vize i osobne iskaznice otisnute su samo jednom tehnikom tiska – offsetom. Domovnice, svjedodžbe i vlasnički listovi otisnuti su digitalnim tehnikama tiska. U nastavku je dijagramom prikazan redoslijed tiska većine vrijednosnica. Knjigotisak je gotovo u potpunosti zamijenjen digitalnim tiskom.



Dijagram 1 Redoslijed tiska većine vrijednosnica

Možemo konstatirati kako su jedino novčanice otisnute kombiniranim tehnikama tiska. Komparirajući svjetske novčanice jasno je da su tri vrste tiska neupitna: plošni tisak, duboki tisak i visoki tisak. Njihove karakteristike omogućavaju vrhunsku zaštitu autentičnosti. Obzirom na karakteristike pojedinih vrsta tiska, potrebno je slijediti proceduru redosljeda otiskivanja. Redosljed je kod tiska valute jedne serije uvijek isti, bez obzira na apoene. Najčešća je situacija takva da viši apoeni imaju veću zaštitu, dok su na nižim apoenima pojedini zaštitni elementi izostavljeni. Situacija je nešto promijenjena kod redosljeda tiska novčanica eura. Postoje dvije procedure, jer se zaštitni elementi razlikuju ovisno o apoenima. U nastavku je prikazana razlika u redosljedu tiska nižih i viših nominalnih vrijednosti.



Dijagram 2 Redosljed tiska nižih i viših nominalnih vrijednosti eura

Offset je prepoznat u smislu izvrsnosti za tisak većeg dijela lica i naličja. Posebno konstruirani strojevi omogućuju obostrani simultani tisak u čak 7 boja za lice i 7 boja za naličje. Offsetnim tiskom se nanose i ultraljubičaste boje, zbog vrhunske konstrukcije u aspektu poklapanja registra.

Intaglio tiskom se otiskuju reljefni dijelovi na novčanicama. Obzirom na pritisak od 30 tona, njime se otiskuje samo jedna strana novčanica. Kada bi se nakon otiska na jednoj strani, otisnula druga strana intaglio tiskom, zaštitni elementi s prve strane zbog pritiska bi izgubili na taktilnosti. Analize provedene na povijesnim novčanicama dokazuju upotrebu reljefa za zaštitu od 1666.godine upotrebom tzv. slijepog tiska. Zbog tehnološkog napretka tiskovne forme za tradicionalno graviranje koje se izrađuju kemijskim jetkanjem, zamijenjene su digitalnim tiskovnim formama koje se izrađuju bušenjem ili laserskim graviranjem. Neupitna kvaliteta digitalnih tiskovnih formi posebno je uočljiva u komparaciji sa imitiranim taktilnim elementima na krivotvorenim novčanicama.

Foliotiskom se apliciraju difraktivni elementi sa optički varijabilnim slikama (DOVID). Hologrami i kinegrami se u tiskarama samo apliciraju sa velikih kontinuiranih rola, dok se njihova proizvodnja i dizajniranje odvijaju u posebnim laboratorijima. Takvi laboratoriji su posebno čuvani od strane policije, a vrlo često i vojskom. DOVID elementi spadaju u noviju zaštitu na novčanicama. Hologram je prvi put apliciran 1988.godine na austrijsku novčanicu od 5000 schilinga, a prikazivao je Mozarta.

Sitotisak se vrlo rijetko upotrebljava za tisak novčanica. Na novčanicama eura je prvi put otisnuta kombinacija holograma na licu novčanice i optički varijabilne boje na naličju. Optički varijabilne boje mijenjaju boje iz jedne u drugu ovisno u kutu gledanja. Zbog svojih karakteristika, otisnute su na mnogim novčanicama. Kratak put od bojanika do tiskovne podloge uvjetuje posebne grafičke boje koje ne smiju sušiti na valjcima i tiskovnoj formi prije nego se otisnu na tiskovnu podlogu. Kod sitotiska debljina otiska varira od 20 do 60 mikrona, a sušenje se odvija u posebnim zatvorenim komorama ultraljubičastim zračenjem štetnim za ljudsko zdravlje. Određene valne duljine uzrokuju vrlo brze lančane reakcije u filmu boje, pa je sušenje gotovo trenutno.

Knjigotiskom se otiskuju serijski brojevi. Na novčanicama se nalaze dva serijska broja koja mogu biti na licu (kao kod novčanica kuna) ili na naličju (kao kod novčanica eura). S obzirom da se tisak odvija pomoću dvije međusobno nezavisne tiskovne forme postoji niz mogućnosti poboljšanja ovog zaštitnog elementa. Opis poboljšanja nalazi se u poglavlju 4.3.

Knjigotisak je posljednji u nizu tiskarskih tehnika iz sigurnosnih razloga. Iako se tijekom tiska obavlja niz kontrola kvalitete, najstroža kontrola provodi se prije knjigotiska. Razlog je kontinuiran slijed serijskih brojeva na novčanicama koji je strogo nadziran, te se ne smije dogoditi otiskivanje serijskog broja na novčanicu koja će biti uništena. Soga se prije knjigotiska odvija kontrola otisnutih novčanica, te se neprikladne novčanice odmah uništavaju.

### **2.4.3. Resursi za izradu zaštićenih vrijednosnica**

Resursi za izradu vrijednosnica spadaju u zaštićene proizvode, pa je njihova proizvodnja ograničena i strogo kontrolirana. Počevši od pamuka za izradu zaštićenog papira, do vidljivih i nevidljivih boja. Poznato je da su tiskarske boje složeni koloidni ili molekularni disperzni sustavi sastavljeni od pigmenata, veziva, punila, otapala, smola, sušiva i ostalih dodataka. Kombinacija i gramaža navedenih komponenata poznata je samo proizvođačima u laboratorijima tiskara. Takove boje ne moguće je nabaviti na slobodnom tržištu. Same komponente se miješaju neposredno prije tiska, radi kvalitetnijih otisaka. Ovisno o vrsti tiska određuju se kemijska i fizikalna svojstva boja. Analiza boja krivotvorenih novčanica u poglavlju 3.8., dokazala je osnovne probleme sa kojima se susreću krivotvoritelji. Na originalnim novčanicama se otiskuju spot boje sa određenim odzivom pod UV i IR svjetlom. Ne mogućnost takvih tiskarskih rješenja na krivotvorinama očituje se pomakom u registru jer se posebno otiskuju boje vidljive na dnevnom svjetlu, a posebno boje vidljive pod ultraljubičastim zračenjem.

### **3. EKSPERIMENTALNI RAD NA GRAFIKAMA IZ PODRUČJA VRIJEDNOSNICA**

U eksperimentalnom dijelu analizirane su autentične i krivotvorene grafike iz područja vrijednosnica. Većina eksperimenata je provedena na novčanicama. Novčanice su najviše podložne krivotvorenju, što pruža uvid u širinu reprodukcije. Tijekom optičaja prelaze na desetke tisuća ruku, pa je potrebno obratiti pozornost na kemijske i mehaničke aspekte. Ovisno o načinu izrade posjeduju različita mehanička svojstva. Novčanice eura pružaju otpornost prema presavijanju minimalno 2000 puta i otpornost prema kidanju do maksimalno 5 kg. Ipak, najvažniji je razlog sigurnost. Niti jedna vrijednosnica ne sadrži toliko različitih zaštitnih elemenata kao novčanica.

Analiza je provedena vizualnim i instrumentalnim metodama. Hipoteze postavljene u poglavlju 1.4 dokazane su korištenjem forenzičke opreme, uređajem Docucenter expert i stereo mikroskopom. Korištenje navedena uređaja je strogo pod kontrolom državnih institucija, te je isti ne moguće nabaviti i koristiti anonimno. Važnost barijernog skeniranja Docucenter expertom očituje se u potvrđivanju hipoteza kvantitativnom i kvalitativnom analizom baziranom na razdvajanju spektra u specifičnim rasponima. Korišteni su filtri u rasponu od 254 do 1000 nm. Izlaganje krivotvorenih vrijednosnica infracrvenom i ultraljubičastom svjetlu omogućuje pronalaženje specifičnih valnih duljina koje razgraničavaju bojila krivotvorina i originala.

Kvantitativno utvrđena istraživanja rezultiraju programskim rješenjima u obliku baze podataka. Baza podataka omogućuje lakše i brže vještačenje sumnjivih novčanica, kao i preciznije sortiranje prema europskim standardima. Ostvaruje se širi uvid u koncept krivotvorenja, sa aspekta istraživanja načina djelovanja krivotvoritelja.

### 3.1. Plan i metodologija istraživanja

U istraživanju su analizirane grafike iz područja vrijednosnica sortirane prema kriteriju autentičnosti. Polazeći od spoznaje da otkad postoji novac, postoje i primjeri krivotvorenja [114,W06], provedena su istraživanja koja su dokazala kako se zaštita od krivotvorenja mijenjala tijekom vremena. Autentične povijesne vrijednosnice iz arhive Arheološkog muzeja u Zagrebu omogućile su kronološki uvid u promjene zaštitnih elemenata. Istraživanjem u poglavlju 3.5 dokazana je manjkavosti povijesnih zaštitnih elemenata kroz aspekt tehnološkog napretka. Provedena je razrada tipografskih elemenata, zbog dokazivanja da su kao zaštita korišteni samo tipografski elementi koji su mogli biti vizualno provjereni.

U poglavljima 3.6, 3.7 i 3.8 analizirane su krivotvorene novčanice 21.stoljeća. Materijal je istražen prema osnovnom načinu grafičke reprodukcije i reprodukciji svakog pojedinog zaštitnog elementa. Zahvaljujući razvoju tehnologije za reproduciranje i njihovoj dostupnosti, registrirane krivotvorine su vrlo širokog spektra načina izrade. Svaka vrsta krivotvorine zasebno je uspoređena sa uzorcima. Na taj je način organizirana baza podataka za pretraživanje analiziranih krivotvorina i originala.

Metodologija istraživanja bazirana je na stupnjevitij komparaciji krivotvorenih novčanica i uzoraka originalnih novčanica. Otkrivanje krivotvorenih grafika provedeno postojećim instrumentima, dokazalo je potrebu za projektiranjem poboljšanih uređaja za utvrđivanje autentičnosti.

Istraživanje je provedeno stupnjevito, analizom zaštitnih elemenata:

- prvog stupnja koji obuhvaćaju zaštićeni papir [65,Infosecura,pp 4-6;], toniranje,reljef (intaglio tisak)[76,Infosecura,pp 8-9], iris tisak, vodeni znak, zaštitnu nit, prozirni registar, hologram, kinegram, optički varijabilnu tintu, linijske i rasterske elemente [42,I.Žiljak, Mrcelić et al.,pp 1553-1554; 51,V.Žiljak,Sabati et al.,pp 299-302; 106,Pap]



- drugog stupnja koji obuhvaćaju mikropismo, infracrvena svojstva [47,I.Žiljak,J.Vujić- Žiljak et al.,pp 273-278 ], ultraljubičasta svojstva i zaštitne niti

- trećeg i četvrtog stupnja koji obuhvaćaju bar code vodeni znak, SC oznake, magnetska svojstva, ISARD obilježje i bitmap kod.

Detaljno su proučene konvencionalne i digitalne tiskarske tehnike i stochastic screen[108,Žiljak-Vujić J], kao i primjena novih patenta u holografiji, lentikularnom tisku i infracrvenom spektru.

Metodologija istraživanja uključuje osmišljavanje korištenja forenzičkih uređaja na drugačiji način od načina propisanih od strane Europske središnje banke. Iz toga proizlazi proširenje informacijske baze podataka o originalnim i krivotvorenim novčanicama, te predlaganje programskih rješenja specifičnih za vještačenje novčanica. Istraživanje je dodatno prošireno sortiranjem novčanica prema kriterijima pohabanosti i oštećenosti.

Plan istraživanja proveden je slijedećim redom:

1. Sortiranje grafika prema propisanim kriterijima, uz unapređenje automatskog razlučivanja
2. Selektiranje krivotvorenih novčanica po indikativu i istraživanje mogućnosti poboljšanja načina klasificiranja
3. Istraživanje zaštitnih elemenata prvog, drugog, trećeg i četvrtog stupnja pomoću forenzičkih uređaja, te osmišljavanje projekta efektivnijeg korištenja današnje tehnologije
4. Stvaranje novog informacijskog sustava sa proširenom bazom podataka
5. Istraživanje manjkavosti zaštitnih elemenata uz prijedlog poboljšanja budućih izdanja
6. Postavljanje procedure za dokazivanje efikasnosti novog sustava

### 3.2. Materijali istraživanja

Osnovni materijal istraživanja su autentične i krivotvorene grafike iz područja vrijednosnica. Krivotvorene grafike iz područja vrijednosnica su sudski dokazi, te se kao takve arhiviraju u trezorima i nisu dostupni za širu javnost. Krivotvorene novčanice se arhiviraju u Hrvatskoj narodnoj banci, a ostale krivotvorene vrijednosnice u centru za kriminalistička vještačenja „Ivan Vučetić”. Obzirom na radno mjesto stručnog suradnika u Nacionalnom centru za analizu novčanica, dozvoljen mi je pristup svim registriranim krivotvorenim novčanicama.

Povijesne autentične novčanice su ustupljene iz Arheološkog muzeja u Zagrebu. Navedene vrijednosnice datiraju od 1717. godine do 1919. godine. Zbog specifičnosti građe, do sada nisu ponuđene na uvid javnosti. Ustupljene su na analizu isključivo za potrebe eksperimentalnog dijela ovog rada. Stoga je uz svaku naveden inventarni broj, kako bi se uvijek mogle dodatno provjeriti tvrdnje iznesene u radu na temelju povijesnih vrijednosnica.

Krivotvorene novčanice su ustupljene iz Hrvatske narodne banke, Direkcije trezora, Nacionalnog centra za analizu novčanica. Svaka krivotvorina je zasebno zavedena u bazu Hrvatske Narodne Banke i uvijek dostupna za ponovnu provjeru u smislu znanstvenog dokazivanja tvrdnji u radu.

Klasificirane su sukladno propisima Europske središnje banke. Poštujući širinu pojma krivotvorenja istraživanjem su obuhvaćene krivotvorine svih načina izrade: izmjena u dizajnu, izmjena parametra nominalnih vrijednosti, sastavljene od više dijelova, sa i bez zaštitnih elemenata. Istražene su krivotvorene novčanice valute kuna, eura, američkih dolara, kanadskih dolara, britanskih funti, talijanskih lira, njemačkih maraka i bosanskih konvertibilnih maraka. Istraživanje obuhvaća krivotvorene novčanice svih nominalnih vrijednosti. Paralelno tome istraženi su uzorci originalnih novčanica navedenih valuta. Zbog zaštite podataka u radu su predočene slike zaštitnih elemenata samo onih originalnih novčanica koje više nisu u opticaju. Eksperimentalni je dio nadopunjen analizom oštećenih i pohabanih krivotvorenih novčanica.

### 3.3. Korišteni strojevi i uređaji

Eksperimentalni dio proveden je vizualnom i instrumentalnom komparacijom. Uzimajući u obzir da su krivotvorene novčanice dokazni materijali, vještačenje je bazirano na nerazornim forenzičkim metodama [41,Vila,Ferrer et al.,pp 257-263]. Forenzička metoda istraživanja grafičkih načina reprodukcije uključuje istraživanje u području vidljivog i nevidljivog [53,V.Žiljak,Pap et al.,pp 1-9] dijela spektra.

Korišteni su uređaji dostupni u javnosti poput povećala ili pomičnih mjerki, uređaji za financijske institucije poput uređaja za provjeru ispravnosti dokumenata i profesionalni video spektralni komparatori.

Od uređaja za financijske institucije korišten je univerzalni detektor “Ultramag C8 expert”. Njime su provedene kontrole autentičnosti vrijednosnica, proučavanjem pod slijedećim izvorima svjetla :

- gornje reflektirajuće bijelo svjetlo
- polu prikriveno bočno bijelo svjetlo
- prikriveno bočno bijelo svjetlo
- infracrveno svjetlo od 850 nm
- infracrveno svjetlo od 940 nm
- infracrveno svjetlo od 2 dijapazona (kontrola M oznake)
- ultraljubičasto svjetlo od 365 nm.

Detektorom za vizualizaciju magnetizma provjereno je magnetsko područje, a detektorom C601 detalji reprodukcije uvećani 10 puta.

Iako uređaj Ultramag C3 expert zadovoljava potrebe financijskih institucija za kontrolom autentičnosti novčanica, za eksperimente provedene u ovom radu nije dovoljan. Razlog je što se parametri ne mogu definirati proizvoljno već su automatski definirani. Ne postoji mogućnost digitalnog zapisa, niti mogućnost naknadne komparacije.

Stvaranje digitalnih baza omogućeno je višestrukim skaniranjem video spektralnim komparatorom tvrtke Projectina. Uređajem Docucenter expert snimljeni su kvantitativni i kvalitativni digitalni zapisi. Njime se analiziralo različite vrijednosnice zbog velikog vidnog polja, 182 \* 136 mm, i softvera za optičko povećanje do 140 puta. Novost je upravo snimanje monokromatskih izvora svjetla uz razdvajanje valnih duljina. Softver PIA 6000 povezuje Docucenter exper i stereo mikroskop sa računalom. Automatska funkcija kontrole omogućuje rukovanje forenzičkim uređajem putem niza definiranih manualnih i automatskih aspekata. Svi parametri sustava mogu se spremati i neograničeno puta ponavljati kako bi se analiziranje različitih krivotvorina odvijalo u istim uvjetima.

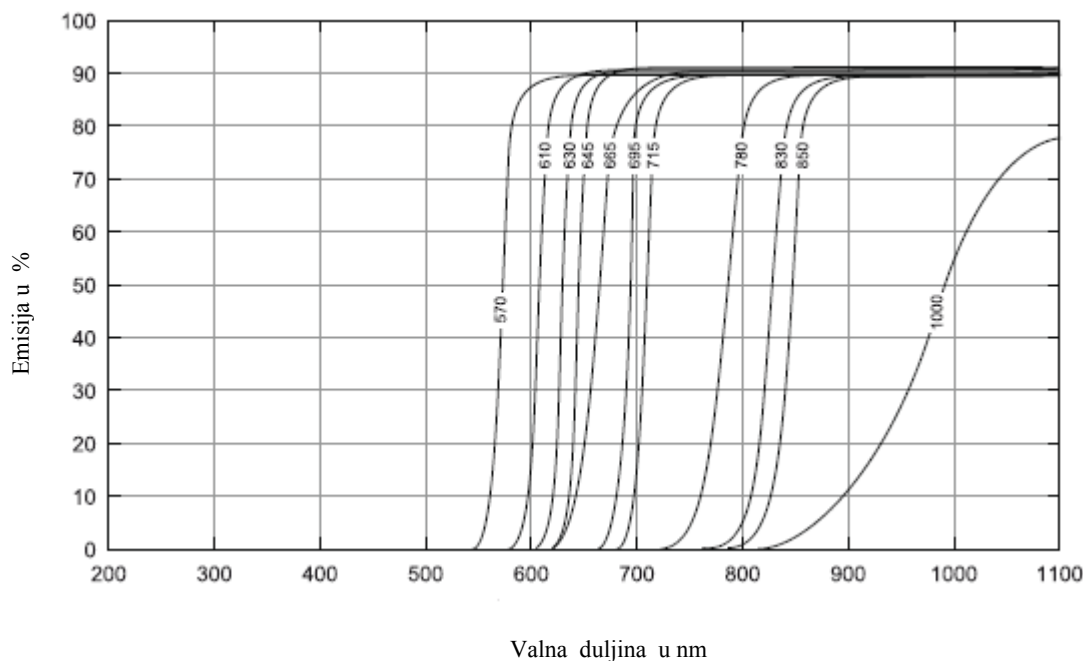
Eksperimenti su provedeni pod različitim izvorima svjetla: WHITE, LUMI IR, EPI, IR, RETRO, DIA, DIA SPOT, DIA UV, UV, RING, SPECTRO<sup>3</sup>. Strogo definiranje valnih duljina omogućilo je precizne kvantitativne podatke, koji su posebno značajni u području nevidljiva dijela spektra. Novčanice su snimljene pod ultraljubičastim zračenjem od 254, 313 i 365 nm. Docucenter expert svojim karakteristikama omogućuje 100% točnost reprodukcije pod infracrvenim spektrom uz rezoluciju od 6.4 nm. Analizu se provodi bez razaranja materijala, uz vrhunsku zaštitu od zračenja.

Istraživanje je prošireno snimanjem pod infracrvenim zračenjem od 570, 590, 610, 630, 645, 665, 695, 715, 735, 780, 830, 850 i 1000 nm. Razdvajanje spektra infracrvenog područja na krivotvorenim vrijednosnicama nije do sada potpuno istraženo, zbog poteškoća pri selektivnom skaniranju. Prisutnost IR boje može se konstatirati jedino barijernim skaniranjem obojenja s IR uređajem za verifikaciju. Kod docucentra je to riješeno integriranom digitalnom kamerom visoke rezolucije, podesivom između 1.4 i 5 Mpixela.

Za kružno skaniranje ponašanja optički varijabilnih zaštitnih elemenata tijekom zakretanja tj. titranja ugrađena je LED ring rasvjeta. Također je moguća i analiza strojno čitljivih zaštitnih elemenata i ICAO kodiranih podataka putem RFID Cheapreadera.

---

<sup>3</sup> Pojašnjenje kratica nalazi se na stranici 192.



Slika 1 Barijere korištene u eksperimentalnom radu – uređaj docucenter expert  
 Izvor: „Manual PIA 6000, Image Analysis Software for Forensic Laboratories“, Projectina, Switzerland

Daljnji eksperimenti prikazali su mogućnosti dokazivanja načina reprodukcije krivotvorenih vrijednosnica promjenom:

- pobuđivanja od N, DOCU, 380-420, 380-450, 380-490, 435-530, 465-570, 530-620, 550-650, 570-680 do 610-720
- uvećanja od 2.4, 3.4, 4.7, 5.9, 7.4, 8.7, 12, 13, 19, 23, 29, 36, 47, 59 do 95 puta
- kosog svjetla (EPI): osvjetljenje samo s jedne strane (lijeve ili desne) ili obe
- kružnog svjetla (RING), pri manualnoj funkciji
- veličine otvora objektiva.

Svaki se snimljeni detalj selektivno skanira i pohranjuje u bazu. Eksperimenti su prošireni analiziranjem vrijednosnica pod stereo mikroskopom, uz mogućnost dodatne analize pod propusnim svjetlom i kosim svjetlom. Stereo mikroskop je također spojen preko softvera PIA 6000 na računalo, što rezultira spremanjem eksperimenata u digitalnu bazu podataka.

Profesionalni forenzički uređaji omogućuju neupitno utvrđivanje autentičnosti otkrivanjem krivotvorenih elemenata. Za očekivati je da će se u budućnosti sve više koristiti UV i IR zaštita, pa se u svrhu unapređenja metoda otkrivanja krivotvorenih vrijednosnica predlaže izrada univerzalnih detektora sa fiksnim filterima.

### 3.4. Prepoznavanje zaštitnih obilježja – anketa

Polazeći od ideje da je za sprečavanje širenja optičaja krivotvorenih novčanica neophodna neprestana edukacija osoba kojima su novčanice svakodnevno u ruci [98-99-100-101, Hrvatska narodna banka], provedena je anketa o prepoznavanju zaštitnih obilježja.

Anketa je provedena pismeno i usmeno na tri nivoa:

- javnost – prosječni korisnici širokog raspona godina i zanimanja
- osobe koje su svakodnevno u kontaktu s većim količinama novca – kreditne institucije, pošta, FINA, blagajnici u trgovačkim centrima
- stručnjaci iz područja tiska zaštićenih vrijednosnica i forenzike krivotvorenih novčanica

Prvo postavljeno pitanje odnosilo se na sigurnost pri plaćanju gotovinom i kreditnim karticama. Većina ispitanika smatra gotovinu sigurnijim načinom plaćanja (59%), budući da su krađe identiteta pri kartičnom poslovanju medijski eksponiranije. Daljnje istraživanje je to potvrdilo. Službenici na blagajnama više pažnje obraćaju na kreditne kartice, nego na gotovinu (73%).

Prosječni korisnici imaju vrlo visoko povjerenje u nacionalnu valutu, te gotovo ne ostavljaju mjesta sumnji u krivotvorenje. Njih 83% nikad ne provjerava zaprimljeni novac, a 17% provjerava samo veće apoenae. Odgovori „uvijek“ i „ponekad“ pokazali su se nepotrebnima na ovom pitanju. Stoga je i odgovor na pitanje o susretima s krivotvorenim novčanicama bio „ne“ i „ako sam ih imao, nisam to primijetio“.

Osobe koje su svakodnevno u dodiru s gotovim novcem provjeru vrše mnogo češće. Takva situacija se ponavlja i u privatnom životu, a ne samo na poslu. Novčanice uvijek provjerava 61% ispitanika, dok ih samo 3% provjerava rijetko ili nikad. Ostali ih provjeravaju povremeno, u slijedećim okolnostima: 12% ispitanika provjerava novčanice kod većih apoenaa (200,500,1000), 13% ispitanika provjerava novčanicu ukoliko im izgleda sumnjivo, 4% ispitanika ukoliko klijent izgleda sumnjivo, a 7% ukoliko imaju saznanja da cirkulira krivotvorina tog apoenaa. Budući da su se gotovo svi (92%) tijekom radnog vijeka susreli s krivotvorenim novčanicama, ne čudi neprestana provjera koja zadire i u privatni život. Njih

35% se susrelo s krivotvorenim novčanicama svakih nekoliko godina, 42% svake godine, 18% tijekom pola godine, a 5% svaki mjesec.

Stručnjaci iz područja tiska zaštićenih vrijednosnica i forenzike krivotvorenih novčanica provjeru i privatno obavljaju svakodnevno. Zbog prirode posla provjera postaje automatska i prelazi u naviku. Iako postoji razlika. Forenzika sumnjivih novčanica se obavlja detaljno, prema strogo određenim pravilima i posebnim uređajima. Privatna provjera najčešće je bazirana na određenom zaštitnom elementu, ovisno o profesionalnoj orijentaciji forenzičara.

Slijedeći niz pitanja odnosi se na informacije o zaštitnim elementima na novčanicama. Odgovori prosječnih korisnika upućuju na činjenicu da javnost nije dovoljno upoznata sa načinom informiranja o zaštitnim elementima. Najbliži odgovor uključivao je korištenje interneta, no bez znanja o web stranici sa informacijama. Dio odgovora sugerirao je informacije od strane prijatelja i kolega s posla, a dio informacije putem kreditnih institucija. Ispitanici su naveli kako do sada nisu pitali za informacije o zaštitnim elementima u bankama, niti su dobili kakav letak s informacijama, no uvjereni su kako bi im službenici posvetili vrijeme i pojasnili im način provjere autentičnosti. Ovi odgovori su prilično porazni jer upućuju na nedovoljnu edukaciju javnosti. U današnje informacijski napredno vrijeme na web stranicama gotovo svih središnjih banaka moguće je pronaći opisne i slikovne informacije zaštitnih elemenata na novčanicama svih nominalnih vrijednosti. Jedna od mogućnosti promjena u ovom pogledu, mogla bi biti da kreditne institucije u svojim brošurama i na web stranicama napomenu gdje se mogu pronaći ažurirani podaci o zaštitnim elementima i načinu provjere. U rješavanje ovog pitanja potrebno je uključiti stručnjake iz više područja, pogotovo psihologije, jer bi prevelika medijska eksponiranost mogla dovesti do straha od korištenja novčanica. Iako bi bilo dobro bolje poznavanje načina provjere autentičnosti, odgovori od strane javnosti sugeriraju veliko povjerenje u nacionalnu valutu. Povjerenje je opravdano, budući da se vrše veliki napor neprestanog povlačenja pohabanih i oštećenih novčanica iz optičaja, i zamjena za nove novčanice, kako bi autentičnost jednostavnije dolazila do izražaja. To je vrlo važno za provjeru taktilnih elemenata koji gube na oštini i reljefnosti tijekom optičaja.

Suradnja između središnje banke i kreditnih institucija se konstantno nadograđuje. Nprestano se provode seminari i cirkuliraju obavijesti, te su djelatnici financijskih institucija vrlo dobro obučeni u načine utvrđivanja autentičnosti. Iako je to evidentno i prema broju krivotvorenih novčanica u opticaju koji se sve više smanjuje (podaci s web stranice Hrvatske narodne banke), isto se može zaključiti i prema odgovorima u provedenoj anketi. Više od polovice ispitanika (62%) je tijekom dosadašnjeg rada educirano od strane iskusnijih kolega, iz brošura ili internetskih stranica. 38% ispitanika je prošlo obuku za provjeru autentičnosti, i to 6% ispitanika specijaliziranu poduku od strane Hrvatske narodne banke, a 32% je bilo obučavano tijekom internih seminara. Interne seminare su vodili instruktori educirani od strane Hrvatske narodne banke.

Odgovori na pitanja o konkretnim zaštitnim elementima prikazani su u tabeli.

Odgovori prosječnih korisnika su raspodijeljeni u tri kategorije:

- da li su ispitanici ikada čuli za navedeni zaštitni element
- da li znaju poziciju zaštitnog elementa na novčanicama kuna
- da li znaju način provjere autentičnosti pomoću navedena z.e.

Iz odgovora je očito da su ispitanici bolje upoznati sa konvencionalnim zaštitnim elementima koji se ponavljaju već niz godina, nego sa modernijim zaštitnim elementima.

Tablica 6 Poznavanje zaštitnih elemenata - anketa

VODENI ZNAK	svi ispitanici su čuli za ovaj z.e., 63% ispitanika zna njegovu poziciju na novčanici, 34% ispitanika zna provjeriti njegovu autentičnost
ZAŠTITNA TRAKA	gotovo svi (93%) ispitanici su čuli za ovaj z.e., 54% ispitanika zna njegovu poziciju na novčanici, 31% ispitanika zna provjeriti autentičnost
RELJEFNI TISAK	23% ispitanika zna način provjere reljefnosti na novčanicama, dok 75% ispitanika nije niti čulo za ovaj z.e.
MIKRO / MINI PISMO	43% ispitanika je čulo za ovaj z.e. („ <i>negdje na novčanici piše himna</i> “), no tek 3% zna gdje bi se trebao nalaziti, ali nisu sigurni u način provjere
KINEGRAM / HOLOGRAM	samo 5% ispitanika zna gdje se nalazi („ <i>ona svjetlucava folija</i> “), no nisu sigurni kakav bi trebao biti odziv i koji je način provjere
PRELIJEVAJUĆA BOJA	13% ispitanika je čulo za z.e., ali ne znaju gdje se nalazi i kako ga provjeriti
PROZIRNI REGISTAR	niti jedan ispitanik nije čuo za navedeni z.e., čak niti nakon opisa z.e.
ULTRALJUBIČASTE BOJE	57% ispitanika je čulo za UV boje na novčanicama, 31% zna gdje ih treba potražiti i da za to služi UV lampa, no ne znaju što točno trebaju vidjeti pod UV osvjetljenjem



Identična anketa provedena je među osobama koje su svakodnevno u doticaju s gotovim novcem. Uočene su dodirne točke: najviše ispitanika je upoznato s metodom provjere vodenog znaka (97%) i zaštitne niti (91%), dok vrlo mali dio ispitanika poznaje način provjere prozirnog registra (6%). Priroda posla i edukacije doprinijele su dobrom poznavanju zaštitnih elemenata kako slijedi: reljefni tisak (87%), karakteristična svojstva papira poput savijanja i šuškanja (84%), UV svojstva (81%), promjenjiva boja (69%), hologram/kinegram (65%), jasnoća tiska (54%), mikro i mini pismo (51%). Težilo se prosječnoj analizi novčanica u optičkom području, no anketom je postalo evidentno koliko je opseg znanja financijskih djelatnika veći od znanja blagajnika u trgovačkim centrima. Njihovo poznavanje zaštitnih elemenata je tek nešto veće od znanja prosječnog korisnika. Također, treba naglasiti mizerno poznavanje infracrvenih i magnetskih svojstava novčanica. Budući da su za oboje neophodni uređaji, kontrola se vrši isključivo u financijskim institucijama.

Završna pitanja dotiču dizajn novčanica. Gotovo svi ispitanici (91%) zagovaraju tradicionalni dizajn sa naglašenim nacionalnim motivima. Samo 9% ispitanika odlučilo se za moderne teme iz sporta i kulturnog života, dok se za apstraktan dizajn nije izjasnio niti jedan ispitanik. Na pitanje o ideji promjene dizajna na novčanicama svake godine gotovo svi ispitanici (98%) su se izjasnili negativno. Razlozi su bili poteškoće privikavanja na novi dizajn i zamjena starije serije za novu, što su ocijenili stresnim i nepotrebnim. Obzirom na brzi i stresni život današnjih generacija, sklon neprestanim promjenama kojima smo obasuti iz svih medija, ovakav odgovor nije bio očekivan. Česte promjene vizualnih identiteta tvrtki u svrhu marketinške promocije i animacije korisnika očito su dovele do zasićenja. Sa stajališta stručnjaka promjene nisu loše. Stalne inovacije pozivaju na primjenu u području zaštićenih vrijednosnica. Neprestana promjena u smislu poboljšanja i nadogradnje zaštitnih elemenata definitivno bi značila veću sigurnost od krivotvorenja.

Identično je i s promjenama dizajna. U modnoj industriji se par puta godišnje uvode nove dizajnerske serije, upravo zbog kopiranja dizajna i modela. Godišnje promjene dizajna doprinijele bi takvoj zaštiti. Krivotvoritelji ne bi stigli doseći izradu dobrih krivotvorina, budući da metode pokušaja i pogrešaka kojima se služe, oduzimaju mnogo vremena.

Potrebno je obratiti pozornost na nekoliko elemenata. Kao prvo, financijski aspekt. Za očekivati je povećanje troškova slijedom neophodnih izmjena tiskovnih formi, i otkupljivanja novih patenata. Zatim, otpor javnosti prema promjenama u aspektu koji označava sigurnost i stabilnost. Formiranje impresija o nečemu s čim smo svakodnevno u dodiru, stvara informacije na nesvjesnoj razini [5,Carter,pp 54-135]. Većina ispitanika je napomenula kako uopće ne razmišlja o novčanicama s aspekta krivotvorenja. Izmjene prati i vrhunska logistika. Potrebno je precizno tempirati vrijeme pripreme javnosti za nove zaštitne elemente, a posebnu pozornost treba obratiti na ciljane tzv. ranjivije skupine ljudi poput slijepih i slabovidnih. Proučavajući dvanaestogodišnji razvojni put novčanica eura jasno je da je riječ o složenom procesu, koji je neophodno promatrati kroz sve aspekte.

Ovakve ankete omogućuju postavljanje prijedloga o korigiranju u budućim izdanjima novčanica, temeljeno na mišljenju prosječnih korisnika i osoba koje svakodnevno rukuju novcem.

### 3.5. Eksperimentalni rad na povijesnim grafikama iz područja vrijednosnica

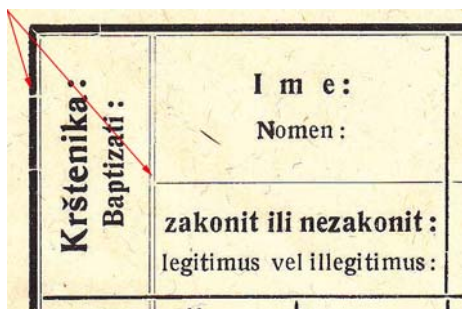
Ovo poglavlje predstavlja bazu za dokazivanje hipoteze o manjkavosti zaštićenih elemenata. Eksperimentalni rad je proveden na povijesnim vrijednosnicama u razdoblju od početka 18.stoljeća do početka 20.stoljeća. Vrijednosnice su barijerno skanirane uređajem docucenter expert pod imitacijom dnevnog svjetla (WHITE) u rasponu od 380 do 700 nm. Eksperimenti obuhvaćaju analizu tehnika tiska i zaštitnih linija. Kombinacija sa transparentnim svjetlom (DIA) korištena je za analizu vodenog znaka, a kombinacija sa kosim svjetlom (EPI) za analizu reljefnosti. Analizom pod infracrvenim zračenjem (IR) valnih duljina od 715 do 1000 nm proučene su boje na povijesnim vrijednosnicama. Navedene analize omogućuju otkrivanje krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica.

Početak eksperimenta proveden je parcijalnim skaniranjem pod imitacijom dnevnog svjetla, budući da se ono smatra početkom svih mjerenja. Vještačenje uvijek započinje vizualnom komparacijom pod dnevnom svjetlošću. Hipotezu broj 3 (*Utvrđivanjem manjkavosti zaštićenih grafičkih elemenata moguće je postaviti prijedlog o korigiranju u budućim izdanjima novčanica*) potrebno je sagledati sa nekoliko aspekta. Kao prvo, manjkavost zaštitnih elemenata može se sagledati kroz tehnološki napredak. Razvoj konvencionalnih i digitalnih tehnika tiska uvjetovao je odstupanje od tradicionalnog načina izrade vrijednosnica. Povijesne su vrijednosnice otisnute tehnikom knjigotiska [4,Bolanča,Golubović,pp 125-146]. Tiskovna forma se slagala ručno od pojedinačnih znakova, te se nakon otiskivanja razlagala. Poteškoće takvog načina tiska očituju se najviše pri tisku linija i okvira, gdje se vide pomaci uvjetovani načinom slaganja olovnih linija i ručnom izradom klišeja.

Za eksperimentalni rad analizirane su vrijednosnice iz područja novčanica i vrijednosnice iz područja osobnih dokumenata. Vizualna provjera na dnevnom svjetlu bila je dovoljna za uočavanje razmaka na okvirima. Takav razmak rezultat je ručnog slaganja i nedovoljne dužine olovnih linija raznih debljina.



Slika 2 Razmak uvjetovan ručnim slaganjem olovnih linija, detalj francuske novčanice iz 1792 godine, inv.br. G1486. Imitacija bijelog svjetla, uvećanje 7.4 puta.



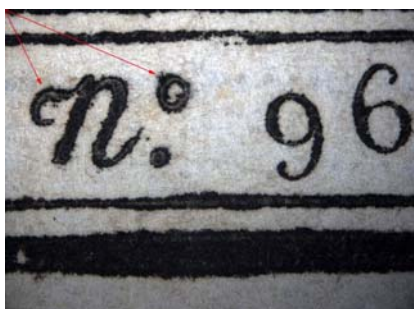
Slika 3 Razmak uvjetovan ručnim slaganjem olovnih linija, detalj krsnog lista iz 1926.godine, privatna arhiva. Imitacija bijelog svjetla, uvećanje 7,4 puta.

Analiza pod stereo mikroskopom potvrdila je pretpostavke o manjkavostima uvjetovanim tehnološkim aspektima. Rezultati su dokumentirani i sačuvani u digitalnom obliku, putem softvera PIA 6000 koji povezuje mikroskop sa računalom. Zbog manualnog podešavanja bočnog svjetla, teško ih je ponoviti u apsolutno istom obliku. Stoga su njihove vrijednosti kvalitativne.

Dokazana je dominacija knjigotiska za tisak povijesnih vrijednosnica. Knjigotisak je direktna tehnika tiska [12, Kipphan, pp 395-408]. Pri otiskivanju su tiskovna forma i papir u direktnog kontaktu, što se očituje u većoj količini istisnute boje koja ostaje na rubovima tipografskih elemenata. Na slici 4 i 5 dani su digitalni prikazi tipografskih elemenata selektivno skanirani mikroskopom. Strelice upućuju na rubove tipografskih elemenata gdje se jasno ocrtavaju tamniji rubovi kao posljedica veće količine boje, istisnute s tiskovne forme zbog pritiska.



Slika 4 Tipografski elementi otisnuti knjigotiskom, detalj švedske novčanice iz 1717.godine, inv.br. G1397. Imitacija bijelog svjetla, mikroskop.



Slika 5 Tipografski elementi otisnuti knjigotiskom, detalj francuske novčanice iz 1792 godine, inv.br. G1486. Imitacija bijelog svjetla, mikroskop.

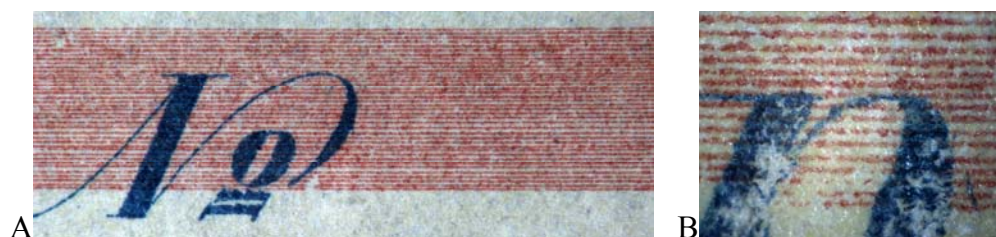
Eksperimenti obuhvaćaju analizu tehnika tiska na vrijednosnicama otisnutim nakon 1945. godine. Višestruko skaniranje pod imitacijom dnevne svjetlosti dokazalo je znatno smanjenje upotrebe knjigotiska za tisak vrijednosnica. To je inicirano razvojem tiskarskih tehnika, konkretno razvojem offseta nakon 2. svjetskog rata. Brzinom otiskivanja dosegnuo je kvalitetu knjigotiska, posebno u tisku kolora [4,Bolanča,Golubović,pp 125-146]. Zbog velikog obujma materijala brzina otiskivanja je presudna pri tisku novčanica. Potrebno je napomenuti kako je princip offseta bio poznat i ranije pod nazivom litografija, no tek 1905. godine prerasta u offset. Razlog je razvoj tehnologije, odnosno dodatak mekanog cilindra između tiskovnog i temeljnog cilindra. Posredstvom mekanog offsetnog cilindra nastaju kvalitetniji otisci koji su prepoznati u smislu kvalitete pri otiskivanju vrijednosnica. U današnje vrijeme, zbog zaštite autentičnosti, novčanice se tiskaju kombinacijom više tehnika tiska. Knjigotisak je i dalje zadržan za tisak serijskih brojeva na novčanicama [69,de Heij,van Gelder,pp 14-18].

### 3.5.1. Serijski brojevi kao aspekt zaštite

U ovom poglavlju kronološki je razrađena zaštita serijskim brojevima na vrijednosnicama. Izvršena su opširna mjerenja selektivnim skaniranjem pod uvjetima WHITE osvjetljenja s opcijom neutral (dojam dnevnog svjetla) i pod uvjetima infracrvenog zračenja valnih duljina 715, 830 i 1000 nm. Iako infracrvene boje apsorbiraju infracrvene valne duljine svjetla između 750 i 1000 nm, u ovom eksperimentu selektivno su skanirani detalji i pod valnom duljinom od 715 nm. Tzv. prelazno područje, koje slijedi nakon mekog IR (579-645 nm), potrebno je radi lakše komparacije.

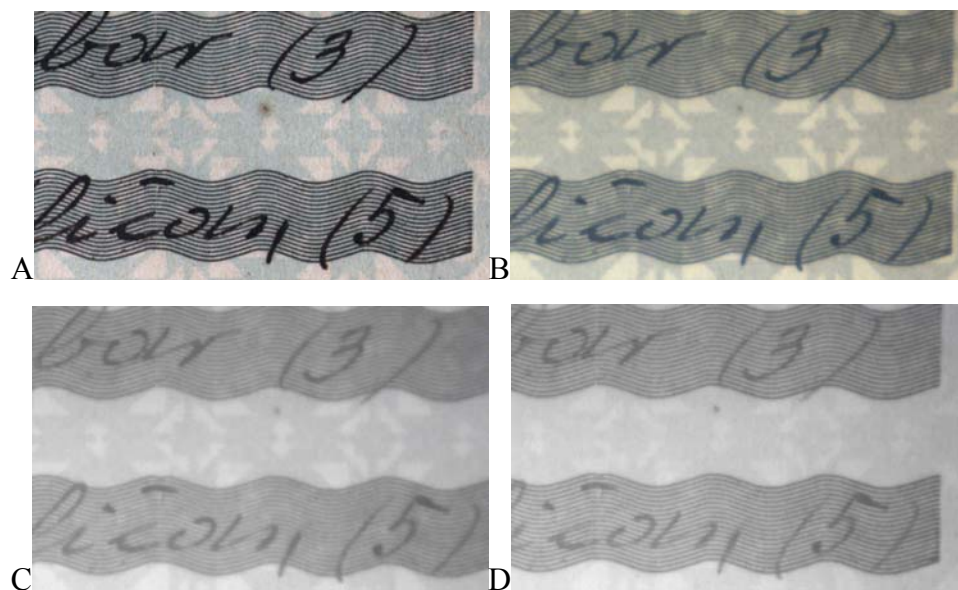
Eksperiment je potvrdio tezu o tisku povijesnih vrijednosnica bez serijskih brojeva. Zbog zaštite od krivotvorenja u jednom periodu su otiskivane čak i bez nominalne vrijednosti. Informacije su se na otisnute, nedovršene vrijednosnice dodavale u središnjoj banci uz verifikaciju osobnim potpisima [69, de Heij, van Gelder, pp 14-18]. Austrijska novčanica iz 1796. godine sadrži čak šest različitih rukopisa. Pet ovlaštenih osoba središnje banke je potpisivalo novčanicu, a šesta je osoba upisivala serijski broj. Mjesto za serijski broj je označeno otisnutim slovima „No.“, ali ne postoje linije ili okviri za ispis. Verifikacija putem šest različitih rukopisa predstavljala je jaku zaštitu od krivotvorenja.

Daljnja analiza je dokazala razvoj zaštite od jednostavnih linija sastavljenih od niza točkica ili crtica do niza valovitih linija. Ako preko takve linije napišemo tekst, mijenjanjem teksta, promijenit će se i linije. Zaštitne linije učestali su element sigurnosti na vrijednosnicama početkom 19. stoljeća [27, Poldrugač, Koren et al, pp 160-169]. Dodatni eksperimenti provedeni na osobnim dokumentima dokazali su prisutnost zaštitnih linija u duljem vremenskom razdoblju nego kod novčanica [28, Poldrugač, Barišić et al, pp 81-110]. Čak i u današnje vrijeme nalaze se na osobnim dokumentima.



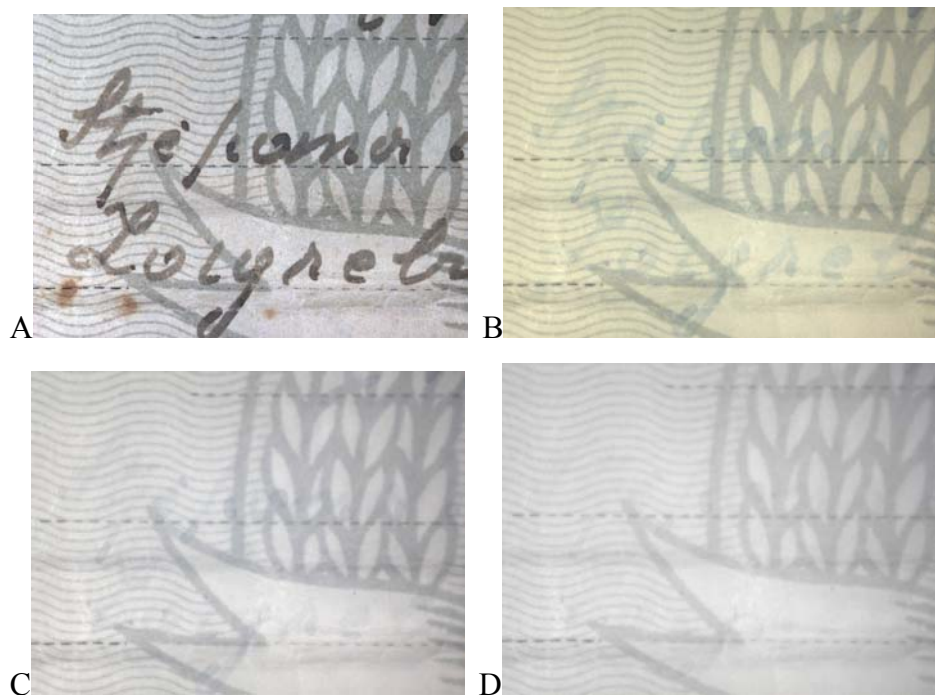
Slika 6 Detalj pozicije za upis oznake nominalne vrijednosti na banknoti iz 1848. godine, Karlovci, inv.br. 1458. Imitacija dnevnog svjetla, uvećanje 23 puta (A) i detalj pod mikroskopom (B).

Slike pod rednim brojem 7. i 8. prikazuju odaziv boja na povijesnim svjedodžbama pod specifičnim uvjetima. Potrebno je obratiti pozornost na tri tipografska elementa: zaštitne linije, podlogu i rukopisni dio. Za dokazivanje autentičnosti izvršeno je infracrveno skaniranje pod uvjetima od 715, 830 i 1000 nm. Pod valnom duljinom od 1000 nm gubi se informacija podloge, dok informacije zaštitnih linija i rukopisnog dijela lagano blijede, ali ne nestaju.



Slika 7 Digitalni zapis svjedodžbe iz 1934.godine pod imitacijom bijele svjetlosti (A) i različitim IR valnim duljinama; 715 nm(A), 830 nm(B) i 1000 nm(C). Uvećanje 8,7 puta.

Za dokazivanje autentičnosti svjedodžbe iz 1946. godine izvršeno je infracrveno skaniranje pod uvjetima valnih duljina spektra od 715, 750 i 830 nm. Nije bilo potrebe za infracrvenim skaniranjem pod 1000 nm, jer su rukopisne informacije drastično izbledile već na 715 nm, a na 750 nm gotovo u potpunosti nestale. Pod valnom duljinom od 750 nm gubi se informacija podloge, dok informacije zaštitnih linija lagano blijede, ali ne nestaju. Podloga i zaštitne linije su vidljive pod svim uvjetima, no njihov je odziv boje vrlo različit.



Slika 8 Digitalni zapis svjedodžbe iz 1946.godine pod imitacijom bijele svjetlosti (A) i različitim IR valnim duljinama; 715 nm(A), 780 nm(B) i 830 nm(C). Uvećanje 13 puta.

Tijekom vremena za zaštitu se koriste složeniji tipografski elementi, poput mustri. Austrijska novčanica iz 1816.godine odaje vizualni dojam vrlo proste izrade. Detaljnija analiza pokazuje složenost niza tipografskih elemenata koji zamršenim sistemom mustri i geometrijskih popunjavanjem okvira štite čitav niz informacija: serijski broj, oznaku valute, oznaku nominalne vrijednosti i vrstu novca. Novčanica je skanirana na crnom kartonu radi naglaska tankoće papira vrijednosnice koji je djelomično uništen i koji je od starosti počeo žutiti. Pod imitacijom bijelog svjetla i uvećanjem 2,4 puta ističu se zaštite u vidu linija, mustri i rukopisa šest osoba.



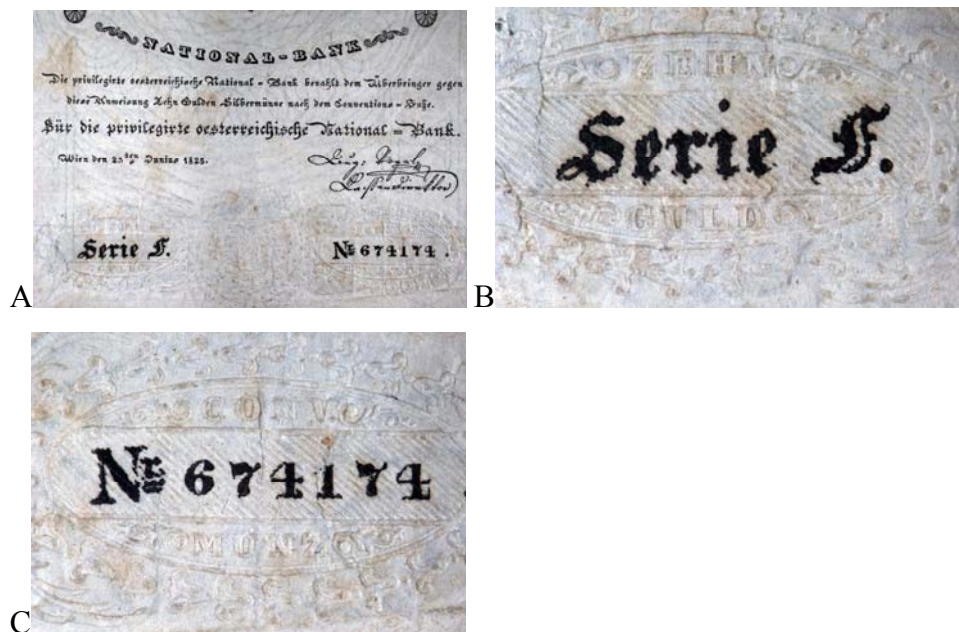


Slika 9 Austrijska novčanica iz 1816.godine, inv.br. 1415. Imitacija bijelog svjetla, uvećanje 2,4 puta.



Slika 10 Detalj oznake nominalne vrijednosti na austrijskoj novčanici iz 1816.godine, inv.br. 1415. Imitacija bijelog svjetla, uvećanje 8,7 puta.

Daljnji napredak kroz povijest omogućuje povezivanje zaštitnog tipografskog elementa sastavljenog od linija i slijepog tiska. Eksperimenti provedeni obostranim kosim svjetlom na austrijskoj novčanici iz 1825.godine dokazuju dvije vrste otiska. Prvo je slijepim tiskom otisnut predložak od niza kosih linija, a zatim je knjigotiskom otisnut serijski broj.



Slika 11 Austrijska novčanica iz 1825.godine, inv.br. 1414. Koso svjetlo, donji dio lica novčanice, uvećanje 8.7 puta (A), i detalji pod uvećanjem od 19 puta (B,C).

Iako je vidljiv prijelaz između rukopisnog numeriranja i serijskih brojeva otisnutih knjigotiskom, mjesto otiskivanja nije promijenjeno. Tiskarski stroj za numeraciju nalazio se unutar središnjih banaka, te su serijski brojevi otisnuti naknadno posebno dizajniranim fontom. Razlika odaziva boja dijela novčanice otisnutog u tiskari i dijela otisnutog u središnjoj banci posebno je uočljiva pod infracrvenim zračenjem. Slika broj 11 prikazuje digitalne slike srpske novčanice iz 1893.godine pod uvjetima IR 715, 830 i 1000 nm. Već pri valnoj duljini od 715 nm nestaju svi dijelovi novčanice vidljivi na bijelom svjetlu, izuzev dijela otisnutog u središnjoj banci. Serijski broj u središtu novčanice je otisnut knjigotiskom, kao i oznaka serije i broj koji se naizmjenično ponavljaju na rubovima novčanice. Dva potpisa pokazuju identičan odziv u navedenim valnim duljinama.

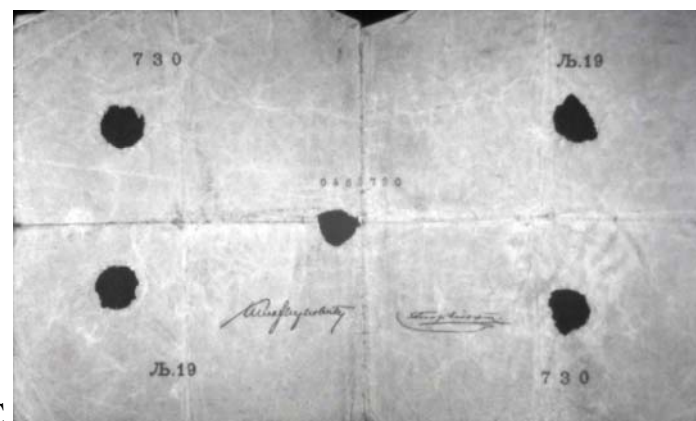
Svi provedeni eksperimenti se mogu ponoviti, čime komparacija sa digitalnim slikama u bazi podataka omogućava bržu provjeru autentičnosti. Time se potreba uvođenja digitalnih sustava baza podataka proširuje i na povijesne novčanice.



A



B



C



D

Slika 12 Komparacija odaziva boja pod različitim valnim duljinama srpske novčanice iz 1893.godine, inv.br. 1465. Bijelo svjetlo s opcijom N (A), IR svjetlo od 715 nm(B), 830 nm(C) i 1000 nm(D).

### 3.5.2. Zaštićeni papir – kronologija vodenog znaka

Vodeni znak pripada najpoznatijem i najstarijem zaštitnom obilježju [10,Hunter,pp 258-280;pp 258-280]. Pokriv kalupa cilindra koristi se za probiranje vlakana iz pulpe, zbog dobivanja reljefnosti koja uzrokuje varijacije u debljini papira pri taloženju. Kada se papir osuši, reljefnost provedena u pulpi omogućuje jedinstvenu reprodukciju vodenog znaka. Deblji dijelovi papira očituju se kao tamniji, a tanji dijelovi papira kao svjetliji [97,European Central Bank]. Izrađivan je mnogo prije prvog izdanja novčanica u Europi. Na novčanicama je prvi put upotrijebljen 1661. godine. Izdanje Stockholm Banco sadrži riječ „BAZA“ koja je vidljiva u propusnom svjetlu.

Analizirajući manjkavost, vodeni znak pripada tipografskim elementima koji su prepoznati u smislu izvrsnosti [27,Poldrugač, Koren et al, pp 160-169]. Na današnjim novčanicama neizostavan je zaštitni element. Povijesna analiza omogućuje komparaciju vodenih znakova. Prvi vodeni znakovi bili su jednotonski. Eksperimenti provedeni pod propusnim svjetlom na francuskoj novčanici iz 1792.godine potvrđuju primat jednotonskog vodenog znaka. Oblik pletera koji se proteže uz okvir novčanice očituje se svjetlijim zbog tanjeg papira novčanice na tom djelu. Izuzev toga ukrasnog dijela, gledajući prema izvoru svjetlosti, jasno je vidljiv natpis „LIBERTE OGALITE – NATION FRANCAISE“ koji se proteže duž novčanice u dva reda. Individualnost vodenih znakova je dizajnirana u svrhu zaštite od krivotvorenja.

Za razliku od navedenog vodenog znaka koji djelomično prekriva površinu papira, primjer austrijske novčanice iz 1825.godine prikazuje vodeni znak koji se proteže cijelom površinom novčanice. Zamršeni sloj šara (gijoš) prekriva cijelu površinu novčanice, a postaje vidljiv tek pod propusnim svjetlom. Na čak četiri mjesta naglašena je nominalna vrijednost novčanice. Vodeni znak u obliku slova „X“ jasno pokazuje o kojem se apoeni radi („*zehn gulden*“).



Slika 13 Austrijska novčanica iz 1825.godine, inv.br. G1414. Propusno svjetlo, uvećanje 2,4 puta.

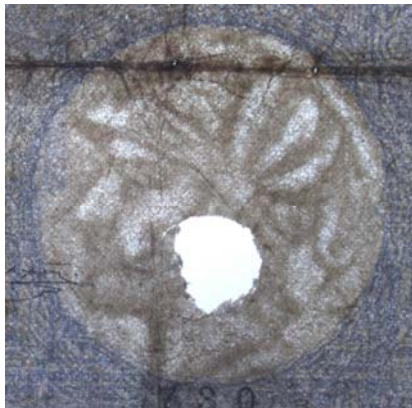
Iako je u suštini ostao isti, napredak u proizvodnji omogućio je razvoj vodenog znaka. Začetak ideje o višetonskom vodenom znaku prikazan je pod propusnim svjetlom na austrijskoj novčanici iz 1796.godine. Ukoliko za konstantu uzmemo debljinu papira, vidljivi su dijelovi na kojima je papir deblji od te konstante i dijelovi na kojima je papir tanji od konstante. Ovaj primjerak predstavlja pravo umjetničko djelo u smislu zaštite. Informacije naglašene vodenim znakom se ostavljaju sumnje autentičnosti.



Slika 14 Detalj austrijske novčanice od 5 guldena iz 1796.godine, propusno svijetlo, uvećanje 3,4, inv.br. 1422

Analiza vrijednosnica iz 19.stoljeća dokazala je konstantnu prisutnost vodenog znaka na novčanicama. Eksperimentom su dokazane slijedeće kronološke promjene: razvoj višetonskog vodenog znaka oduzima prevlast jednotonskom, vodeni znakovi se više ne nalaze na čitavoj površini novčanice (pozicioniraju se na određeno mjesto) i dizajn naglašava individualnost novčanica ponavljajući osnovni motiv.

Na srpskoj novčanici iz 1893.godine višetonski se vodeni znak nalazi na neotisnutom dijelu novčanice. Na taj je način vrlo elegantno riješen problem vidljivosti vodenog znaka, kao i upućivanje javnosti na poziciju istog. Ovakvo se prostorno uređenje novčanice zadržalo do danas.



Slika 15 Detalj srpske novčanice iz 1893.godine, inv.br. 1465. Propusno svjetlo, uvećanje 5,9 puta.

Eksperimenti u ovom poglavlju rađeni su na autentičnim povijesnim novčanicama, stoga je analiza pod propusnim svjetlom bila dovoljna za komparaciju. U poglavlju 3.6.2. analiza je proširena UV i WHITE skaniranjem, kao dokaz reprodukcije krivotvorenih zaštitnih elemenata.

### **3.5.3. Taktilni zaštitni elementi**

Reljefnost tipografskih elemenata uvjetovana je načinom tiska. Eksperiment je proveden kosim skaniranjem vrijednosnica na tri načina: kosim lijevim svjetlom, kosim desnim svjetlom i obostranim kosim svjetlom. Sve pokuse moguće je naknadno ponoviti. Ovakvo analiziranje pruža uvid u nanos reljefa boje i hrapavost podloge.

Proučavajući povijest reljefnog tiska na vrijednosnicama jasna je dominacija tzv. slijepog tiska. Začetak na novčanicama možemo povezati uz treće izdanje Stockholms Banco iz 1666.godine. Izdano je uz dodatna zaštitna obilježja. Ističe se reljefni tisak otisnut pomoću čeličnih tiskovnih formi. Posebnost se očituje u punjenju udubina voskom, te prekrivanje papirom. Iako praksa punjenja voskom nije nastavljena, reljefni tisak postaje vrlo popularan tijekom 17. i 18. stoljeća.

Analiza švedske novčanice iz 1717.godine pokazuje primitivan način zaštite novčanice tzv. slijepim tiskom. Tri različita pečata otisnuta su jedan do drugoga na posebnoj kartonskoj podlozi. Podloga je naknadno prilijepljena na naličje novčanice. Čitava je novčanica otisnuta na kartonskoj podlozi, pa je reljefnost moguće analizirati i s vizualnog i s taktilnog stajališta. Slijepi tisak izdiže ili udubljuje papir za otprilike dvije do tri debljine jednog arka, pa deblji papiri daju bolji efekt reljefnosti. Reljefnost je postignuta i tehnikom knjigotiska. Kod knjigotiska su uzdignuti tiskovni elementi nosioci boje, pa pritisak tiskovne forme na podlogu udubljuje tiskovne elemente u papir. Reljefnost se može vidjeti i osjetiti sa naličja novčanice.

Slijepi je tisak u Europi doživio procvat na francuskim novčanicama s kraja 18.stoljeća, takozvanim „assignat“. Primjeri novčanica iz 1792.godine i 1793.godine imaju otisnut pečat tehnikom slijepog tiska na donjem dijelu novčanice. Na novčanici iz 1793.godine nalaze se čak dva različita otiska. Otisci su okrugli, bogato ukrašeni geometrijskim formama, a središtem dominiraju ljudski motivi. Slično pozicioniranje dva bogato ukrašena otiska analizirano je na austrijskoj novčanici iz 1796.godine.



Slika 16 Detalji austrijske novčanice iz 1796.godine, i.b. 1422, uvećanje 3,4 puta

Tendencija povećanja broja tiskovnih elemenata otisnutih slijepim tiskom uočljiva je na austrijskim novčanicama iz 1800.godine i 1825.godine. Na austrijskoj novčanici iz 1800.godine nalaze se dva tiskarska elementa otisnuta slijepim tiskom u gornjem dijelu novčanice. Međusobno se razlikuju po motivima. Obzirom na iznimno tanak papir korišten za podlogu novčanice, kao i vremensko razdoblje, motive je ne moguće jasno razlučiti. Za razliku od navedenog primjera, austrijska novčanica iz 1825.godine, iznimno je dobro ušćuvana. Iako su identične po debljini papira, na novčanici iz 1825.godine svaki je detalj slijepog tiska jasno vidljiv. Otisak prikazuje tri motiva. Desni i lijevi motiv ovalna su oblika s okvirom bogato ukrašenim cvjetnim motivima. Unutar okvira slijepim je tiskom otisnut tekst i niz paralelnih kosih linija. Linije imaju zaštitnu funkciju, jer se preko njih naknadno otiskivao tekst. S lijeve strane otisnut je naziv serije, a s desne strane serijski broj. Ovakva zaštita predstavlja izniman napredak u smislu povezivanja dvaju tiskarskih elemenata: slijepog tiska i niza linija.



Slika 17 Detalj slijepog tiska na naličju austrijske novčanice iz 1825.godine, inv.br. 1414. Obostrano koso svjetlo, uvećanje 19 puta.

Analizom reljefnog tiska u smislu manjkavosti dolazimo do zaključka da je isti neupitan kao zaštitni element. Promjene se očituju u vrsti reljefnog tiska koji se koristi. U današnje se vrijeme slijepi tisak sve manje koristi, jer se teži informacijama koje će biti prepoznate putem više osjetila. Taktilni dijelovi se otiskuju intaglio tiskom, koji omogućuje bolju komunikaciju s aspekta vida i dodira.

Eksperimenti provedeni na povijesnim vrijednosnicama omogućili su komparaciju između tiskovne forme za tradicionalno graviranje koja se izrađuje kemijskim jetkanjem i novih digitalnih tiskovnih formi za intaglio tisak koje se izrađuju bušenjem ili laserskim graviranjem. Osnovna je razlika u nanosu boje i oštini linija. Potrebno je naglasiti kako se



strojevi za intaglio tisak prodaju isključivo uz državnu garanciju i osiguranje vraćanja proizvođaču nakon prestanka potrebe za strojem. Upravo to je jedan od razloga zašto se intaglio tisak smatra najbolje zaštićenom tiskarskom tehnikom.

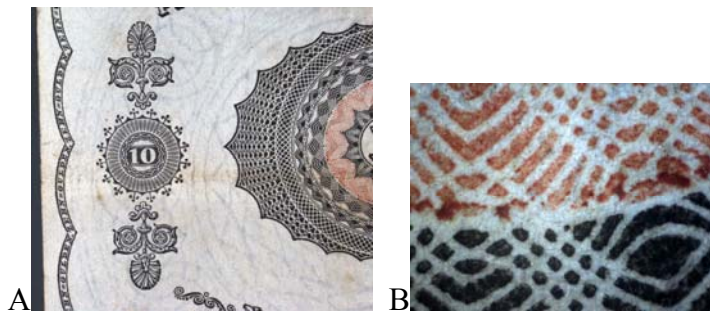
Drugi je razlog tehnološki napredak u segmentu novih digitalnih tiskovnih formi. Posebni je napredak postignut laserskim graviranjem [96,de Heij,pp 157-160; 74,Infosecura, pp 11, 81,Infosecura,pp11]. Radi boljeg razumijevanja rapidne razlike između tradicionalnih i digitalnih tiskovnih formi u slijedećoj je tablici kompariran dio tehničkih karakteristika. Time postaje očito zašto intaglio tisak nije moguće krivotvoriti.

Tablica 7 Komparacija tehničkih karakteristika tradicionalnog i digitalnog graviranja

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE	TRADICIONALNO GRAVIRANJE	DIGITALNO GRAVIRANJE	
		BUŠENJE	LASER
MAKSIMALAN RELJEF	50 µm	150 µm	150 µm
STRMOST RELJEFA	Slaba	limitirana	dobra
ASIMETRIČNOST PROFILA	ne moguća	limitirana	dobra
VEZA IZMEĐU DEBELIH I TANKIH LINIJA	ne moguća	moguća	Moguća
OŠTAR SPOJ IZMEĐU KRIŽANIH LINIJA	Slab	dobar	dobar
MINIMALNA TOČKA	0,20 mm	0,15 mm	0,15 mm
PLITKE LINIJE	ne moguće	ne moguće	2-4 µm
MINIMALNA ŠIRINA DUBINE GRAVIRANJA	30 µm	20 µm	16 µm
MINIMALNA VISINA MIKRO SLOVA	200 µm	150 µm	125 µm
INTAGLIO NA RUBU NOVČANICA	ne moguć	limitiran	dobar

### 3.5.4. Tiskarske boje vidljiva spektra

Prve vrijednosnice su tiskane u samo jednoj boji – crnoj. Tijekom vremena pojavljuju se pokušaji otiskivanja vrijednosnica u više boja, s tim da se svaka boja otiskuje zasebno. 1777.godine novčanica Royal Bank of Scotland otisnuta je crnom bojom, s glavom kralja otisnutom u crvenoj boji i oznakom nominalne vrijednosti otisnutom plavom bojom. Tijekom 19.stoljeća tiskanje u više boje postaje uobičajena praksa. Austrijska novčanica iz 1825.godine otisnuta je crnom tiskarskom bojom, sa detaljem šara otisnutih crvenom tiskarskom bojom.



Slika 18 Detalj austrijske novčanice iz 1825.godine, inv.br. 1414. Imitacija dnevnog svjetla, uvećanje 8,7 puta (A) i detalj uvećan pod mikroskopom (B).

Tijekom 18. i 19. stoljeća mnoge države uvode banknote umjesto novčanica. Bile su povezane u knjige poput kupona čekova. Osnovna je razlika u tome što se čekovi trgaju iz knjižice po perforaciji, dok su se kuponi banknota rezali. Rez je najčešće bio nepravilnog oblika. Pri vraćanju banknote u banku radi plaćanja, usporedba reza omogućavala je vrlo jednostavnu provjeru autentičnosti. Analiza banknota iz 1848.godine, Karlovcu, pokazuje upotrebu tri tiskarske boje. Podloga je otisnuta žutom tiskarskom bojom, pri čemu je dio ostavljen neotisnut. Neotisnuti dio prikazuje nominalnu vrijednost banknote. Zatim je otisnut okvir i zaštitne linije crvenom tiskarskom bojom. Posljednja otisnuta tiskarska boja je plava. Tisak je vršen posebnom prešom za tiskanje banknota. Vrijednost banknota u aspektu zaštite vrijednosnica vrlo je značajna zbog specifičnosti rezanja iz knjižica. Komparacija reza onemogućavala je krivotvorenje u tolikoj mjeri da nisu pronađeni tragovi krivotvorenih banknota.



Slika 19 Banknota iz 1848.godine, Karlovci, inv.br. 1458. imitacija dnevnog svjetla, uvećanje 2.4 puta.

Kao što je vidljivo i iz analiziranja povijesnih izvoda iz matičnih knjiga, tijekom 20.stoljeća boja postaje neizostavan tiskarski element za podlogu vrijednosnica. Doznaka grada Zagreba od 20 filira iz 1919.godine otisnuta je crnom bojom, a podloga je otisnuta crvenom tiskarskom bojom. Crvena i crna boje su otisnute i na naličju.



Slika 20 Doznaka grada Zagreba iz 1919.godine, inv.br. 1449. Imitacija dnevnog svjetla, uvećanje 4,7 puta (A) i detalj pod mikroskopom (B).

Složeniji primjer predstavlja doznaka Crne Gore iz 1917.godine tzv. uputnica vrijednosti dva perpera. Podloga lica otisnuta je maslinasto zelenom bojom, a okvir ljubičastom bojom. Podloga naličja otisnuta je ljubičastom bojom, a okvir maslinasto zelenom bojom. Tekst je otisnut crnom tiskarskom bojom.



Slika 21 Doznaka Crne Gore, 1917.godina, inv.br. 1454, imitacija bijelog svjetla. Lice vrijednosnice uvećano 3,4 puta (A) i detalj uvećan 8,7 puta (B). Naličje vrijednosnice uvećano 3,4 puta (C) i detalj uvećan 12 puta (D).

Manjkavost tiskarskih boja vidljiva spektra očituje se u razvoju digitalne tehnologije. Boje se više koriste kao zaštita vizualnog identiteta, a manje kao zaštita od krivotvorenja. Izuzetak predstavlja iris tisak, koji još uvijek predstavlja veliku barijeru krivotvoriteljima.

Tijekom vremena glavna je uloga boja vidljiva spektra postala ostvarivanje razlike između apoeni. Ovdje je potrebno napomenuti da to ujedno može imati i sigurnosni aspekt kod promjena na autentičnom primjerku vrijednosnice dodavanjem ili oduzimanjem pojedinih elemenata. Dolari su zbog identičnih tiskarskih boja na svim apoenima prvih izdanja podložni krivotvorenju dodavanjem nula iza oznaka nominalne vrijednosti.

### 3.5.5. Tiskarske boje nevidljiva spektra

Analizirane su i tiskarske boje nevidljiva spektra na povijesnim novčanicama. Novčanice su izložene zračenju pod ultraljubičastim filtrom od 365 nm i infracrvenim filtrom od 715, 830 i 1000 nm.

Utvrđeno je da nema tragova ultraljubičastih boja. Uzimajući u obzir svojstvo ultraljubičastih boja da tijekom vremena ispare, ne možemo biti sigurni da li su uopće bile otisnute na vrijednosnicama. Tiskarske boje nevidljiva spektra prepoznate su kao zaštitni elementi tek u novijoj povijesti. Ultraljubičaste boje pokazuju manjkavost jer tijekom vremena ispare i moguće ih je nabaviti u slobodnoj prodaji. Stoga je većina novijih istraživanja posvećena zaštitnim infracrvenim bojama. Analiza povijesnih vrijednosnica dokazala je da se tiskarske boje različito ponašaju pod infracrvenim zračenjem. To ovisi o osnovnim parametrima za definiciju boja: svjetlini, tonu boje i zasićenju. Uzmimo na primjer novčanicu iz Srbije iz 1893. godine. Pod infracrvenim svjetlom od 715, 830 i 1000 nm ostaje vidljiva samo crna tiskarska boja. Razlog je priroda pigmenta pojedinih tiskarskih boja (slika broj 12).

U sljedećim poglavljima razrađena je važnost analiziranja vrijednosnica razdvajanjem infracrvenog svjetla. Tiskarske boje različito reagiraju pod IR svjetlom ovisno o nizu parametara poput količine boje, penetracije, sušenja itd. Uz pomoć instrumenata moguće je izmjeriti različit odziv boja i opisati ih pomoću parametara u CIE-Lab, RGB ili HSB kolor sistemu [55, V. Žiljak, Pap et al., pp 62-69]. Otkrivanje krivotvorenih grafika ovisi o svojstvima boja. Siva ili crna područja koja su vidljiva pod infracrvenim svjetlom, nestaju ovisno o uporabljenim tiskarskim bojama. Svojstva tiskarskih boja uvjetuju da se magenta (M) i žuta (Y) ne vide iznad 570 nm, a cijan (C) iznad 815 nm. Jedino se karbon crna (K) odaziva do 1000 nm.

Temeljem toga moguće je odrediti autentičnost vrijednosnica. Švedska vrijednosnica iz 1717. godine, analizirana je pod infracrvenim svjetlom od 715 nm, 830 nm i 1000 nm. Pri eksperimentalnom radu provedenom na imitaciji dnevnog svjetla postavljena je tvrdnja o tri različita rukopisa na novčanici iz istog vremenskog razdoblja, bez naknadne dorade u svrhu prepravljanja podataka. Tvrdnja je potvrđena eksperimentima provedenim pod IR svjetlom. Identičan odziv pod različitim valnim duljinama dokazuje potpisivanje od strane tri različite osobe u istom vremenskom razdoblju, koristeći identičnu boju. Struktura boje je identična, jer je identično njeno nestajanje u ovisnosti o izlaganju određenim valnim duljinama infracrvenog spektra. Dorada, u svrhu krivotvorenja, evidentirala bi se drugačijim IR odazivom. Time bi se potvrdilo drugo izvorište.



Slika 22 Švedska novčanica iz 1717.godine, i.b. 1397, uvećanje 3,4 puta. Imitacija dnevnog svjetla (A), infracrveno svjetlo od 715 nm (B), 830 nm (C) i 1000 nm (D).

Važnost infracrvenog zračenja se sve više istražuje u svim znanstvenim granama. Najveći su pomaci postignuti u medicini, pa se istražena znanja pokušavaju iskoristiti u svim tehnologijama. Najnovija istraživanja analiziraju mogućnosti termalnih aspekta infracrvenih boja za prepoznavanje [13,Kong,Heo et al.,pp 103-135]. U zaštitnoj grafici istraživanja su usmjerena prema tvrdnjama da se na istom dokumentu mogu primjeniti područja koja odredimo da se vide i područja koja se ne vide u IR osvjetljenju [45,I.Žiljak,J.Žiljak-Vujić,et al., pp 24-31]. Istraživanje povijesnih vrijednosnica dokazalo je da su tehnološke promjene uvjetovale manjkavosti zaštitnih elemenata. Provedena razrada tipografskih elemenata, pokazala je da su kao zaštita korišteni samo tipografski elementi koji su mogli biti vizualno provjereni [49,Žiljak-Vujić,Uglješić et al., pp 1875-1880]. To je logično, budući da su istraživanja i primjena instrumenata koji rade selektivno vezani za novije doba.

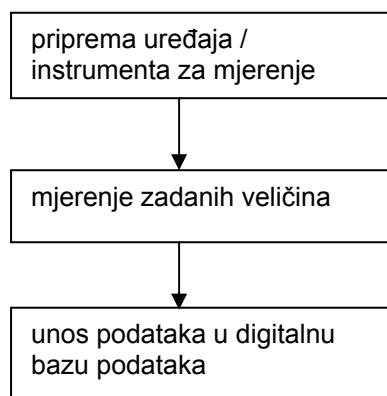
Proučavanje tipografskih elemenata dovelo je do dvije spoznaje. Kao prvo, pojedini su se tipografski elementi pokazali nepotrebnima, te su napušteni u slijedećim izdanjima. Drugo, određeni su elementi tijekom vremena dokazali svoju izvrsnost, te se ponavljaju čak i na današnjim novčanicama.

### 3.6. Eksperimentalni rad na području papira krivotvorina

Krivotvorine se najčešće izrađuju na komercijalnom celuloznom papiru, sastava četinjače i listače. Samim time taktilni, vizualni i slušni odgovori su im drugačiji nego kod originalnog zaštićenog papira koji se izrađuje od pamuka. U sljedećim poglavljima raspravlja se o manjkavostima zaštitnih elemenata koji su ukomponirani u zaštićeni papir tijekom njegove proizvodnje. Predložen je način vještačenja putem detaljne analize, te parcijalno skaniranje krivotvorenih novčanica. Time bi se proširilo vještačenje u svim područjima zaštitnih elemenata. Eksperimentalni rad na krivotvorenim novčanicama omogućio je prijedloge korekcije budućih izdanja novčanica, što je opisano u poglavlju 4.

#### 3.6.1. Dimenzije, težina i debljina papira krivotvorina

Početak analize sumnjivih novčanica započinje kontrolnim mjerenjima. Kod originalnih novčanica je dorada precizno specificirana, te se one strojno obrezuju na točno definirane dimenzije minimalnih odstupanja. Nedostatak profesionalne opreme uvjetuje pomake unutar dimenzija. Dosadašnja mjerenja su se provodila na osnovi dužine i širine novčanica, ne specificirajući dio novčanice koji treba izmjeriti. Stoga su podaci mogli varirati ovisno o ljudskom faktoru. Treba napomenuti i težinu i debljinu papira, koji su zbog minimalnih variranja bili zapostavljeni. U svrhu preciznijeg definiranja krivotvorina predlaže se uvođenje detaljne obrade primarnih podataka o papiru krivotvorine. U nastavku je dana procedura :



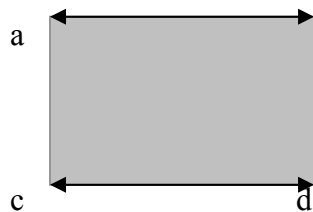
## 1. mjerenje širine, dužine i dijagonala papira

- uređaj / instrument za mjerenje :

precizno metalno ravnalo sa milimetarskom razdiobom

- mjerenje zadanih veličina :

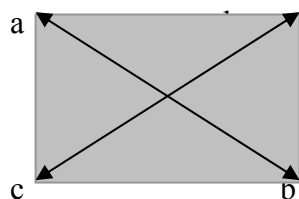
Dužina papira određena je veličinom u mm od gornjeg lijevog do gornjeg desnog ruba (od točke a do točke b) i veličinom od donjeg lijevog do donjeg desnog ruba (od točke c do točke d)



Širina papira određena je veličinom u mm od gornjeg lijevog do donjeg lijevog ruba (od točke a do točke b) i veličinom od gornjeg desnog do donjeg desnog ruba (od točke c do točke d)



Dijagonale papira određene su veličinom u mm od gornjeg lijevog do donjeg desnog ruba (od točke a do točke b) i veličinom od donjeg lijevog do donjeg desnog ruba (od točke c do točke d)





Bjeline uz rub krivotvorine ne mogu biti predviđene prostorno, pa se mjere u ovisnosti o svakom primjerku krivotvorine. Obzirom na mogućnosti ravnomjernih ili neravnomjernih bjelina isto je potrebno naglasiti označavanjem.

- unos podataka u digitalnu bazu podataka

dimenzije

dužina (*gonji dio*)..... mm ; (*donji dio*) ..... mm

širina (*lijevi dio*)..... mm ; (*desni dio*) ..... mm

dijagonala I ..... mm ; dijagonala II ..... mm

bjelina uz rub

gore .....mm ravnomjerno  neravnomjerno  odstupanja \_\_\_\_\_

dolje .....mm ravnomjerno  neravnomjerno  odstupanja \_\_\_\_\_

lijevo .....mm ravnomjerno  neravnomjerno  odstupanja \_\_\_\_\_

desno .....mm ravnomjerno  neravnomjerno  odstupanja \_\_\_\_\_

## 2. mjerenje težine papira

- uređaj / instrument za mjerenje :

digitalna vaga za papir sa zaštitom protiv strujanja zraka

- mjerenje zadanih veličina :

automatska kalibracija pomoću eksternog ispitnog utega, postavljanje uzorka, stabiliziranje ~ optimalno 3 sekunde, očitavanje rezultata

- unos podataka u digitalnu bazu podataka

težina papira ..... g

gramatura papira ..... g/m<sup>2</sup>

### 3. mjerenje debljine papira

- *uređaj / instrument za mjerenje :*

mikrometar sa skalom u 1/10 mm

- *mjerenje zadanih veličina :*

manualno određivanje veličine uvijek na istom djelu papira (dolje lijevo)

- *unos podataka u digitalnu bazu podataka*

debljina ..... mm

#### 3.6.2. Vodeni znak

Dosadašnja vještačenja su dokazala kako niti jedna imitacija vodenog znaka nije reproducirana reljefnošću provedenom u pulpi na identičan način kao kod originalnih novčanica. No inovativnost krivotvoritelja je doprinijela čitavom nizu različitih reprodukcija. Radi lakšeg razlučivanja načina imitacije u ovom se dijelu predlaže višeslojna analiza. Također se predlaže razdvajanje vodenih znakova, ukoliko se na originalnoj novčanice iste valute i nominalne vrijednosti nalazi više vrsta vodenih znakova. Za prikaz ovog prijedloga bit će prikazane krivotvorene novčanice eura, budući da se na originalnim novčanicama nalaze tri vrste vodenih znakova: jednotonski, višetonki i crtični (barcode) vodeni znak.

Osnovu za digitalni sustav čine obilježeni, pažljivo pozicionirani dijelovi novčanica predviđeni za propusno skaniranje. Označeni su kraticama naziva zaštitnih elemenata:

- VL1-E ; vodeni znak lice 1 euro – pozicija propusnog skaniranja višetonkog vodenog znaka na licu
- VL2-E ; vodeni znak lice 2 euro – pozicija propusnog skaniranja jednotonskog vodenog znaka na licu
- VL3-E ; vodeni znak lice 3 euro – pozicija propusnog skaniranja crtičnog vodenog znaka na licu

- VN1-E ; vodeni znak naličje 1 euro – pozicija propusnog skaniranja višetonskog vodenog znaka na naličju
- VN2-E ; vodeni znak naličje 2 euro – pozicija propusnog skaniranja jednotonskog vodenog znaka na naličju
- VN3-E ; vodeni znak naličje 3 euro – pozicija propusnog skaniranja crtičnog vodenog znaka na naličju



Slika 23 Lice originalne novčanice od 500 eura sa označenim pozicijama propusnog skaniranja



Slika 24 Naličje originalne novčanice od 500 eura sa označenim pozicijama propusnog skaniranja

Predlaže se propusno skaniranje svih indikativa, što bi u konačnici rezultiralo mogućnošću slikovne pretrage i komparacije na zaslonu računala.

Korištenjem uređaja Docucenter expert komparacija bi bila omogućena na tri načina:

- slika pored slike : zaslon računala podijeljen na dva jednaka dijela ; na lijevom dijelu nalazi se objekt koji analiziramo, dok se na desnom mijenjaju već registrirani objekti pod propusnim svjetlom
- slika ispod slike : zaslon računala podijeljen na dva jednaka dijela ; na gornjem dijelu nalazi se objekt koji analiziramo, dok se na donjem mijenjaju već registrirani objekti pod propusnim svjetlom
- slika na slici : objekt koji analiziramo i odabrani već registrirani objekt se preklapaju, uz automatsko i manualno traženje razlika.

Komparacija uvjetuje poštivanje određenih parametara poput promjene osvjetljenja, vrste zračenja i pobude. Bijelim svjetlom (WHITE) analizira se način izrade vodenog znaka. Kosim svjetlom (EPI) omogućena je provjera mehaničkog oštećivanja papira poput struganja ili utiskivanja. Infracrvenim svjetlom (IR) prati se odaziv korištenih boja razdvajanjem valnih duljina. Propusnim svjetlom (DIA) provjerava se unutrašnjost papira kod dvoslojnih krivotvorina. Ultraljubičastim svjetlom (UV 365) analizira se način tiska vodenog znaka karakterističnim odazivom pod određenom valnom duljinom. Iako su spomenute osnovne karakteristike analize krivotvorina prema vrsti osvjetljenja, potrebno je napomenuti kako svako osvjetljenje pokazuje karakteristična obilježja ovisno o vrsti krivotvorine. Stoga je za dokazivanje pripadnosti krivotvorine određenom indikativu neophodno analizirati sve aspekte. U tablici koja slijedi navedeni su osnovni parametri za komparaciju reprodukcije vodenog znaka.

Tablica 8. Osnovni parametri za komparaciju reprodukcije vodenog znaka

<b>SVJETLO</b>	<b>ZRAČENJE</b>	<b>POBUĐIVANJE</b>	<b>OTVOR OBJEKTIVA</b>	<b>INTENZITET</b>
WHITE	BG38	DOCU	8,0	100 %
EPI □□	BG38	DOCU	5,6	100 %
IR	830	DOCU	4,0	100 %
DIA	BG38	DOCU	8,0	100 %
UV 365	BG38	DOCU	2,5	-

Izuzev slikovne, pretraga je moguća i popunjavanjem baze podataka putem odgovora na postavljena pitanja. U ovom slučaju pitanja odgovaraju valuti euro. Digitalni sustav pratio bi valutu i nominalnu vrijednost krivotvorine, automatskim odabirom konkretnih pitanja.

*- unos podataka u digitalnu bazu podataka*

**Da li postoji imitacija :**

višetonskog vodenog znaka	da	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>
jednotonskog vodenog znaka	da	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>
crtičnog vodenog znaka	da	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>

**Pozicija imitacije višetonskog vodenog znaka :**

Lice  naličje  lice i naličje

*/ opcija za dvoslojne krivotvorine /* unutrašnja strana lica

unutrašnja strana naličja

unutrašnjost lica i naličja

dodatni umetnuti papir

**Način imitacije višetonskog vodenog znaka :**

offset	<input type="checkbox"/>	pečat	<input type="checkbox"/>
sitotisak	<input type="checkbox"/>	crtan rukom	<input type="checkbox"/>
ink jet	<input type="checkbox"/>	struganje	<input type="checkbox"/>
toner	<input type="checkbox"/>	tradicionalan proces	<input type="checkbox"/>

**Pozicija imitacije jednotonskog vodenog znaka :**

Lice  naličje  lice i naličje

*/ opcija za dvoslojne krivotvorine /* unutrašnja strana lica

unutrašnja strana naličja

unutrašnjost lica i naličja

dodatni umetnuti papir

**Način imitacije jednotonskog vodenog znaka :**

offset	<input type="checkbox"/>	pečat	<input type="checkbox"/>
sitotisak	<input type="checkbox"/>	crtan rukom	<input type="checkbox"/>
ink jet	<input type="checkbox"/>	struganje	<input type="checkbox"/>
toner	<input type="checkbox"/>	tradicionalan proces	<input type="checkbox"/>

**Pozicija imitacije crtičnog vodenog znaka :**

Lice  naličje  lice i naličje

*/ opcija za dvoslojne krivotvorine /* unutrašnja strana lica

unutrašnja strana naličja

unutrašnjost lica i naličja

dodatni umetnuti papir

**Način imitacije crtičnog vodenog znaka :**

offset	<input type="checkbox"/>	pečat	<input type="checkbox"/>
sitotisak	<input type="checkbox"/>	crtan rukom	<input type="checkbox"/>
ink jet	<input type="checkbox"/>	struganje	<input type="checkbox"/>
toner	<input type="checkbox"/>	tradicionalan proces	<input type="checkbox"/>

Digitalna baza podataka je proširena informacijama o odzivu imitiranog vodenog znaka pod određenim parametrima. Parametrima je određena vrsta instrumenta kojim se vrši parcijalno skaniranje propusnog svjetla, vrsta osvjetljenja, vrsta zračenja, veličina otvora objektiva i uvećanje. Svaka popunjena rubrika rezultat je analize provedene nad odabranim detaljem. Takva baza podataka izvrstan je temelj za daljnje vještačenje i komparaciju indikativa, jer ostavlja mogućnost ponavljanja svih eksperimenata. Tablični prikaz višestruko skaniranih detalja za krivotvorenu novčanicu od 50 eura indikativa C47 nalazi se u poglavlju 9.

Parcijalno skaniranje se vrši za svaku vrstu vodenog znaka s lica i naličja pod :

- imitacijom bijelog svjetla, od 400-700 nm, sa uvećanjem 7.4,23,47 i 59
- kosim svjetlom (lijevo, desno i obostrano) pod imitacijom dnevnog svjetla i pod infracrvenim svjetlom od 830 nm, sa uvećanjem 7.4
- infracrvenim svjetlom od 715, 830 i 1000 nm, sa uvećanjem 7.4
- propusnim svjetlom, sa uvećanjem 7.4
- ultraljubičastim svjetlom od 365 nm, sa uvećanjem 7.4
- stereo mikroskopom pod imitacijom bijelog svjetla i propusnim svjetlom, sa maksimalnim uvećanjem

Detaljno analiziranje je potrebno radi prikazivanja razlika između krivotvorine i originala, kao i zbog međusobne komparacije krivotvorina. Budući da je kod originalne novčanice vodeni znak dio zaštićenog papira, dovoljno je provjeriti autentičnost kroz propusno svjetlo samo sa jedne strane novčanice. Ne mogućnost reprodukcije vodenog znaka identičnim postupkom, navela je krivotvoritelje na niz imitacija različitim postupcima. Upravo tu različitost moguće je komparirati jedino višeslojnom analizom.

Detaljnomo analizom postavljase neosporni dokaz prije navedenim tvrdnjama, pri odgovoru na pitanja:

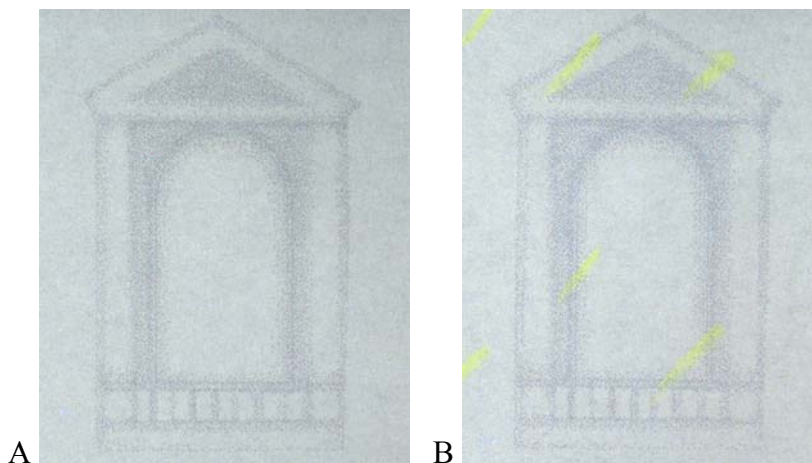
1. Da li postoji imitacija višetonskog / jednotonskog / crtičnog vodenog znaka ?
2. Pozicija imitacije višetonskog / jednotonskog / crtičnog vodenog znaka ?
3. Način imitacije višetonskog / jednotonskog / crtičnog vodenog znaka ?

Na taj način proširuje se baza podataka unapređenjem procesa vještačenja (hipoteza 2). Detaljna analiza omogućuje lakše i sigurnije svrstavanje krivotvorina prema indikativima. Dokazivanje hipoteze broj 2 izvršeno je eksperimentalnim procesom na slijedećim krivotvorinama:

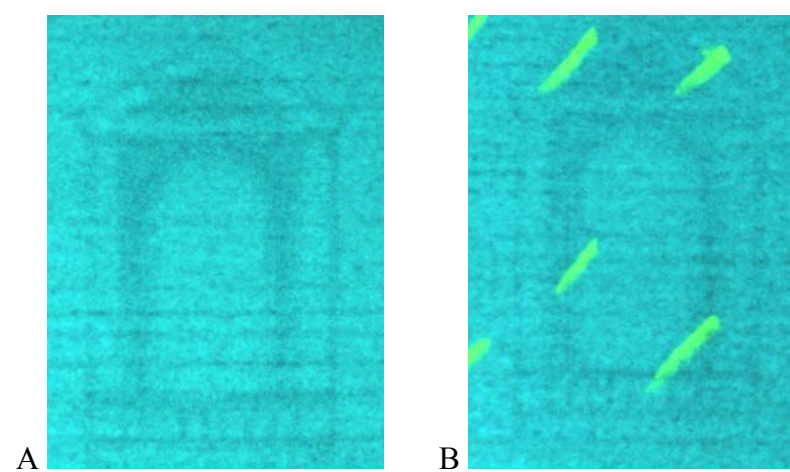
Tablica 9. Popis analiziranih krivotvorina

<b>VALUTA</b>	<b>APOEN</b>	<b>INDIKATIV</b>	<b>REDNI BROJ</b>
EUR	50	C47	11
EUR	50	C47	1
KUNA	500	185	3
KUNA	500	185	5

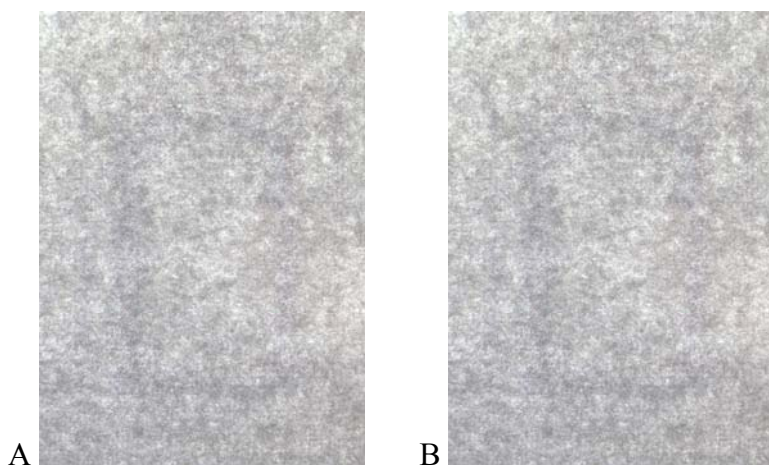
U nastavku su prikazani detalji višetonskog vodenog znaka krivotvorene novčanice od 50 eura indikativa C47 broja 1 i 11. Komparacija detalja omogućila je svrstavanje krivotvorina pod isti indikativ. Analiza pod bijelim, propusnim i UV svjetlom dokazala je isti način imitiranja vodenog znaka – ispisom na ink jet pisaču. Komparacija pod stereo mikroskopom pokazala je isti raspored i obojenost točkica, na obje krivotvorine, karakterističnih za ink jet ispis. Na barijerno skaniranim detaljima krivotvorine broj 1 vidljiva je imitacija zaštitnih niti crtanih rukom fluorescentno žutim markerom na licu novčanice. Isti način imitacije zaštitnih vlakana nalazi se i na krivotvorini broj 11, no ne i u predjelu višetonskog vodenog znaka. Ova razlika ne utječe na odabir indikativa, jer je upravo jedna od karakteristika prostoručno dodanih detalja ne mogućnost identičnog ponavljanja.



Slika 25 Detalj oznake VL1-E/50C47-11/14 (A) i oznake VL1-E/50C47- 1/14 (B), bijelo svjetlo.



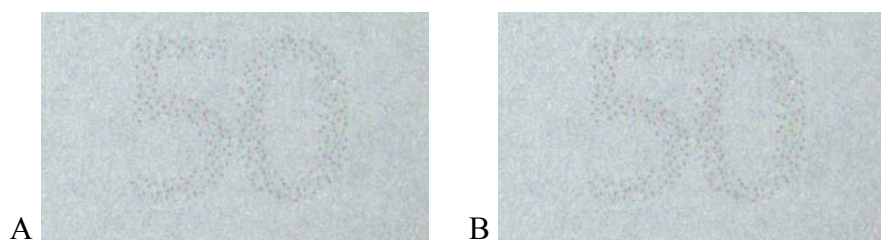
Slika 26 Detalj oznake VL1-E/50C47-11/15 (A) i oznake VL1-E/50C47- 1/15 (B), UV svjetlo.



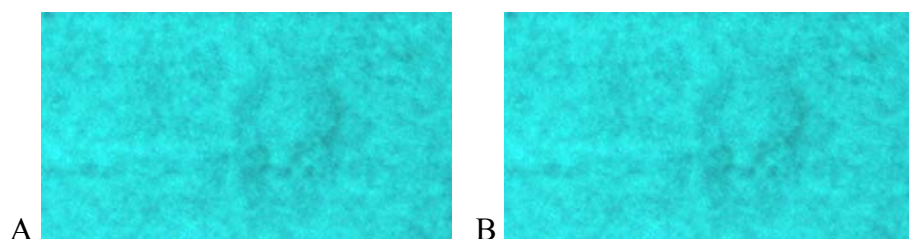
Slika 27 Detalj oznake VL1-E/50C47-11/01 (A) i oznake VL1-E/50C47- 1/01 (B), propusno svjetlo.



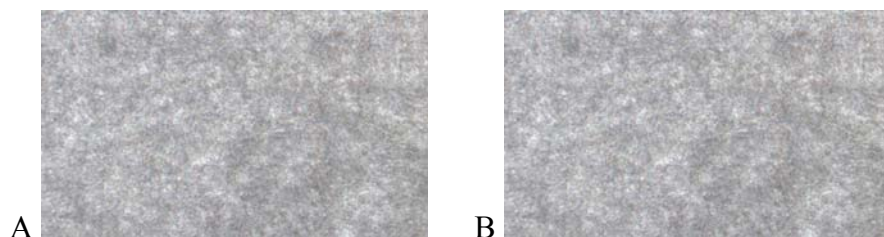
Identično stajalište o izboru indikativa ovih krivotvorina potvrdila je i analiza jednotonskog vodenog znaka.



Slika 28 Detalj oznake VL2-E/50C47-11/01 (A) i oznake VL2-E/50C47- 1/01 (B), bijelo svjetlo.

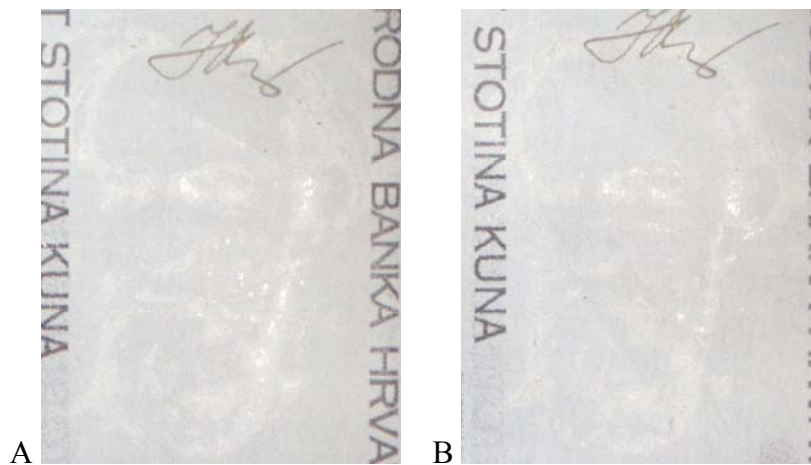


Slika 29 Detalj oznake VL2-E/50C47-11/15 (A) i oznake VL2-E/50C47- 1/15 (B), UV svjetlo.



Slika 30 Detalj oznake VL2-E/50C47-11/01 (A) i oznake VL2-E/50C47- 1/01 (B), propusno svjetlo.

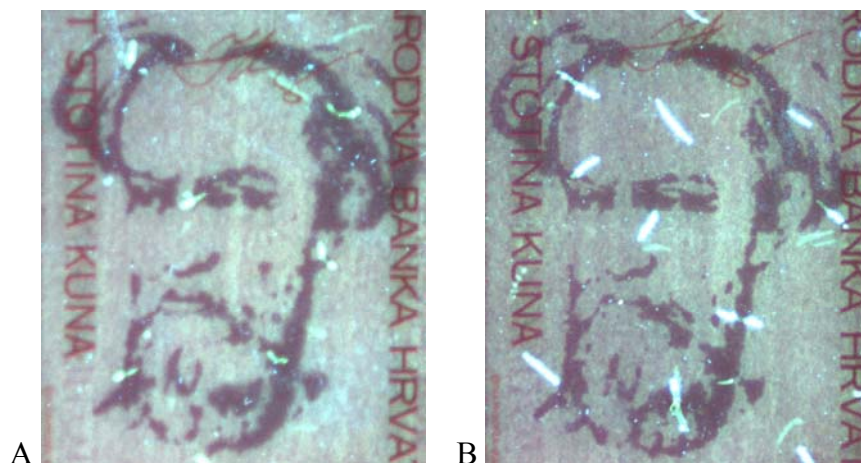
Na isti način moguće je dokazati pripadnost istom indikativu na svim valutama. U prilogu su selektivno skanirani detalji krivotvorine od 500 kuna. Tablični prikaz nalazi se u poglavlju 9. Detaljna analiza dokazala je kako je vodeni znak otisnut na naličju krivotvorine. Za razliku od vodenog znaka na originalnoj novčanici koji je vidljiv samo pod propusnim svjetlom, način imitacije na predmetnim krivotvorinama omogućuje vidljivost i pod imitacijom dnevnog svjetla i pod ultraljubičastim svjetlom od 365 nm. Minimalni pomaci u vodenom znaku dokazuju otiskivanje nakon ispisa naličja novčanice, dok se pod ultraljubičastim svjetlom vide ručno doctane imitacije zaštitnih vlakana u jednoj boji.



A B  
Slika 31 Detalj oznake VN-K/500-185-/3-01 (A) i oznake VN-K/500- 185/5-01 (B), bijelo svjetlo.



A B  
Slika 32 Detalj oznake VN-K/500-185-/3-14 (A) i oznake VN-K/500- 185/5-14 (B), propusno svjetlo.



A B  
Slika 33 Detalj oznake VN-K/500-185-/3-15 (A) i oznake VN-K/500- 185/5-15 (B), UV svjetlo.

Analizirajući vodeni znak s povijesnog stajališta (poglavlje 3.5) očito je kako je s aspekta manjkavosti prepoznata njegova izvrsnost, te se kao zaštitni element zadržao do danas. Njegova je osnovna uloga upućivanje na autentičnost za širu javnost, stoga je pozicioniran na neotisnutom dijelu novčanice. Takvo pozicioniranje proizlazi iz dva razloga: upućivanje javnosti na poziciju vodenog znaka i njegovo lakše i jednostavnije razlučivanje.

Iz toga proizlazi zaključak kako se daljnji razvoj vodenog znaka odvija u dva smjera: kombiniranje s drugim zaštitnim elementima i promjena pozicije na novčanici. Prijedlozi projektiranja novih zaštitnih elemenata iz aspekta vodenih znakova dani su u poglavlju 4.1.

### **3.6.3. Toniranje**

Krivotvorene novčanice su analizirane i prema načinu toniranja papira. Papir originalnih novčanica tonira se tijekom izrade papira, najčešće procesom bojenja u masi. Analiza originalnih novčanica je pokazala i druge načine bojenja, kao i otiskivanje na osnovnoj boji papira koja varira od sive do žućkaste. Primjer su bosanske konvertibilne marke koje su otisnute na zaštićenom papiru koji nije toniran, pa su svi apoeni žućkaste nijanse.

Nasuprot analizi obojenja papira originalnih novčanica, provedena je analiza načina imitiranja ovog zaštitnog elementa na krivotvorenim novčanicama. Problemi sa upravljanjem i kontrolom boje u ovisnosti o procesu reprodukcije doprinose razlici na monitoru ekrana i u tisku [37, Strgar Kurečić, Agić et al., pp 149-150]. Transformacija iz sustava RGB u sustav CMYK ovisi o grafičkoj aplikaciji upotrijebljenoj za obradu uzorka [19, Novaković, Mandić et al., pp 871-872 ; 2, Agić, Mandić, all, pp 1953-1956].

Temeljem dobivenih rezultata postavljeni su parametri za unos podataka u digitalni sustav. Potrebno je barijerno skanirati neotisnuti dio novčanice, te vizualno komparirati uvećani detalj originalne i krivotvorene novčanice. Preporučuje se direktna usporedba skaniranog dijela originalne i krivotvorene novčanice na ekranu računala dijeljenjem ekrana na dva dijela.

Komparacija sa originalnom novčanicom potrebna je za popunjavanje digitalne baze podataka o nijansi boje. Eksperimenti provedeni na originalnim novčanicama pokazali su kako se novčanice koje su najviše u optičaju toniraju u plavu, crvenu i žutu nijansu. Slijedi

zelena boja na koju je ljudsko oko vrlo osjetljivo, te narančasta i ljubičasta. U slučaju da postoji više od šest nominalnih vrijednosti za toniranje se koristi akromatska siva. Popunjavanje podataka u bazi osigurava podatke o boji s aspekta nijanse, vrijednosti i intenziteta. Osim usporedbi s originalnom novčanicom iste valute i apoenom, digitalna baza podataka omogućuje usporedbu s krivotvorenim novčanicama čiji su podaci već uvršteni u bazu.

Parametri selektivnog skaniranja su slijedeći:

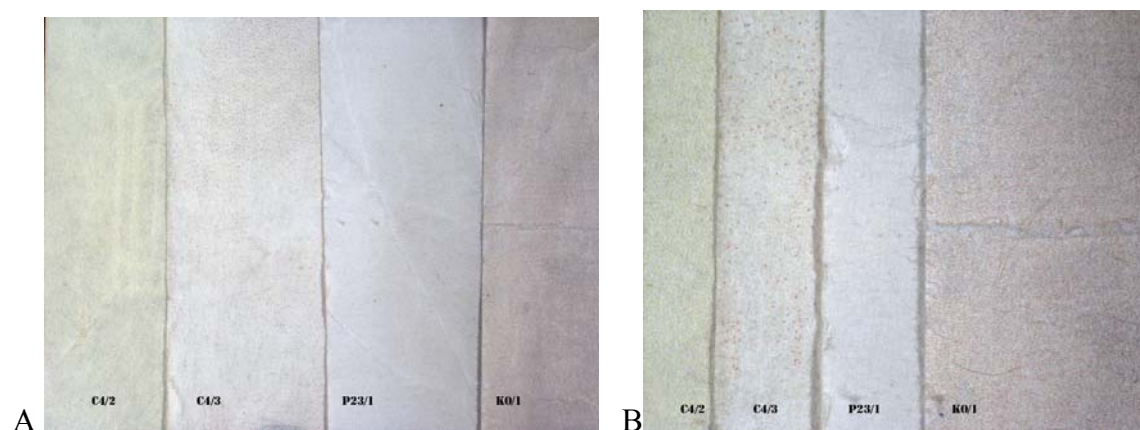
- docucenter expert : imitacija bijelog svjetla (100% WHITE), pobuđivanje DOCU, zračenje BG38, otvor objektiva 8.0, uvećanje 7.4, 19, 59 i 95
- stereo mikroskop : maksimalno uvećanje, obostrano osvjetljenje

U nastavku su diskutirane krivotvorene novčanice od 50 eura različitih načina reprodukcije. Komparacija na dnevnom svjetlu pokazuje četiri različite nijanse: tamno žućkastu, svjetlo žućkastu, bjelkastu i crvenkastu.

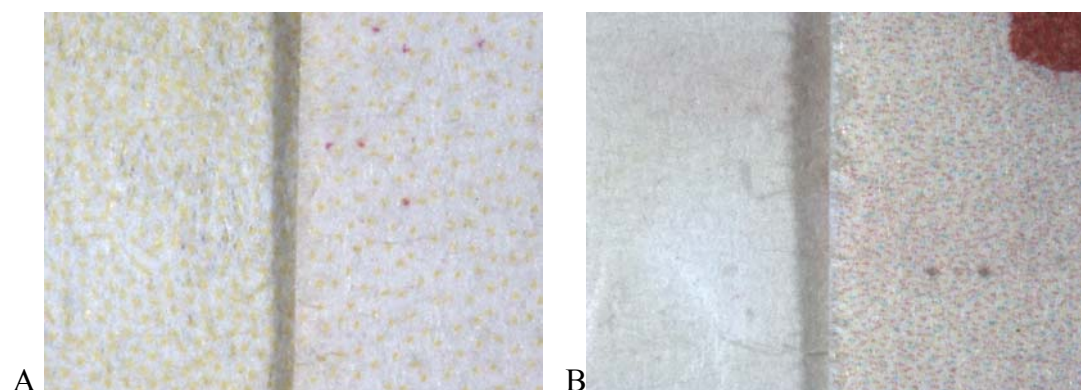


Slika 34 Detalji krivotvorenih novčanica indikativa C4 broj 2 i 3, P23 broj 1 i K0 broj 1 skanirani pod uvjetom WHITE 100% u video spektralnom i označeni u programu Photoshop, bez korekcije slika

Daljnja analiza provedena je uvećanjem detalja desne strane naličja krivotvorina. Na tom mjestu nema crteža, pa je najbolji za određivanje tona podloge. Na originalnoj novčanici se na tom dijelu nalazi vodeni znak, pa je namjerno ostavljen neotisnut radi lakše kontrole autentičnosti za šire građanstvo. Prikazani su detalji pod uvećanjem od 7,4 i 59 puta na video spektralnom komparatoru.

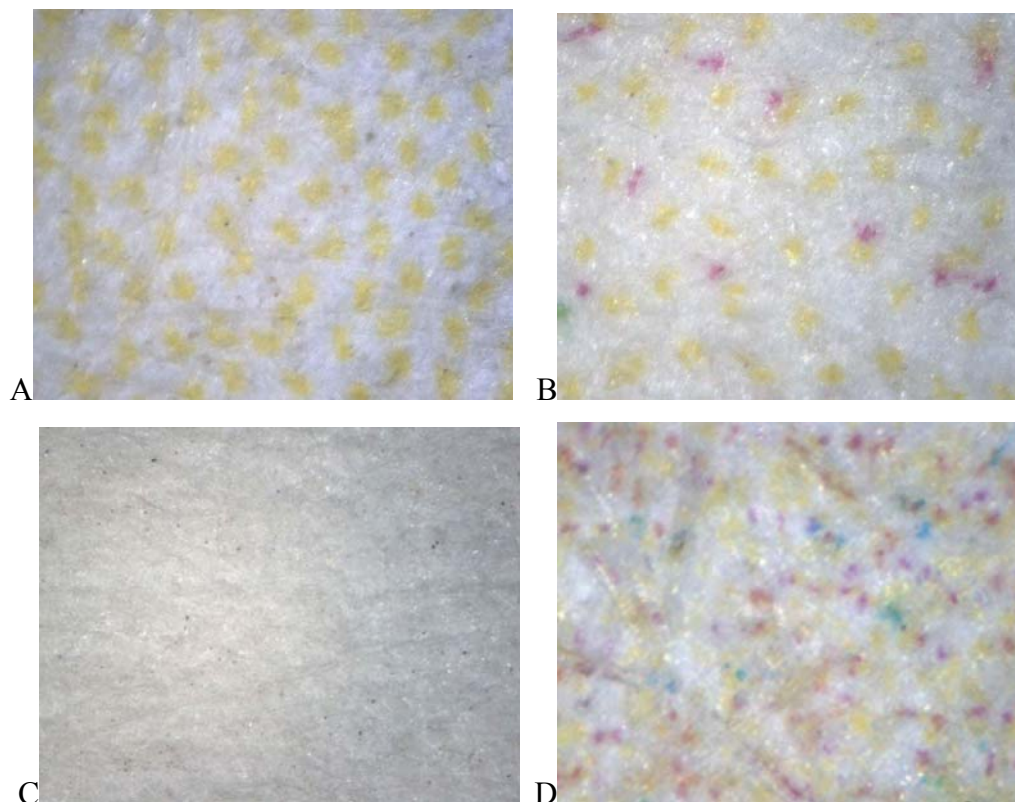


Slika 35 Toniranje krivotvorenih novčanica sa slike 33, uvećanje 7,4 puta (A) i 19 puta (B)



Slika 36 Toniranje krivotvorenih novčanica, uvećanje 59 puta. Indikativ C4 broj 2 i 3 (A) i indikativ P23 broj 1 i K0 broj 1 (B)

Struktura obojenosti papira konkretno dokazuje načine toniranja ispisom i tiskom. Moguće je dokazati broj korištenih boja, kao i uređaj koji je korišten za reprodukciju.



Slika 37 Prikaz načina toniranja krivotvorenih novčanica, mikroskop. Indikativ C4 broj 2 (A), indikativ C4 broj 3, indikativ P23 broj 1 i indikativ K0 broj 1 (B)

*- unos podataka u digitalnu bazu podataka*

**Nijansa papira :**

- |        |                          |             |                          |
|--------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| crvena | <input type="checkbox"/> | narandžasta | <input type="checkbox"/> |
| zelena | <input type="checkbox"/> | ljubičasta  | <input type="checkbox"/> |
| plava  | <input type="checkbox"/> | smeđa       | <input type="checkbox"/> |
| žuta   | <input type="checkbox"/> | siva        | <input type="checkbox"/> |

**Vrijednost u usporedbi s originalom :**

- svijetlija     tamnija     podjednaka

**Intenzitet u usporedbi s originalom :**

- veći     manji     podjednak

**Način toniranja papira:**

- |            |                          |           |                          |
|------------|--------------------------|-----------|--------------------------|
| ink jet    | <input type="checkbox"/> | offset    | <input type="checkbox"/> |
| suhi toner | <input type="checkbox"/> | sitotisak | <input type="checkbox"/> |
| premaz     | <input type="checkbox"/> | ostalo    | <input type="checkbox"/> |

#### 3.6.4. Zaštitna nit

Zaštitna nit na originalnim novčanicama je umetnuta u sloj papira tijekom procesa izrade. Dizajn zaštitne niti, kao i svih ostalih elemenata, određuje svaka središnja banka zasebno za nacionalnu valutu. Analiza zaštitnih elemenata na originalnim novčanicama dokazala je dvije vrste zaštitnih niti. Zaštitne niti potpuno umetnute u strukturu papira (kao kod eura) i zaštitne niti koje mjestimično izlaze na površinu u određenom broju prozorčića (kao kod kuna). Zaštita je najčešće kombinirana sa mini i / ili mikro tekstom vidljivim pod propusnim svjetlom. No postoje i kombinacije. Na novčanici od 100 000 ITL, povučenoj iz optičaja zbog uvođenja eura, u strukturu papira su umetnute dvije zaštitne linije. Analiza pod propusnim svjetlom pokazuje kako samo jedna zaštitna nit ima mikropismo.



Slika 38 Zaštitne niti na novčanici od 100 000 lira, propusno svjetlo.

U poglavlju 4. predloženi su drugačiji načini rješavanja ovog zaštitnog elementa. Budući da su eksperimenti provedeni i na krivotvorenim novčanicama, dokazana su poteškoće reprodukcije zaštitne niti na identičan način kao kod originalnih novčanica. Stoga su prijedlozi bazirani na jednostavnijoj provjeri autentičnosti u javnosti.

Analiza krivotvorenih novčanica dokazala je tvrdnju o ne mogućnosti reprodukcije, kao i poteškoće bazirane na provjeri autentičnosti prvog stupnja. Inovativnost krivotvoritelja doprinijela je nizu imitacija različitih prema tehnici izrade i korištenim resursima [26,

Poldrugač, Žiljak S.I.]. Predlaže se, sukladno vještačenju, popunjavanje baza podataka i unos parcijalno skaniranih detalja.

Parcijalno skaniranje se obavlja pod slijedećim parametrima:

➤ uređaj docucenter expert :

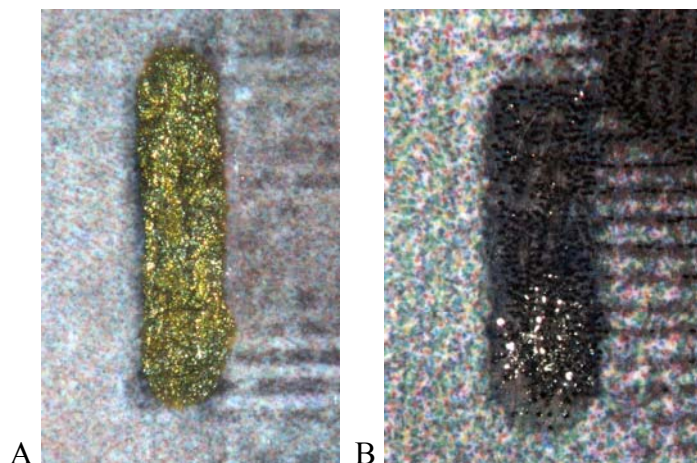
- imitacija dnevnog svjetla, pobuđivanje DOCU, zračenje BG38, otvor objektiva 8.0, uvećanje 36 i 59
- propusno svjetlo, pobuđivanje N, zračenje BG38, otvor objektiva 8.0, uvećanje 36 i 59
- UV svjetlo 365, pobuđivanje DOCU, zračenje BG38, otvor objektiva 2.5, uvećanje 36 i 59
- koso svjetlo, pobuđivanje N, zračenje 850, otvor objektiva 6.0, uvećanje 36 i 59
- ring svjetlo, pobuđivanje DOCU, zračenje BG38, otvor objektiva 6.0, uvećanje 36 i 59
- IR svjetlo, pobuđivanje DOCU, zračenje 715, 850 i 1000, otvor objektiva 8.0, uvećanje 36 i 59

➤ stereo mikroskop :

- maksimalno uvećanje, obostrano osvjetljenje

Parametri su obvezni bez obzira na vrstu zaštitne niti koja je reproducirana, budući da dokazuju različite načine imitacije i prema tome omogućuju svrstavanje pod indikative. Svaka imitacija pokazuje različite odazive ovisno o parametrima barijernog skaniranja. U prilogu su višestruko skanirani detalji krivotvorene novčanice od 200 kuna br. 516 i 500 kuna br. 181. Iako je ideja reprodukcije identična, analiza pomoću navedenih parametara pokazuje velike razlike. Obje zaštitne niti su imitirane na način da je preko vidljivih prozorčića ispisanih ink jet tehnologijom neprecizno prostoručno nanesen premaz površinskog sjaja. Razlika se očituje u boji upotrebnoj za premaz, načinu premaza i odzivima pod propusnim, UV i IR svjetlom.





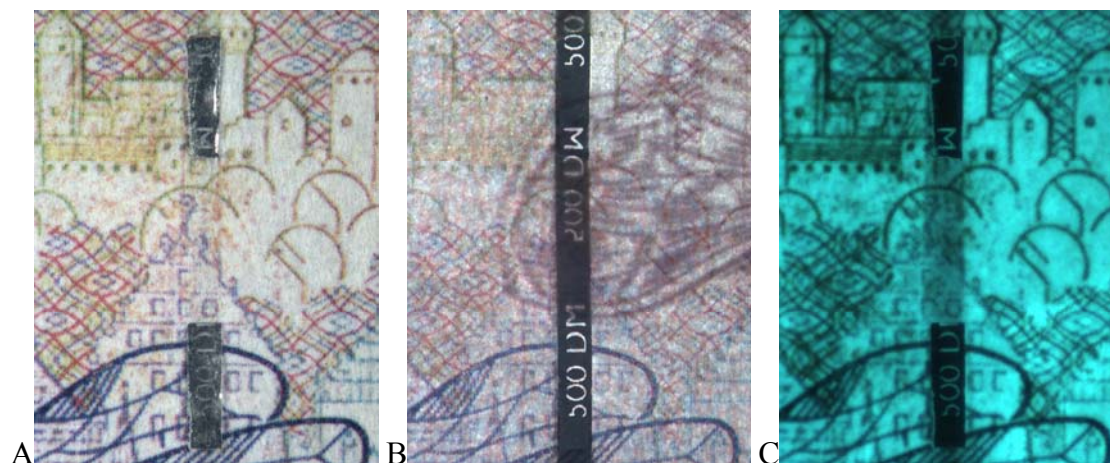
Slika 39 Krivotvorena novčanica od 200 kuna, broj 516 (A) i krivotvorena novčanica od 500 kuna, broj 181 (B). Detalj reprodukcije zaštitne niti, imitacija bijelog svjetla, uvećanje 59 puta.

Slijedeći primjeri pokazuju način odziva imitirane zaštitne niti na krivotvorenoj novčanici od 100 američkih dolara indikativa 22879B. Već na imitaciji bijelog svjetla reprodukcija zaštitne niti je uočljiva, jer je otisnuta a ne umetnuta u strukturu papira. Pod propusnim je svjetlom mikrotekst mutan i teško čitljiv. Najveća se razlika očituje pod ultraljubičastim svjetlom od 365 nm. Tekst fluorescira ružičastom nijansom, dok kod originalnih novčanica fluorescira nit, a ne tekst. Ovaj primjer dokazuje potrebu analize pod svim parametrima.



Slika 40. Skenirani detalj krivotvorene novčanice od 100 USD, indikativa 22879B. Imitacija bijelog svjetla (A), propusno svjetlo (B) i UV svjetlo 365 nm (C).

Važnost barijernog skaniranja pod različitim parametrima posebno se očituje u slučajevima reprodukcije zaštitne niti umetanjem folije unutar dva sloja papira. Kao što je prikazano na slijedećoj slici, zaštitna nit na krivotvorini od 500 DEM pod imitacijom bijelog svijetla ima odziv sličan originalu. Na površini je vidljiv dio niti sa reprodukcijom miniteksta, no ne i mikroteksta. Detaljna analiza omogućuje utvrđivanje razlika u tisku, kao i u načinu reprodukcije. Selektivno skanirani detalji, uvršteni u digitalnu bazu podataka, omogućuju čuvanje i komparaciju karakterističnih podataka o odzivu pod ultraljubičastim i propusnim svjetlom. Odziv se razlikuje ovisno o vrsti uporabljenog materijala, načinu tiska i korištenim bojama.



Slika 41. Reprodukcijska zaštitna nit na krivotvorenoj novčanici od 500 DEM, uvećanje 7.4 puta. Imitacija bijelog svjetla (A), propusno svjetlo (B) i ultraljubičasto svjetlo od 365 nm (C).

*- unos podataka u digitalnu bazu podataka*

<b>Da li je zaštitna nit imitirana:</b>	da	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>
<b>Vrsta imitacije:</b>	namjerna	<input type="checkbox"/>	ne namjerna	<input type="checkbox"/>
<b>Zaštitna nit fizički prisutna:</b>	da	<input type="checkbox"/>	ne	<input type="checkbox"/>
<b>Pozicija zaštitne niti:</b>	lice	<input type="checkbox"/>	naličje	<input type="checkbox"/>
unutarnja strana lica	<input type="checkbox"/>	unutarnja strana naličja	<input type="checkbox"/>	
umetnuta između dva papira	<input type="checkbox"/>	umetnuta u strukturu papira	<input type="checkbox"/>	

**Način imitacije:**

otisnuta - offset  premaz - boja \_\_\_\_\_  
sitotisak  prozirni premaz   
ispisana ink jet  mat   
toner  sjaj   
fizička nit - papir  prozirna folija  alu folija   
zaljepljena  samoljepiva  foliotisak

**Podaci o minitekstu:** ne postoji  ne čitak  djelomično čitak   
čitak  na bijelom svjetlu  pod UV zračenjem  pod IR zračenjem

**Podaci o mikrotekstu:** ne postoji  ne čitak  djelomično čitak   
čitak  na bijelom svjetlu  pod UV zračenjem  pod IR zračenjem

**Fluorescencija:** da  boja \_\_\_\_\_  
ne

### **3.7. Eksperimentalni rad na području tiska**

U prijašnjim je poglavljima pojašnjena potreba korištenje više vrsta tiska pri izradi vrijednosnica. U ovom dijelu eksperimentalnog rada pobliže su analizirana zaštitna obilježja koja ovise o pojedinim vrstama tiska.

#### **3.7.1. Minipismo i mikropismo**

Minipismo i mikropismo se još uvijek upotrebljavaju u svrhu zaštite, iako je njihova uloga sve više upitna zbog digitalnih uređaja visoke rezolucije [36, Stanić, Rudolf et al., pp 150-154]. Skaneri imaju poteškoće pri definiranju rubova elemenata mikropisma, jer se koristi font specijalno dizajniran za pojedinu vrijednosnicu, nedostupan u komercijalnoj prodaji. Prevencija od krivotvorenja je i specijalna mješavina boja, koja ne sadrže boje iz RGB ili CMYK skale [36, Stanić, Rudolf et al., pp 150-154]. Mini tekst i mikro tekst se otiskuje u pozitivu i negativu, jer je tekst u negativu teže reproducirati. Kombinacija tiskarskih tehnika, offseta i intaglia, također dodaje određenu sigurnost.

U ovom poglavlju prikazan je eksperimentalni rad proveden na krivotvorenim novčanicama sa ciljem dokazivanja mogućnosti reprodukcije mini i mikro teksta. Korištene metode tiska utječu na uporabljenu podlogu ovisno o materijalima od kojih je izrađena tiskovna forma, boji i korištenim otopinama [3, Baračić, Cigula et al., pp 599-600]. Veći problemi u čitljivosti, kod krivotvorina izrađenih digitalnim tehnikama, uočeni su na reprodukciji mikrotekstu otisnutog u negativu. Teškoće u reprodukciji se očituju u mutnim oblicima, različitoj dimenziji slova i nečitkosti. Na krivotvorinama otisnutim offsetom problemi s reprodukcijom mikroteksta u negativu su manji.

U poglavlju 4.2 predložena su poboljšanja ovog zaštitnog elementa, koja najviše sugeriraju promjenu dimenzija tj. prelazak na nanotekst. Iako je to mnogo bolje u smislu zaštite, predstavlja problem u smislu provjere. Naime, minitekst je vidljiv golim okom, mikrotekst povećalom, dok se nanotekst može provjeriti jedino mikroskopom. Veličina teksta od 16 do 75 mikrometara (mikrometar je 1/1000 mm) svrstava nanotekst u treću i četvrtu grupu zaštitnih obilježja.

Iako se reprodukcija minislova i mikroslova može provjeriti parcijalnom analizom, predlaže se detaljnija analiza u svrhu komparacije svih dijelova krivotvorina. Analiza bi varirala ovisno o valuti i nominalnoj vrijednosti, jer bi se pojedinačno analizirali svi detalji otisnuti mini ili mikro tekstom na licu i naličju krivotvorenih novčanica. Dosadašnja vještačenja su minipismo i mikropismo analizirala kao cjelinu. Uzimajući u obzir različite načine otiskivanja (pozitiv – negativ) i vrste tiska (offset – intaglio) predlaže se zasebno vještačenje svih pozicija. Nakon unosa podataka o valuti, nominalnoj vrijednosti i godini proizvodnje na ekranu računala bi se pojavio prikaz uzorka novčanice sa pozicijama mini i mikro slova na licu i naličju označenim brojevanim oznakama. Prema navedenim oznakama slijedila bi pitanja za unos u digitalnu bazu podataka.

Dodatno se predlaže selektivno skaniranje svakog pojedinog detalja ovisno o tehnici tiska i zaštitnom elementu:

- imitacijom bijelog svjetla, 400-700 nm, sa uvećanjem 59 i 95 puta
- kosim obostranim svjetlom uvećanjem 59 i 95 puta
- ultraljubičastim svjetlom od 365 nm, uvećanje 59 i 95 puta
- stereo mikroskopom sa maksimalnim uvećanjem

Koso skaniranje je neophodno zbog mjerenja visine reljefa pomoću sjene koju ostavlja reljef, a UV svjetlo zbog parcijalne fluorescencije. Eksperimente je moguće provesti samo specijaliziranom opremom.

*- unos podataka u digitalnu bazu podataka*

**Da li postoji imitacija minipisma u pozitivu**

poz. 1 :           da          ne     

poz. 2 :           da          ne     

poz. 3 :           da          ne     

...

**Da li postoji imitacija minipisma u negativu**

poz. 1 :           da          ne     

poz. 2 :           da          ne     

poz. 3 :           da          ne     

...

**Da li postoji imitacija mikropisma u pozitivu**

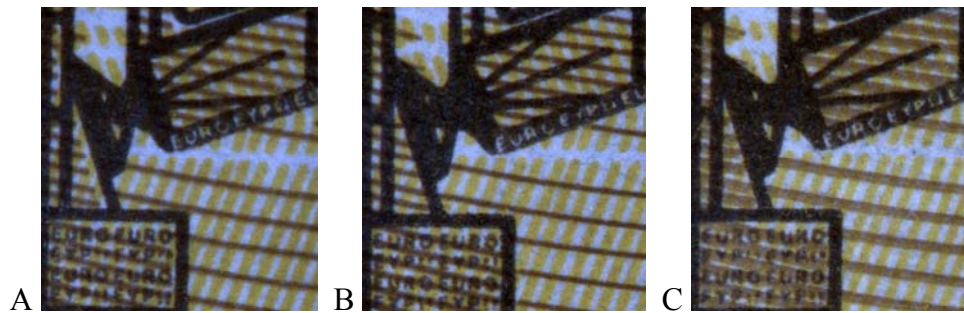
poz. 1 :           da          ne     

poz. 2 :           da          ne     

poz. 3 :           da          ne     

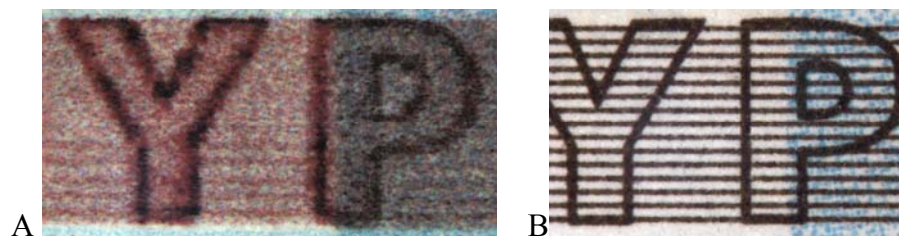
...





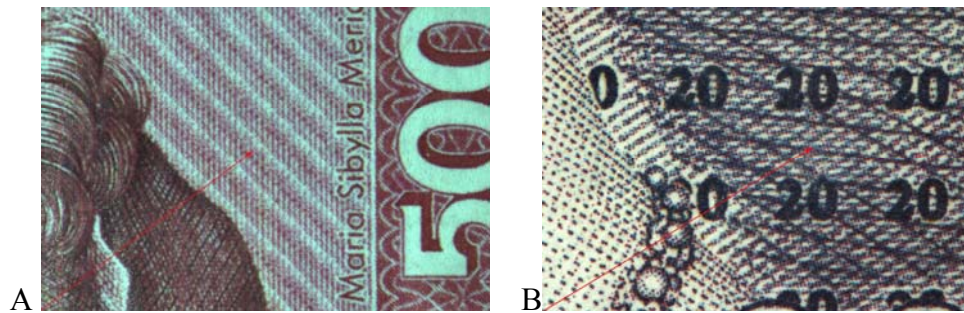
Slika 42. Reprodukcija mikroslova u pozitivu i negativu na krivotvorenim novčanicama od 200 eura indikativa P3, broj 5 (A), broj 10 (B) i broj 12 (C). Imitacija bijelog svjetla, uvećanje 59 puta.

Komparacija ciljano skaniranih detalja dokazuje tisak istom tiskovnom formom. Za dokazivanje je potrebno komparirati sve detalje: font slova, veličinu, debljinu, poziciju u odnosu na ostale grafičke detalje i uporabljene boje. Svaka metoda tiska drugačije utječe na podlogu. Ove krivotvorine su otisnute offsetom. Kod offseta je utjecaj tiska različit između tiskovnih i slobodnih površina zbog karakteristika samog tiska [6,Cigula,Mahović,Gojo,pp 627-628]. Razlika između krivotvorina iste valute otisnutih offsetom i ispisanih ink jet pisačem predočena je detaljima krivotvorene novčanice od 20 eura. Na krivotvorini indikativa P2 mikroslova namjerno nisu reproducirana, dok su na krivotvorini indikativa C18 skanirana, ali zbog niske rezolucije nisu čitljiva.



Slika 43 Detalj krivotvorine od 20 EURa indikativa C18 (A) i P2 (B). Uvećanje 36 puta.

Mikroslova su rijetko dobro reproducirana na krivotvorinama. Krajnji korisnici ih ne provjeravaju toliko često kao ostale zaštitne elemente, niti su upoznati sa njihovom pozicijom. Budući da bez posebnih pomagala poput povećala izgledaju kao linije ili okviri, vrlo su često tako i reproducirani. Teškoće pri prepoznavanju mikroslova za proces skaniranja i ispisa predočene su na krivotvorenim novčanicama njemačkih maraka i britanskih funta. Za komparaciju uporabljenih boja neophodna je analiza pod infracrvenim svjetlom valnih duljina od 715 do 1000 nm, zbog dokazivanja gubljenja boja promjenom zračenja.



Slika 44 Detalj krivotvorine od 500 DEM (A), uvećanje 12 puta i 20 britanskih funti (B), uvećanje 19 puta. Označena je pozicija na kojoj se kod originalne novčanice iste valute i nominalne vrijednosti nalazi mikropismo.

### 3.7.2. Prozirni registar

Prozirni registar na krivotvorenim novčanicama upućuje na pojedinačno otiskivanje lica i naličja, za razliku od simultanog obostranog tiska na originalnim novčanicama. Osim konvencionalnim offsetnim tiskom, obostrano otiskivanje može se provesti strojevima za digitalni tisak [12, Kipphan, pp 657-672]. Kod Xeikona DCP-1, izrađenog u Belgiji, papir prolazi kroz dva niza četverbojnih jedinica CMYK, što je jedinstvena karakteristika ovog uređaja [24, Pap, V. Žiljak et al., pp 177-183]. Simultani obostrani tisak rješava moguće probleme pasera kod otiskivanja prozirnog registra. Problemi s paserom proporcionalni su načinu reprodukcije krivotvorina i osnovnom znanju o tisku. Kod obostranog digitalnog tiska problemi se očituju u limitiranom određivanju boja zbog CMYK sistema. Zato nastaju teškoće pri prijenosu što realnijih informacija o originalu tijekom reprodukcije [9, Fraser, Murphy et al., pp 193-201]. Zbog ne poklapanja ili preklapanja prozirni registar varira čak i na krivotvorinama iz istih izvora.

Razlike u reprodukciji prozirnog registra, na krivotvorinama istog indikativa prikazane su na krivotvorenim novčanicama od 500 kuna indikativa 185. Svaka pokazuje drugačije preklapanje ili ne poklapanje segmenata sa lica i naličja. Prikazani su detalji propusnog skeniranja lica krivotvorine, pa su segmenti ispisani laserskim pisačem oštri, za razliku od segmenata s naličja koji se mutno naziru. Provedene ankete pokazale su kako javnost nije dovoljno upoznata sa idejom prikaza slova „H“ zaštitom prozirnog registra na novčanicama kuna. Postavlja se pitanje da li bi neka druga ideja lakše približila ovaj zaštitni element široj javnosti? Mišljenja stručnjaka se rapidno razilaze u ovom segmentu, što je vidljivo proučavanjem segmenata propusnog registra svjetskih novčanica. Istraživanja središnjih banaka [96, de Heij, pp 1-117] su dovela do zaključka kako javnost lakše percipira zanimljive



objekte koji ih asociraju na igru. Zanimljivo bi bilo vidjeti reakciju na jednu od ideja predloženu tijekom projektiranja novčanica kuna: prozirni registar kao životinja kuna zlatica. Na licu vidljivi segmenti glave, prednjeg dijela trupa, stražnjih nogu i repa, a na naličju segmenti stražnjeg dijela trupa i prednjih nogu životinje.



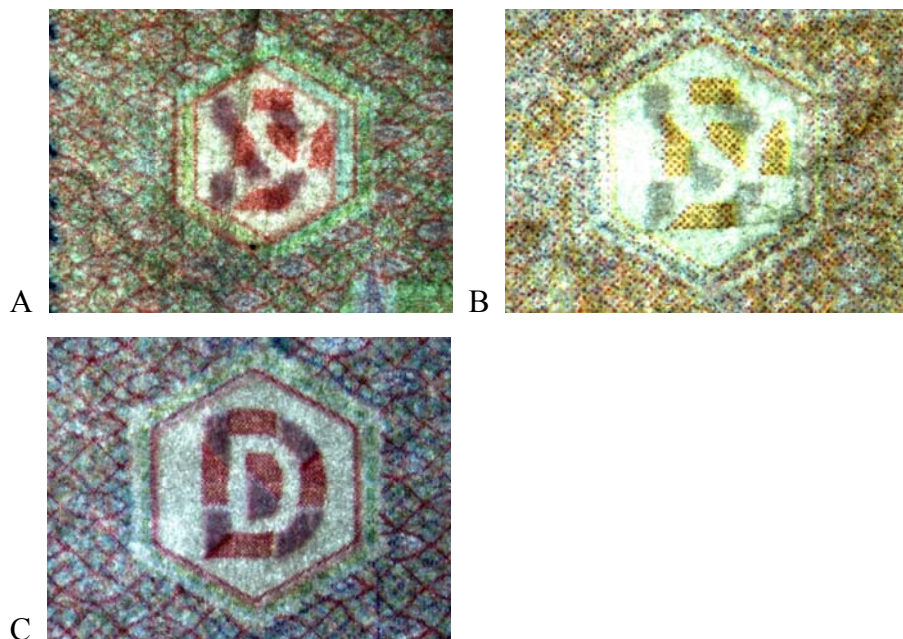
Slika 45 Detalji prozirnog registra krivotvorenih novčanica od 500 kuna, indikativa 185. Propusno svjetlo, uvećanje 29 puta

Projektiranje izrade zaštićenog papira za originalne novčanice provodi se u ovisnosti o zaštitnim elementima, pa je papir na mjestu predviđenom za otisak prozirnog registra iznimno tanak. Varijacije u debljini papira nastaju tijekom proizvodnje i ne mogu nikako biti reproducirane [35, Stanić Loknar, I. Žiljak et al., pp 1481-1485]. Krivotvorene novčanice su otisnute na komercijalnom papiru jednake debljine, pa se efekt prozirnog registra ne ispoljava na isti način kao kod originalnih novčanica. Dodatnu poteškoću za reproduciranje predstavljaju kombinirani prozirni registri poput zaštitnog elementa varifeye® tvrtke Louisenthal, kakav se nalazi na bugarskoj novčanici od 20 leva ili zaštitnog elementa varifeye C2® [72, Infosecura, pp 9].

Eksperimentalni rad proveden na krivotvorenim novčanicama njemačkih maraka<sup>4</sup> dokazuje još veće probleme s paserom. Na krivotvorinama od 200 i 500 DEM prozirni se registar, pod propusnim svjetlom, očituje kao niz nasumičnih elemenata. Iz njih se ne može zaključiti kako segmenti sa lica i naličja, na originalnim novčanicama, tvore oblik slova „D“. Izuzetak je krivotvorina označena slovom „C“. Iako se segmenti se poklapaju kao na originalnoj novčanici, moguće je očitati slovo „D“ u propusnom svjetlu.

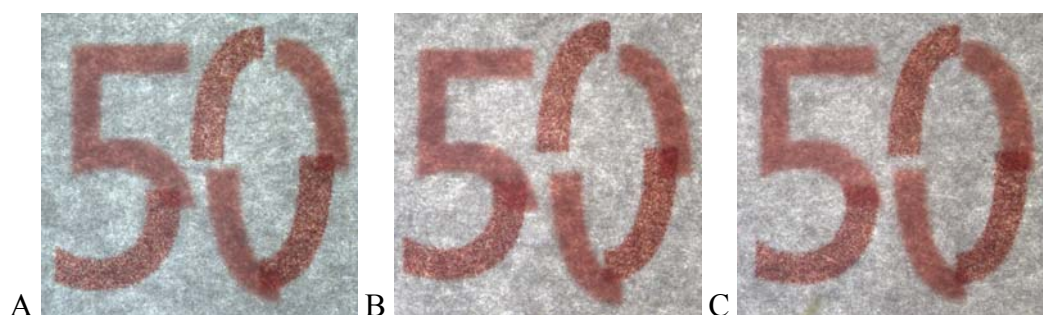
---

<sup>4</sup> Valuta više nije u optičaju



Slika 46. Reprodukcijska slika prozirnog registra sa problemima u aspektu pasera, propusno svjetlo, uvećanje 36 puta. Krivotvorena novčanica od 500 DEM (A,C) i 200 DEM (B).

Analiza propusnog registra dokazuje zasebnu reprodukciju lica i naličja krivotvorina. Slijedom istoga postoje manja ili veća odstupanja. Slijedeće tri slike pokazuju različitosti između prozirnog registra krivotvorina od 50 eura indikativa C47. Krivotvorine potječu iz istog izvora, iako se prema poziciji ovog zaštitnog elementa to ne može ustvrditi. Provedene su daljnje analize odaziva pod razdvojenim valnim duljinama ultraljubičastim i infracrvenim skeniranjem, koje su dokazale međusobnu povezanost.



Slika 47. Reprodukcijska slika prozirnog registra sa problemima u aspektu pasera, propusno svjetlo, uvećanje 13 puta. Krivotvorena novčanica od 50 eura indikativa C47 broj 18 (A), 26 (B) i 1 (C).

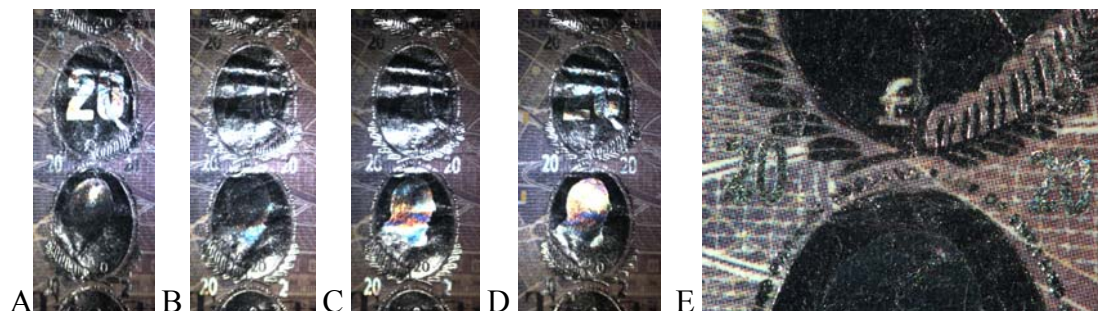
Predlaže se analiza pod slijedećim parametrima:

- propusno svjetlo, uvećanje 36 puta (analiza pasera)
- imitacija dnevnog svjetla, uvećanje 36 puta (analiza boja vidljiva spektra)
- IR zračenje od 645 nm, 715 nm, 780 nm, 830 nm, 850 nm i 1000 nm (analiza struktura boja i njihova nestajanja)
- kombinacija propusnog i IR zračenja (light: DIA, emission: 715, 830, 1000)

### 3.7.3. Optički varijabilni zaštitni elementi

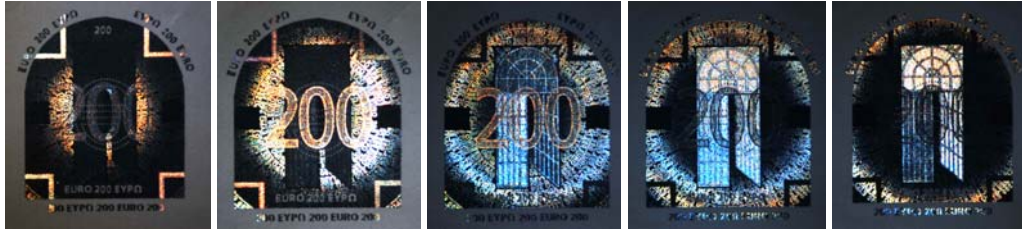
Pokreti jako stimuliraju oči pa su česte imitacije optički varijabilnih zaštitnih elemenata poput holograma ili kinegrama. Takvi elementi odvrću pozornost od imitacije ostalih zaštitnih elemenata. Komplikiran proces lentikularnog tiska, do sada nije uspješno reproduciran na krivotvorenim novčanicama, ali postoji niz različitih načina imitacije. Važnost optički varijabilnih elemenata očituje se upravo u tome što se tehnologija mikroleća tj. efekt trodimenzionalnosti ili kretanja ne mogu kopirati ili skanirati a da pokazuju isti efekt kao originalni optički varijabilni zaštitni elementi[46,I.Žiljak,J. Žiljak-Vujić et al., pp. 277-284].

U nastavku su diskutirane reprodukcije optički varijabilnih zaštitnih elemenata na britanskim funtama i eurima. Na krivotvorenoj novčanici od 20 britanskih funti foliotiskom je otisnuta difraktivna folija srebrna sjaja kod koje dolazi do nepravilne promjene boje dugina spektra pri promjeni kuta gledanja. Iako njezin odaziv zakretanjem novčanice nije identičan originalnom zaštitnom elementu, pokazao se opasnim u smislu zavaravanja javnosti.



Slika 48. Reprodukcijske studije holograma na krivotvorenoj novčanici od 20 britanskih funti , uvećanje 7,4 puta. Ring skeniranje (A,B,C,D) i detalj uvećan 29 puta, imitacija bijelog svjetla (E).

Na krivotvorenoj novčanici od 200 eura indikativa P3 aplicirani hologram dokazuje stručnost i znanje krivotvoritelja, kao i dostupnost profesionalne opreme za grafičku reprodukciju.

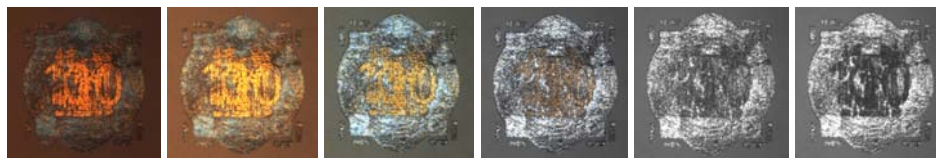


Slika 49. Reprodukcijski hologram na krivotvorenoj novčanici od 200 eura indikativa P3, uvećanje 13 puta.

Za potrebe eksperimentalnog rada ovog poglavlja analiziran je niz različitih folija. Predložen je sustav vještačenja temeljen se na ring skaniranju folija pod različitim valnim duljinama. Sačuvan zapis u digitalnom obliku omogućavao bi komparaciju sa ostalim imitacijama i svrstavanje unutar indikativa. Predlaže se barijerno skaniranje pod slijedećim uvjetima:

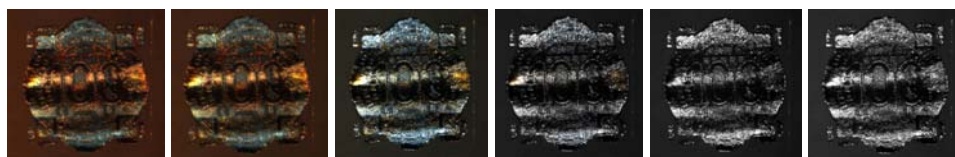
- ring svjetlo - hologram i kinegram mijenjaju slike i boje promjenom kuta gledanja, pa je neophodno izvršiti snimanje punog kruga izmjene elemenata
- IR svjetlo - infracrveno skaniranje razdvajanjem valnih duljina od 630 do 1000 nm omogućuje uvid u slojevitost folija
- koso obostrano svjetlo - provjera načina apliciranja folije
- propusno svjetlo - provjera broja apliciranih folija

Eksperiment proveden na taj način na krivotvorenim novčanicama 100 eura indikativa P13 dokazao je postojanje dvije nezavisne folije aplicirane na krivotvorinu. Pod infracrvenim svjetlom od 630 do 1000 nm jasno se vidi razlika u odzivu između folija. Donja folija promjenom prema tvrdom IR svjetlu mijenja odziv iz mat sivo plave u svjetlo sivu, gotovo bijelu boju. Gornja folija se izrazito ističe. Pod infracrvenim svjetlom od 630 nm sjajne je narančaste boje. Na 645 nm prelazi u žutu i postepeno gubi intenzitet. Od 780 do 830 nm djelomično se stapa s donjom podlogom, te iz blijedo žute prelazi u sivu. Na 1000 nm opet se jasno ističe izrazito tamnom bojom. Teorija o dvije folije dodatno je potvrđena analizom pod propusnim svjetlom.



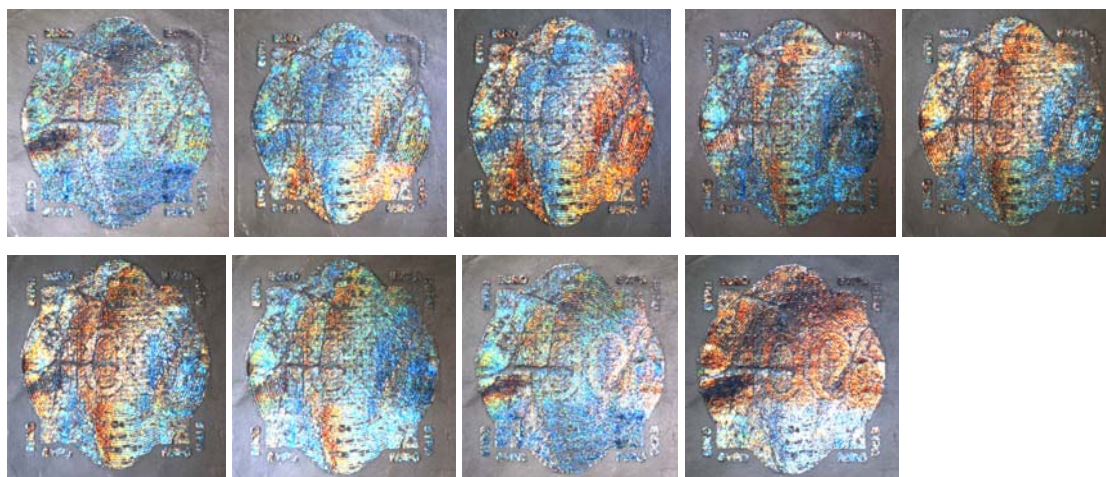
Slika 50. Reprodukcijska holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P13, uvećanje 13 puta. Infracrveno svjetlo od 630,645,715,780,830 i 1000 nm.

Slijedeći primjer prikazuje koliko se međusobno razlikuju folije ovisno o načinu reprodukcije. Prikazana je imitacija folije istog apoen, pod istim osvjetljenjem, ali indikativa P7. Uleknuća nastala tijekom apliciranja folije na krivotvorinu stvorila su posebne difrakcije svjetlosti vidljive pod dnevnim i infracrvenim svjetlom. Budući da je uleknuće stalno, na identičnim je mjestima površina tamna, bez obzira na osvjetljenje. Pod IR zračenjem od 630 do 645 nm folija je mutna i tamna, sa svjetlijim područjima po sredini u narančastoj boji. Od 715 do 780 nm narančasta se boja gubi, a struktura folije je sve jasnija u sivo plavoj boji. Na IR svjetlu od 830 nm folija je potpuno siva uz tamne dijelove utisnuća, a pod valnom duljinom od 1000 nm struktura folije i utisnuti detalji vidljivi su u potpunosti. Iz navedene analize vidljivo je kako je folija jednoslojna, aplicirana utisnućem. Dodatna potvrda ovoj tvrdnji proizlazi iz analiza provedenim kosim obostranim svjetlom.



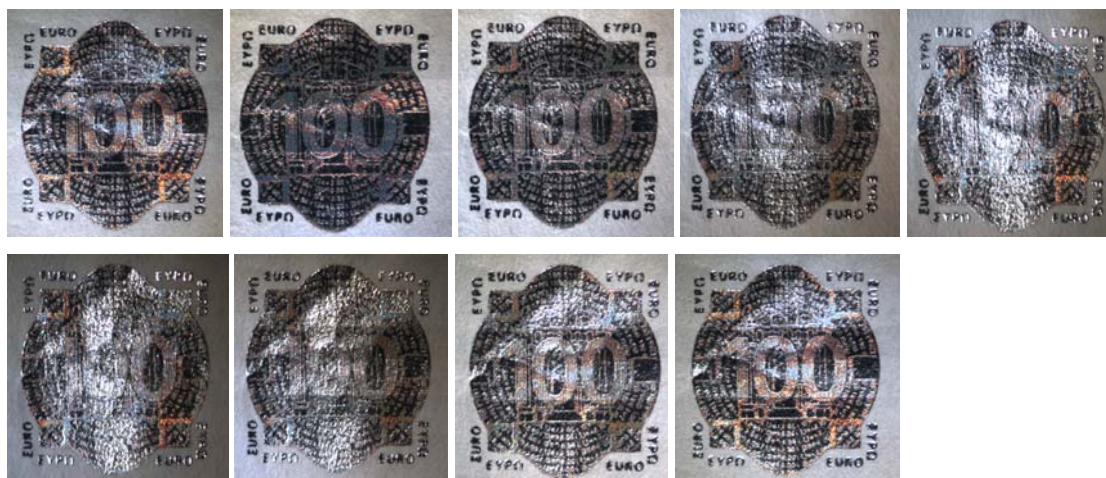
Slika 51. Reprodukcijska holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P7, uvećanje 13 puta. Infracrveno svjetlo od 630,645,715,780,830 i 1000 nm.

Razlike između krivotvorenih optički varijabilnih elemenata istih valuta i nominalnih vrijednosti, razlučive su i pod imitacijom dnevnog svjetla. Diskutirane su folije indikativa P7 i P12. Iako obje difraktivne, pokazuju različite odazive. Folija indikativa P7 odaziva se u plavim i narančastim tonovima ovisno o uleknućima nastalim pri utiskivanju.



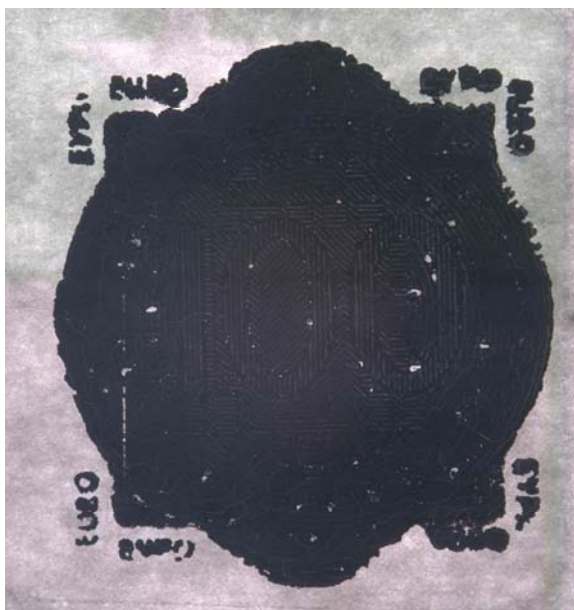
Slika 52. Reprodukcijski holoگرامi na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P7, uvećanje 13 puta, opcija ring svjetla.

Eksperimentalni rad na krivotvorini od 100 eura indikativa P12 dokazao je reprodukciju sastavljenu se od dvije folije. Difraktivna je samo gornja folija, i odaziva se u samo jednoj boji metalnog odsjaja.

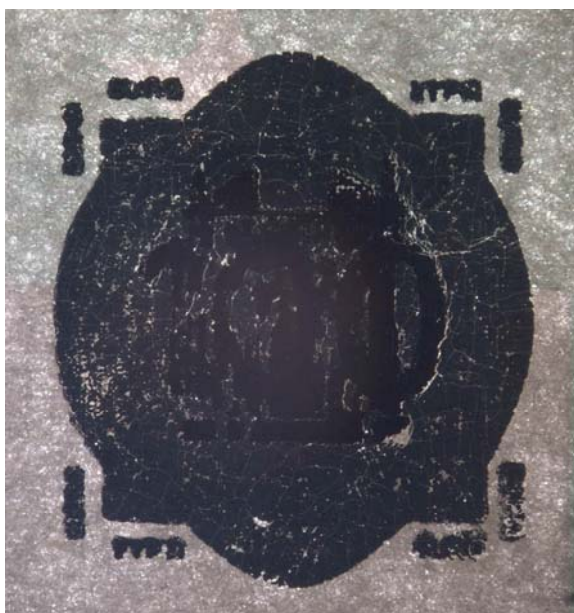


Slika 53. Reprodukcijski holoگرامi na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P12, uvećanje 13 puta, opcija ring svjetla.

Predlaže se dodatna analiza propusnim i kosim skeniranjem. Skeniranjem pod propusnim svjetlom postavlja se teza o količini uporabljenih folija. Optički varijabilan zaštitni element sa originalne novčanice često je reproduciran sa dvije ili tri folije aplicirane jedna povrh druge. Na krivotvorini indikativa P7 nalazi se jedna folija, a na krivotvorini indikativa P13 dvije folije. To se očituje u načinu propuštanja svjetlosti kroz dijelove folije. Na ovom primjeru gustoća je veća na području oznake nominalne vrijednosti „100“ i arhitektonskog motiva vrata.



Slika 54. Reprodukcija holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P7, uvećanje 13 puta, propusno svjetlo.



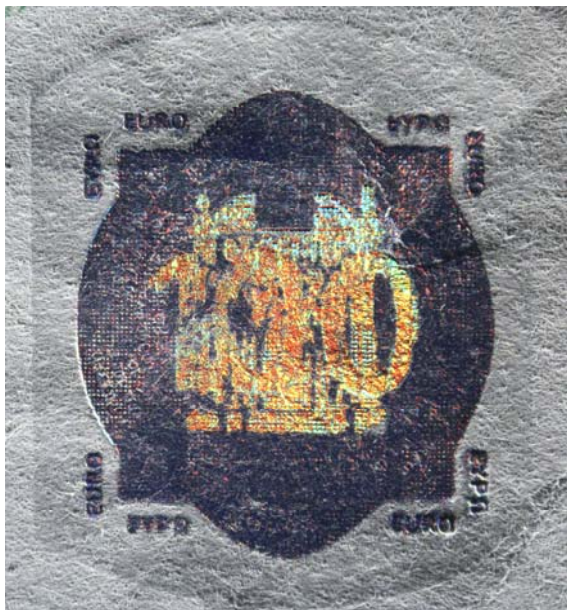
Slika 55. Reprodukcija holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P13, uvećanje 13 puta, propusno svjetlo.

Kosim skaniranjem utvrđuje se način apliciranja folije na papir. Kod utiskivanja moguće je odrediti dubinu i reljefnost koja pruža informacije o uporabljenom alatu.

Slijedeći primjeri pokazuju raznolikost u ovisnosti o načinu otiskivanja i korištenim uređajima. O tome ovisi i odaziv tijekom zakretanja krivotvorene vrijednosnice.



Slika 56. Reprodukcijski hologram na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P7, uvećanje 13 puta, koso obostrano svjetlo.



Slika 57. Reprodukcijski hologram na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P13, uvećanje 13 puta, koso obostrano svjetlo.

Izuzev navedene analize predlaže se sustavno analiziranje i selektivno skaniranje u digitalni sustav dostupnih folija koje bi mogle poslužiti za reprodukciju. Za primjer su poslužile tri vrste difraktivnih folija iz kataloga tvrtke Leonard Kurz GmbH & Co KG. Tvrtka ima veliko iskustvo u izradi optički varijabilnih elemenata. Prijedlog je barijerno skaniranje svih predložaka folija koje se međusobno razlikuju prema boji, difraktivnim svojstvima i načinu aplikacije. Uz svaku foliju je specificirano: vrsta materijala na koji može biti



aplicirana, način apliciranja, dodatne mogućnosti apliciranja putem konvencionalnih tehnika u ovisnost o vrsti stroja za tisak i preporučena keljiva.

Predložene vrste folija za selektivno skaniranje:

KL - the most versatile foil

KP - cold foil for web printing

KS - cold foil for sheet fed printing

CR - for the plastic industry

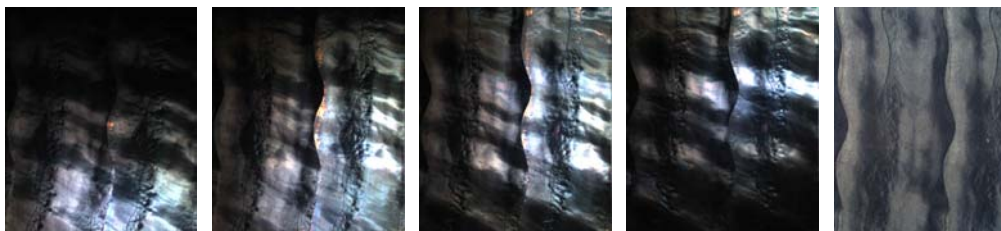
XT - for the decorations and textiles

LAM - for high gloss laminates

OPP - for decorative packaging

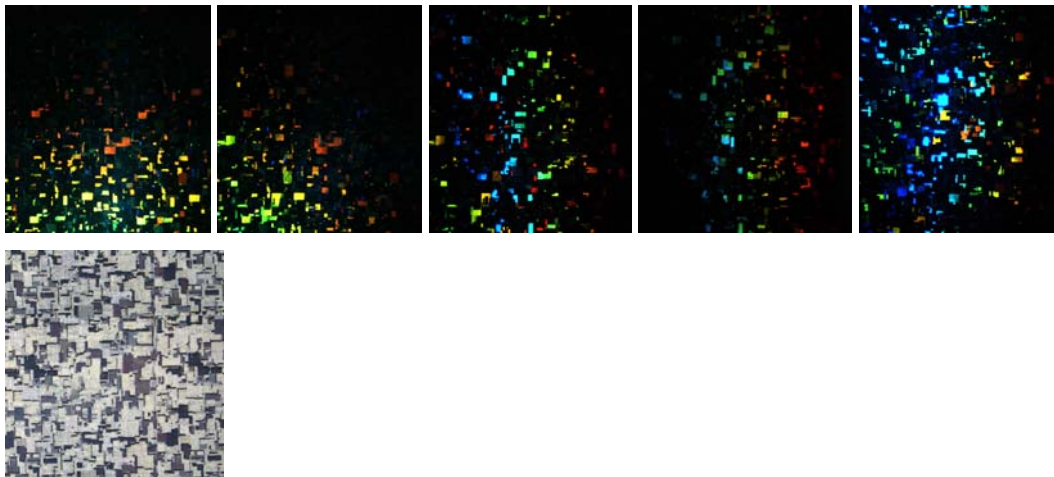
U ovom su poglavlju parcijalno skanirane slijedeće folije: Sparkle Bright SB Clouds, Sparkle Bright SB Abalone i Sparkle Bright SB Borg. Folije su kružno skanirane u nekoliko faza, čime je omogućeno snimanje odaziva folije tijekom titranja tj. zakretanja. Dodatna analiza je provedena skaniranjem folije, ispisom na laserskom pisaču i skaniranjem pod imitacijom bijelog svjetla. Selektivno skanirani detalji omogućuju komparaciju sa krivotvorenim novčanicama u svrhu otkrivanja načina reprodukcije.

Folija Sparkle Bright SB Clouds pod ring svjetlom prolazi četiri faze. U početnoj fazi gornji je dio folije taman, a donji se prelijeva u srebrnastoj boji sa naznakom crvene u sredini. U drugoj i trećoj fazi svijetlost se prelijeva prema gornjem rubu i na desno, prikazujući različitosti dijelova folije. Crvena boja sjaji različitim intenzitetom duljinom folije. U četvrtoj fazi svjetlost je koncentrirana u gornjem dijelu folije, sa minimalnom naznakom crvene. Kružno skaniran detalj prikazuje karakterističnu valovitost folije, no ne i efekt prelamanja svjetlosti.



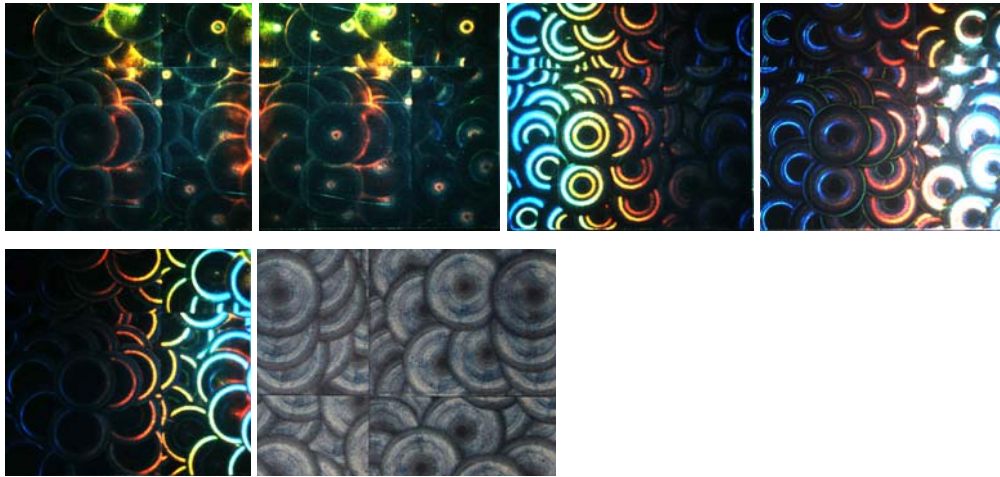
Slika 58. Folija Sparkle Bright SB Clouds pod ring svjetlom (4 faze) i fotokopirani detalj pod imitacijom bijelog svjetla

Folija Sparkle Bright SB Abalone reagira u pet faza pod ring svjetlom. Odaziva se nizom nepravilnih geometrijskih oblika u više boja ovisno o kutu gledanja. Na prve dvije slike dominiraju žute i narančaste boje grupirane u donjem dijelu slike, sa pomakom prema donjem lijevom uglu. U trećoj i četvrtoj fazi pojavljuju se oblici u plavoj i zelenoj boji koji se grupiraju u središtu folije. Završnom fazom dominira tirkizna boja, ostavljajući sve druge boje u pozadini raspršene po cijeloj foliji. Skaniranjem se navedeni efekt gubi, te slika ostaje siva bez obzira na kut gledanja.



Slika 59. Folija Sparkle Bright SB Abalone pod ring svjetlom (5 faza) i fotokopirani detalj pod imitacijom bijelog svjetla

Folija Sparkle Bright SB Borg ima odziv u pet faza pod ring svjetlom. U prvoj i drugoj fazi motivi krugova su mutni i neznatno obrubljeni bojama. U trećoj fazi izražena je kompleksnost krugova, a boje se mijenjaju od tamnoplave sa zelenim obrubom sa desne strane, preko crvene i žute, do tirkizne sa lijeve strane folije. Četvrta faza prikazuje obrnut slijed boja i lagano zamućivanje elemenata. Očita je višebojnost kružnica. U petoj fazi odziv se smanjuje na samo jednu tanku kružnicu po elementu. Skanirani detalj precizno prikazuje krugove u nijansama sive, no bez efekta prelamanja svjetlosti u bojama.



Slika 60. Folija Sparkle Bright SB Borg pod ring svjetlom (5 faza) i fotokopirani detalj pod imitacijom bijelog svjetla

*- unos podataka u digitalnu bazu podataka*

**Da li postoji imitacija holograma / kinegrama :**    da               ne  

**Način imitacije:**

folija ne difraktivne strukture	<input type="checkbox"/>	komercijalna folija	<input type="checkbox"/>
dorađena folija	<input type="checkbox"/>	OVD drugog proizvoda	<input type="checkbox"/>
simulacija OVD	<input type="checkbox"/>	originalni OVD	<input type="checkbox"/>

**Način dorade:**

boja	<input type="checkbox"/>	tisak	<input type="checkbox"/>
slijepi tisak	<input type="checkbox"/>	sloj folije	<input type="checkbox"/>

**Način apliciranja:**

foliotisak	<input type="checkbox"/>	samoljepiva folija	<input type="checkbox"/>
tekuće keljivo	<input type="checkbox"/>	ljepljiva traka	<input type="checkbox"/>

**Prikaz motiva:**            da               ne  

**Izmjena motiva:**        da               ne  

**Difrakcija svjetlosti:**    da               ne  

**Broj slojeva folije:**        \_\_\_\_\_

**Broj faza odaziva:**        \_\_\_\_\_

### 3.8. Eksperimentalni rad na području tiskarskih boja

Svi resursi za izradu novčanica, pa tako i boje, spadaju u vrhunski zaštićene tajne. Posebne recepture boja dizajnirane su u laboratorijima tiskara zaštićenih dokumenata i sadrže čitav niz komponenti kojima se razlikuju od komercijalno dostupnih boja. Radi zaštite informacija boje se pripremaju neposredno prije otiskivanja.

Eksperimentalni dio pruža uvid u ponašanje boja na krivotvorenim novčanicama pod različitim dijelovima spektra. Svakom se otisku može opisati put promjene u djelovanju različitih svjetlosnih izvora [103, I.Žiljak]. Sva su istraživanja dokumentirana obzirom na parametre, kako bi se mogla ponovno izvesti. Rezultati su pokazali poteškoće sa kojima se susreću krivotvoritelji zbog nedostatka profesionalne opreme za tisak i presudnih informacija.

UV boje na originalnim novčanicama gotovo se uvijek otiskuju offsetom, uz izuzetak serijskog broja koji se tiska knjigotiskom. IR boje se otiskuju tijekom intaglio tiska. Ne mogućnost reprodukcije krivotvorina profesionalnom opremom uvjetuje odvojeni tisak tzv. nevidljivih boja, pri čemu su česti pomaci registra. Pojam nevidljivosti u ovom se kontekstu koristi za boju koja je transparentna za zračenje određene valne duljine. To je pokazalo manjkavosti zaštitnih elemenata, te su u poglavlju broj 4 predloženi prijedlozi poboljšanja. Polazeći od ideje „ako vidiš zaštitni element, možeš ga krivotvoriti“, sve se više zaštitnih elemenata projektira kao skrivena informacija [74,Infosecura,pp 10-11; 78,Ferguson,pp 18-21; 57,V.Žiljak,Pap et al.,pp 20-27].

Krivotvorene novčanice nikada nemaju odaziv poput originalnih u svim dijelovima spektra. Za analizu odaziva pod određenim valnim duljinama potrebno je barijerno skanirati čitav primjerak, razlučen na dijelove. Predlaže se kvadratna razrada novčanice na 15 podjednakih dijelova lica i naličja. Slijedeća poglavlja detaljno razrađuju analize krivotvorenih novčanica pod ultraljubičastim i infracrvenim svjetlom.

Dosadašnje analize su provođene u rasponu od 365 nm do 830 nm. Odazivi u nevidljivom dijelu spektra su analizirani pod samo jednom valnom duljinom. Za ultraljubičasti spektar 365 nm, a za infracrveni spektar 830 nm.

Predlaže se proširenje vještačenja krivotvorenih novčanica razdvajanjem valnih duljina ultraljubičastog dijela spektra u rasponu od 254 nm, 313 nm i 365 nm. Zaštićene ultraljubičaste boje su posebno kreirane za odziv pod samo jednom ili eventualno dvije<sup>5</sup> valne duljine. Komercijalne ultraljubičaste boje se nanose sa ciljem fluorescencije pod ultraljubičastim svjetlom, bez znanja o odzivu u ovisnosti o valnim duljinama.

Za analizu pod infracrvenim svjetlom se predlaže proširenje u rasponu od 570 do 1000 nm. Uređaj docucenter expert omogućuje analizu razdvajanjem IR zračenja na 13 dijelova: 570 nm, 590 nm, 610 nm, 630 nm, 645 nm, 665 nm, 695 nm, 715 nm, 735 nm, 780 nm, 830 nm, 850 nm i 1000 nm. Svaka komercijalna boja ima drugačiji odziv pod određenim valnim duljinama IR spektra u ovisnosti o nizu faktora poput količine boje, penetracije i sušenja. Isti se ton, za naše oči, može postići na bezbroj načina [47, I.Žiljak, J.Žiljak-Vujić et al., pp 273-278], no pod IR svjetlom očituje se razlika. Kakav će biti odziv ne moguće je znati bez profesionalnih uređaja poput Docucentra, koji nisu dostupni u slobodnoj prodaji.

### **3.8.1. Razdvajanje valnih duljina ultraljubičastih boja na krivotvorenim novčanicama**

Komparacijom detalja moguće je dokazati koje krivotvorene novčanice pripadaju istim indikativima. Time se znatno proširuje baza podataka. Detaljna analiza je od presudne važnosti za otkrivanje informacija o izvorištu krivotvorenih grafikama prema uporabljenim bojama za reprodukciju. Na tržištu postoji čitav niz boja istih ili sličnih tonova, saturacija i svjetline na vidljivom dijelu spektra (400-700 nm). Pod infracrvenim svjetlom njihov se odaziv razlikuje.

Predlaže se razdvajanje krivotvorenih novčanica na 30 jednakih kvadratnih dijelova, 15 na licu i 15 na naličju. Ultraljubičasto skaniranje takvih precizno određenih područja označeno je sa oznakom UL1-K do UL15-K na licu krivotvorene novčanice, te od UN1-K do UN15-K na naličju krivotvorene novčanice. „U“ označava ultraljubičasto svjetlo, „L“ lice, „N“ naličje, a „K“ valutu-kune. Tako projektiranom i evidentiranom bazom podataka postiže se poboljšanje kvalitete procesa vještačenja.

---

<sup>5</sup> Mađarska novčanica od 20 000 forinti izdanja 15.travanj 2009.

U ovom poglavlju dokumentirani su odzivi boja pod ultraljubičastim svjetlom, čime su dokazane različite interpretacije u ovisnosti o valnim duljinama. Principi analiza se baziraju na apsorpciji i refleksiji. Pojedine materije apsorbiraju svjetlo, a pojedine ne. Vlastita svojstva materije utječu na pojedinačne odazive. Predmet analize su dijelovi krivotvorene novčanice koji kod originalne novčanice kuna i eura reagiraju na ultraljubičasto svjetlo od 365 nm na slijedeći način

- zaštićeni papir – apsorbira UV svjetlo, pa papir postaje taman
- ultraljubičaste boje – boje definirane za vidno područje određenim tonom, saturacijom i svjetlinom, fluoresciraju
- fluorescentna vlakanca – umetnuta su u strukturu papira tijekom izrade. Na vidljivom svjetlu nemaju odaziv, a pod UV svjetlom se odazivaju u plavoj, zelenoj i crvenoj boji

Za komparaciju je potrebno poznavati svojstva originalne novčanice pod UV svjetlom, budući da postoje razlike u bojama i vlakancima. Npr. američki dolar ima ne fluorescentna vlakanca koja su vidljiva na dnevnom svjetlu u plavoj i crvenoj boji.

Za dokazivanje postavljenih hipoteza u ovom su poglavlju analizirane :

- krivotvorena novčanica od 200 eura indikativa P3 red.br. 37
- krivotvorena novčanica od 200 eura indikativa P3 red.br. 43
- krivotvorena novčanica od 200 eura indikativa P1 red.br. 1

Dokazivanje je provedeno komparacijom pod strogo određenim parametrima. Na taj su način svi eksperimenti mjerljivi i moguće ih je ponoviti. Ultraljubičasto skaniranje je provedeno pod slijedećim parametrima:

- UV svjetlo od 365 nm, sa zračenjem BG38, pobuđivanje DOCU, otvor objektiva 2.5 i uvećanje od 8.7 puta
- UV svjetlo od 313 nm, sa zračenjem BG38, pobuđivanje DOCU, otvor objektiva 2.5 i uvećanje od 8.7 puta
- UV svjetlo od 254 nm, sa zračenjem BG38, pobuđivanje DOCU, otvor objektiva 2.5 i uvećanje od 8.7 puta

Svih 30 dijelova na licu i naličja krivotvorina je parcijalno skanirano i uneseno u bazu podataka. Na taj način moguće je dokazati pripadnost istom indikativu, način izrade pojedinih dijelova krivotvorina, kao i informacije o izvoru krivotvorina. Detaljnom analizom

proširuje se baza podataka, čime se utvrđuju manjkavosti zaštitnih elemenata u smislu mogućnosti imitacije.

Tablica višestruko skaniranih detalja nalazi se u poglavlju 9, pod rednim brojem 5. Ultraljubičasto skanirani detalji stvarni su, fizički dokazi prisutnosti ultraljubičastih boja na krivotvorenim vrijednosnicama, razdijeljeni u 30 dijelova. Ovako detaljno provedeno vještačenje, osnova je dijela digitalnog sustava koji sadrži podatke o načinu imitiranja ultraljubičastih boja. Baza sustava sadrži podatke o odzivu zaštićenog papira pod ultraljubičastim svjetlom, detaljima koji fluoresciraju i načinu imitiranja zaštitnih vlakana.

Obzirom da komercijalni papir fluorescira jakim intenzitetom pod UV svjetlom od 365 nm, varijacije u fluorescenciji odaju metode prikrivanja komercijalnog papira.

Određeni detalji na licu i naličju originalnih novčanica imaju specifičan odziv pod ultraljubičastim svjetlom. Krivotvorene novčanice pokazuju drugačiji odziv i vrlo česte pomake, što je također moguće dokazati ovako poboljšanim vještačenjem.

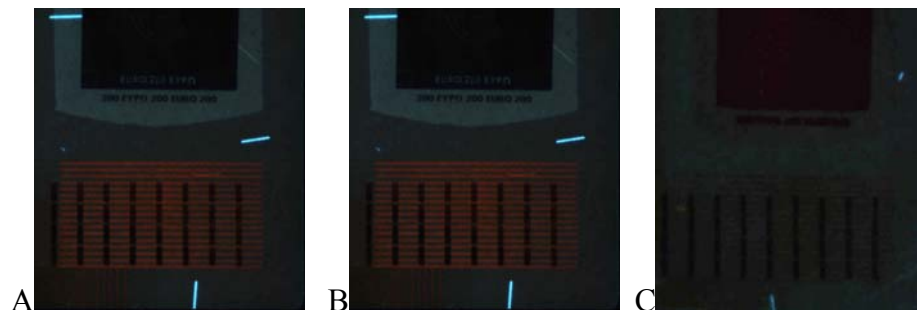
Zaštitna vlakana su ugrađena u strukturu papira tijekom izrade zaštićenog papira. Tijekom dosadašnjih vještačenja nije evidentirana niti jedna krivotvorina sa originalnim zaštitnim vlakancima, izuzev kod krivotvorina doradenih na originalnom zaštitnom papiru za novčanice. Potrebno je napomenuti kako odziv originalnih novčanica ovisi o valuti i nominalnoj vrijednosti. Uzmimo za primjer samo zaštitna vlakana: na novčanicama kuna i eura nevidljiva su na dnevnom svjetlu, a pod ultraljubičastim svjetlom od 365 nm jasno fluoresciraju u crvenoj, plavoj i žuto-zelenoj boji. Na novčanicama američkih dolara vlakana su vidljiva u plavoj i crvenoj boji na dnevnom svjetlu, a pod ultraljubičastim svjetlom od 365 nm nemaju odaziv.

Radi lakšeg pojašnjenja u nastavku su prikazana ultraljubičasta skaniranja detalja lica i naličja, iz kojih je očito da krivotvorine 200 P3 br. 37 i 43 pripadaju istom indikativu tj. istom izvoru, dok krivotvorina 200 P1 br.1 pripada drugom izvoru krivotvorenja.

Prikazan je desni donji ugao naličja krivotvorina pod ultraljubičastim zračenjem različitih valnih duljina. Dio vidljiv pod ultraljubičastim svjetlom od 365 nm na krivotvorinama indikativa stručno je odrađen, što asocira na krivotvoritelje koji dobro poznaju

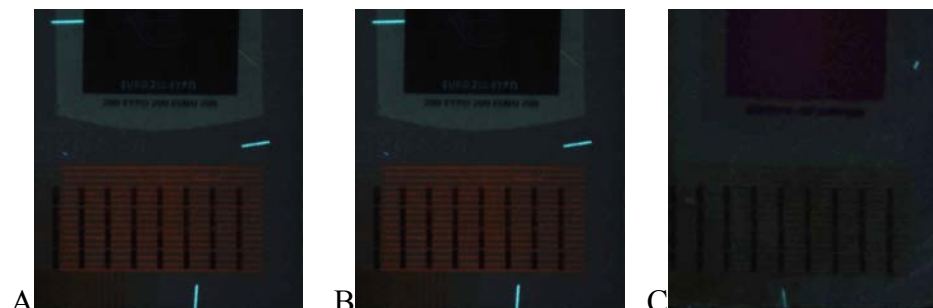
grafičku tehnologiju. Površina papira je tamna, te time donekle nalikuje papiru originalne novčanice koji upija UV zračenje. Budući da je imitacija postignuta premazivanjem papira bojom posebne strukture, pri komparaciji s originalnom novčanicom uočljiva je razlika.

Izgled fluorescentnih vlaknaca, kao i identična pozicija na krivotvorinama br. 37 i 43 dokaz su da je za izradu krivotvorina uporabljena ista tiskovna forma. Ovaj dokaz mora biti potkrepljen poklapanjem i u svim ostalim detaljima, kao i načinu izrade zaštitnih elemenata. Komparacijom je odmah moguće ustanoviti da treća analizirana krivotvorina ne pripada istom indikativu. Iako i kod nje papir ne pokazuje fluorescenciju karakterističnu za komercijalni papir, odziv fluorescentnih boja i njihova pozicija su bitno drugačije.



Slika 61 Detalji krivotvorina ; UL-E/200P3-37/15 (A), UL-E/200P3-43/15 (B), UL-E/200P1-1/15 (C)

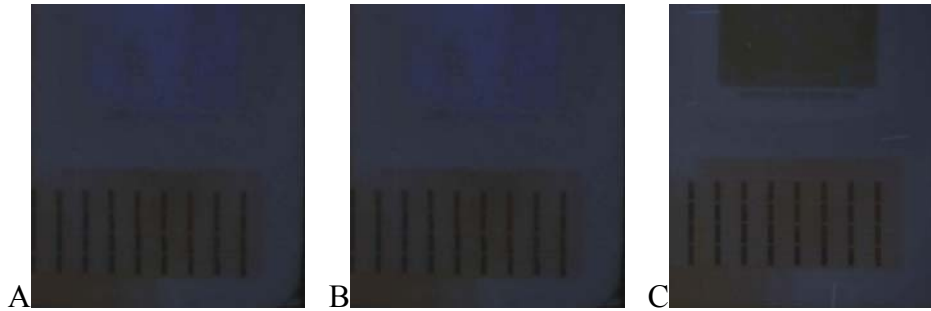
Pod infracrvenim svjetlom od 313 nm, svi su elementi i dalje vidljivi, iako je podloga nešto svjetlija, pa kontrast nije tako intenzivan. Treća krivotvorina i dalje odudara od prve dvije. Njihove sličnosti i razlike moguće je komparirati i pomoću holograma koji pokazuje različit odaziv pod UV svjetlom od 313 nm zbog razlike u tehnici izrade.



Slika 62 Detalji krivotvorina ; UL-E/200P3-37/30 (A), UL-E/200P3-43/30 (B), UL-E/200P1-1/30 (C)

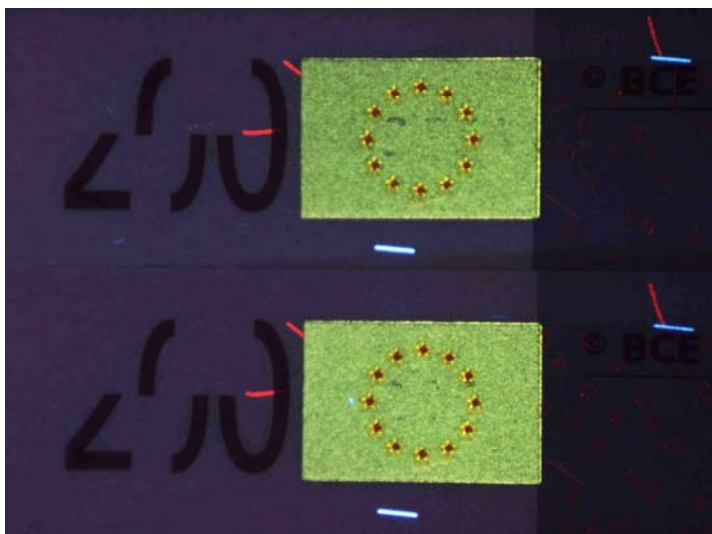


Pod UV svjetlom od 254 nm izrazito fluorescentna narančasta boja prvih dviju krivotvorina prelazi u ne fluorescentno blijedo žutu. Na sve tri krivotvorine otisnute fluorescentno plave imitacije zaštitnih vlakana postaju nevidljive. I dalje je moguće utvrditi koje krivotvorine pripadaju istom izvoru. Hologram se na krivotvorinama indikativa P3 izgubio, dok je na krivotvorini indikativa P1 jače uočljiv nego pod UV svjetlom od 365 i 313 nm.



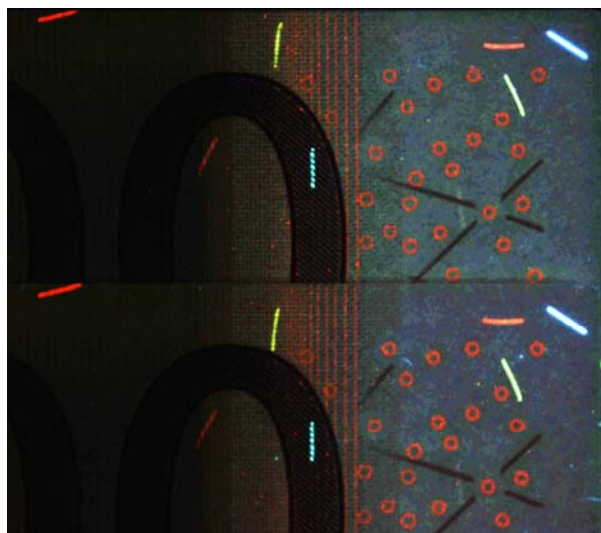
Slika 63 Detalji krivotvorina ; UL-E/200P3-37/45 (A), UL-E/200P3-43/45 (B), UL-E/200P1-1/45 (C)

U slučaju sumnje na isti izvor reprodukcije, predlaže se dodatna komparacija istovremenim skeniranjem. Na taj način ne postoji mogućnost promjene parametara uvjetovana vanjskim aspektima. Za primjer su uzete krivotvorine eura indikativa 200 P3 brojeva 45 i 46. Očita je upotreba iste tiskovne forme. Zastava pokazuje pomak registra s gornje i desne strane, a imitacija vlakana je identična u rasporedu, boju i veličini.



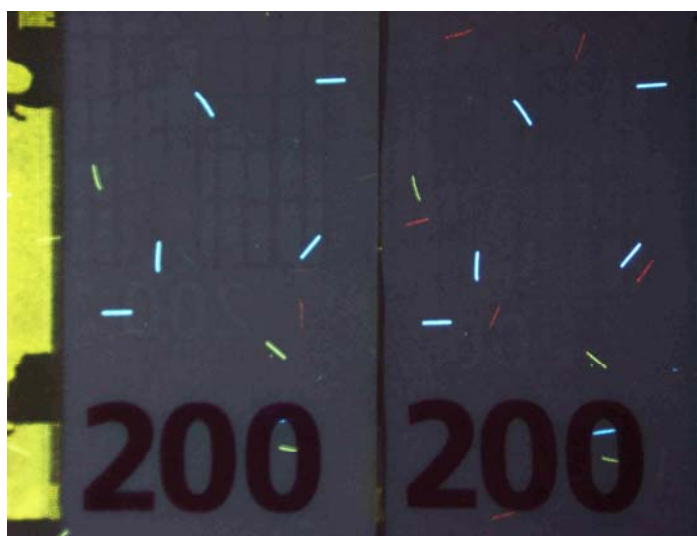
Slika 64 Istovremena komparacija detalja krivotvorina indikativa 200 P3 broj 45 i 46 pod UV svjetlom od 365 nm, uvećanje 5.9

Parcijalno skanirana desna gornja strana lica krivotvorina pruža još detaljniji uvid u zajedničke aspekte koji sugeriraju istu tiskovnu formu. Uz već spomenutu imitaciju zaštitnih vlakana, ovdje je vidljiva i imitacija zaštitnog obilježja SC<sup>6</sup>. Oznake vidljive u obliku malih kružića, na originalnoj novčanici onemogućuju reprodukciju putem fotokopirnih uređaja ili skanera, čiji ih softveri prepoznaju.



Slika 65 Istovremena komparacija detalja krivotvorina indikativa 200 P3 broj 45 i 46 pod UV svjetlom od 365 nm, uvećanje 5.9

Komparacija naličja krivotvorina upotpunjuje teoriju o istom izvoru krivotvorina. Analiza imitacije zaštitnih vlakana oko nominalne vrijednosti „200“ pokazuje upotrebu zasebnih tiskovnih formi za vidljive i ultraljubičaste boje.



Slika 66 Istovremena komparacija detalja krivotvorina indikativa 200 P3 broj 45 i 46 pod UV svjetlom od 365 nm, uvećanje 5.9

---

<sup>6</sup> Eng. Small circle



Uzimajući u obzir manjkavosti ultraljubičastih boja poput dostupnosti na tržištu i hlapljenja tijekom vremena, postavlja se pitanje upotrebe istih na novčanicama. Odgovor su ultraljubičaste boje specijalne strukture, sa komponentama čiji kemijski sastav i gramatura nisu poznati nikome osim stručnjaka koji su ih proizveli.

Poboljšanje kemijskih i fizičkih svojstava ultraljubičastih boja utjecalo bi i na stabilnost otisaka, zbog osiguranja relativne trajnosti novčanica. Analiza krivotvorenih novčanica prvenstveno je pokazala prisutnost ultraljubičastih boja na velikom broju krivotvorenih novčanica.

Dokazano je kako odziv pod UV svjetlom nije rezultat korištenja spot boja sa predodređenim karakteristikama pod UV zračenjem. Imitiran je naknadno nanesenim bojama koje na vidljivom svjetlu imaju vrlo slabi ili nikakav odziv, dok pod ultraljubičastim svjetlom od 365 nm izrazito fluoresciraju. Fluorescencija je zabilježena u nekoliko boja. Najčešća je žuto-zelena, a najrjeđa crvena. Skanirana i evidentirana baza podataka omogućava temeljito pretraživanje krivotvorina, te nesumnjivo upućivanje na indikativ. Za otkrivanje načina imitacije neophodni su profesionalni forenzički uređaji sa mogućnošću istovremenog uvećanja i dijeljenja UV spektra.

U poglavlju 4. predloženi su novi načini zaštite. Obzirom da su UV boje komercijalno dostupne, predlažu se posebno projektirane boje sa odzivima koji ne mogu biti imitirani komercijalno dostupnim bojama. Projektiranje je potrebno započeti idejom otkrivanja. Zaštitna obilježja na vrijednosnicama se projektiraju u ovisnosti o maksimalno dostupnoj tehnici, kako za izradu, tako i za utvrđivanje autentičnosti. Dio predloženih projekata u poglavlju 4. nije moguće otkriti putem danas dostupnih uređaja za slobodnu prodaju. Time se prijedlog proširuje unapređenjem uređaja fiksnim filtrima. Današnji komercijalno dostupni uređaji utvrđuju autentičnost filtrom od 365 nm. Predlaže se unapređenje otkrivanja krivotvorenih vrijednosnica filtrima od 254 nm i 313 nm.

### 3.8.2. Razdvajanje valnih duljina infracrvenih boja na krivotvorenim novčanicama

Infracrvene boje spadaju u noviju zaštitu, te se još uvijek intenzivno istražuju sve primjene [25, Poldrugač, Šop, pp 125-131]. Da je riječ o novini u aspektu zaštite novčanica, očito je po nedovoljnoj pokrivenosti uređaja za provjeru autentičnosti u financijskim institucijama, kao i poteškoćama sa provjerom istih. Poteškoće u načinu provjere proizlaze iz ne uniformiranosti zaštitnog obilježja.

Na većini novčanica infracrvena zaštita je riješena kao na novčanicama kuna. Posebno miješane IR boje otisnute su intaglio tiskom. Radi lakše i jednostavnije kontrole odaziva otiskuje se samo jedna IR boja, koja je na vidljivom svjetlu tamno siva, tamno smeđa ili zelena [21, Pap, I. Žiljak et al., pp 010502/1–9]. Ne postoji poseban razlog za otiskivanje samo jedne IR boje i otiskivanje samo jednom vrstom tiska. Infracrvenu zaštitu moguće je ostvariti neograničenim brojem boja i različitim tehnikama tiska. Gledano pod infracrvenim svjetlom od 830 nm lice novčanica kuna može se vidjeti dio portreta, oznake nominalne vrijednosti, imena banke, oznake serije i serijskog broja. Na novijim izdanjima (2002. godina) pod infracrvenim svjetlom vidljiv je i hologram ili kinegram [102, Šop, pp 85-95]. Na naličju novčanica kuna infracrvene boje nisu otisnute (napomena: nije niti korišten intaglio tisak), stoga ne postoji odaziv pod infracrvenim svjetlom.

Iz ovog primjera je očito da je za provjeru autentičnosti pomoću infracrvene svjetlosti neophodan uređaj sa infracrvenim zračenjem određene valne duljine i znanje o načinu odziva novčanica pod tim zračenjem. Ukoliko osoba koja provjerava novčanicu nije upoznata sa odazivom, uređaj nije od velike koristi. Vrijednosnice su dizajnirane sa ciljem odziva pod infracrvenim svjetlom od 830 nm. Uređaji koji se koriste u financijskim institucijama ciljano su projektirani za utvrđivanje autentičnosti pod istom valnom duljinom.

Na novčanici od 100 000 talijanskih lira, zadnje serije prije promjene valute, boje pod infracrvenim zračenjem pokazuju različit odziv ovisno o valnoj duljini. Pod zračenjem od 715 nm dio elemenata ima plavi odziv, a dio crni. I plavi i crni dio je jasno vidljiv. Analiza pod infracrvenim svjetlom od 730 nm dokazuje lagano nestajanje plave boje, koja u potpunosti nestaje pod infracrvenim svjetlom od 830 nm. Detalji vidljivi u crnom tonu i dalje su jasno razlučivi, te takvi ostaju i pod zračenjem od 850 i 1000 nm. Utjecaj je identičan i na licu i na naličju novčanice.



Slika 67 Komparacija odziva boja pod infracrvenim zračenjem originalne novčanice od 100 000 lira i krivotvorine. IR zračenje od 735 nm, original (A), krivotvorina (B). IR zračenje od 830 nm, original (A), krivotvorina (B).

Sličan odziv moguće je pratiti razdvajanjem valnim duljina na novčanicama njemačkih maraka. Pod infracrvenim svjetlom od 715 nm svi detalji su vidljivi u plavom tonu. Analizom prema 780 nm dio detalja je vidljiv u plavom, a dio u sivom tonu. Pod infracrvenim svjetlom od 780 nm pa do 1000 nm svi tonovi postaju sivi. Odziv ovisi o valnoj duljini tj. o barijernom skeniranju pod mekim, tvrdim ili prelaznim infracrvenim svjetlom. Pod tvrdim infracrvenim svjetlom odziv je moguć samo u tonovima sive. Iako ove novčanice više nisu u optičaju, nad njima je proveden eksperimentalni rad zbog zanimljivog odziva boja pod infracrvenim svjetlom. Time je pružen dodatni dokaz tvrdnji kako je znanje neophodno za utvrđivanje autentičnosti putem uređaja sa infracrvenim svjetlom, zbog različitih odziva.

Infracrvena zaštita spada pod nova obilježja, te još uvijek postoji velik dio novčanica u optičaju koji nije zaštićen infracrvenim bojama. Za diskusiju su uzete bosanske konvertibilne marke. Sve su novčanice, izuzev najviše nominalne vrijednosti, otisnute u tiskari Francois-Charles Oberthur, Fiducare Paris. Najviša nominalna vrijednost 200 KM otisnuta je 2002. godine u tiskari Oestereichische Banknoten und Sicherheitsdruck GmbH (OeBS) iz Beča. Razlika između novčanica je vidljiva u dizajnu, kao i prema zaštitnim elementima. Dizajn lica i naličja novčanice od 200 KM rapidno nalikuje novčanicama eura: glavni motiv je na desnoj strani lica, dok je na naličju most i njegov odraz u vodi. Samo na toj nominalnoj vrijednosti postoji infracrvena zaštita koja je prema tehničkim karakteristikama vrlo slična

zaštiti na eurima. Takva sličnost i nije čudna, uzevši u obzir da je obje valute dizajnirao isti dizajner, te tiskak u istoj tiskari. Na nižim nominalnim vrijednostima, pod infracrvenim svjetlom do 1000 nm, svi su detalji potpuno vidljivi.

Na novčanicama eura infracrvene boje su riješene na drugačiji, jednostavniji način nego kod kuna ili lira. Desni dio lica novčanice pod infracrvenim svjetlom pokazuje vrijednost  $x = 100$  i odaziva se u 100 postotnoj crnoj boji, dok lijevi dio lica pokazuje vrijednost  $x = 0$  i odaziva se u 100 postotnoj bijeloj boji. Vrlo oštra, jasna linija predstavlja granicu između ta dva dijela. Na naličju odaziv ovisi o nominalnoj vrijednosti, a ograničen je na zaštitne elemente serijskih brojeva i optički varijabilne boje. Infracrvena zaštita nije ciljano projektirana, već ovisi o vlastitim svojstvima navedenih zaštitnih elemenata.

Razlika između primjera različitih valuta najočitija je u postavljanju granica, koje su kod eura i dolara vrlo jasno postavljene, dok su kod ostalih analiziranih novčanica nešto mekše. U poglavlju 4.3. predloženi su prijedlozi poboljšanja infracrvene zaštite, a u poglavlju 4.4. infracrvena zaštita kombinirana sa steganografijom. Prijedlozi zadiru u kontrolu odziva pod IR svjetlom, kontrolom separacije pomoću maske [47, I. Žiljak, J. Žiljak-Vujić et al.; pp 273-278].

Analize provedene pod infracrvenim zračenjem na krivotvorinama dokazale su važnost ovog zaštitnog elementa, kao i poteškoće pri reprodukciji istog. Infracrvene boje imaju različit odziv ovisno o valnim duljinama. Kakav će biti odziv, moguće je analizirati samo na forenzičkim uređajima koji mogu razdvajati valne duljine poput Docucentra [25, Poldrugač, Šop, pp 125-131]. Obzirom da je kupnja takvog uređaja strogo nadzirana, znanja ostaju unutar zatvorenih stručnih krugova. Čak i da postoji mogućnost uvida u informacije o vidljivosti u ovisnosti o valnim duljinama, to nije dovoljno za reprodukciju ovog zaštitnog elementa.

U nastavku su analizirani primjeri krivotvorina različitih valuta, istih i različitih indikativa, pod infracrvenim svjetlom. Dokazano je da niti jedna krivotvorina ne pokazuje odaziv identičan originalnoj novčanici. Pri tisku novčanica koristi se samo jedan ton boje sa odazivom u IR spektru. Posebno se otiskuje i vidljiv je pod dnevnim i infracrvenim svjetlom. Na dnevnom svjetlu pokazuje isti ton kao susjedna boja, te ih nije moguće razlikovati.

Krivotvorine se izrađuju sa osnovnim ciljem zavaravanja javnosti, pa je težište na vrhunskoj slici za dnevno svjetlo.

Ta činjenica otvara put analizi krivotvorina pod infracrvenim svjetlom, sa ciljem otkrivanja izvorišta krivotvorenih grafika. Svaki se ton može dobiti različitim miješanjem CMY+K. Programi za obradu slika u boji imaju namještene parametre. Postoji samo jedno CMYK rješenje za svaki RGB ton [56, V. Žiljak, Pap et al., pp 169-174]. Iako se sustavno provode istraživanja u svrhu približavanja ulaznih i izlaznih uređaja za obradu slika ljudskom vidu, za sada ne postoji model koji koristi prostorni izračun uključujući cijelu sliku poput ljudskog vida [15, Mccann, pp 70-78]. Prijenos što realnijih informacija o originalu ovisi o kompletnom procesu reprodukcije [38, Strgar K, Agić et al., pp 49-59]. Sustav bojila je određen ovisno o tehnikama tiska, količini boje, podlozi, penetraciji, sušenju i trajnosti u ovisnosti o atmosferskim uvjetima. Iz toga proizlazi da se krivotvorene vrijednosnice mogu detektirati i povezati sa izvorištem u ovisnosti o različitom odzivu boja pod IR svjetlom. Karakteristične reakcije pigmenata imaju polazište u tvrdnjama koje su znanstveno dokazane [21, Pap, I. Žiljak et al., pp 010502/1–9]. Odziv ovisi o strukturi boje i načinu tiska. Moguće je zamijeniti K komponentu CMY komponentama. K komponenta ima odziv pod IR svjetlom do 1000 nm, dok se određeni CMY pigmenti ne odazivaju pod IR svjetlom. Dakle, isti ton boje vidljiv na dnevnom svjetlu, imat će drugačiji odziv pod IR svjetlom određene valne duljine. Analiza razdvajanjem IR spektra forenzički je put za utvrđivanje autentičnosti.

Postavljen je digitalni sustav koji omogućava komparaciju krivotvorina i svrstavanje u indikative prema odzivu infracrvenog zračenja u 13 dijelova spektra. Na taj je način moguće dokazati povezanost između krivotvorina različitih nominalnih vrijednosti i valuta, čime se utvrđuju informacije o izvorištu krivotvorina.

Povezanost krivotvorina putem analiza pod infracrvenim svjetlom moguće je postaviti iz slijedećeg razloga. Na zaštićenim se dokumentima infracrvene boje primjenjuju samo kao ciljane spot boje uvođenjem posebnog tiskarskog agregata. Na krivotvorenim novčanicama infracrvena se informacija može pojaviti, ali nije postavljena namjerno. Ovisno o procesnim bojama i vrsti papira, različit je odziv [25, Poldruđač, Šop, pp 125-131]. Za sve boje je moguće postaviti jedinstvenu tvrdnju: cijan, magenta i žuta nisu vidljive iznad 750 nm, dok je karbon crna vidljiva do 1000 nm. Slijedom navedene tvrdnje, krivotvorene novčanice imaju različite odzive ovisno o miješanju procesnih tiskarskih boja [58, V. Žiljak, I. Žiljak et al., pp 40-



41]. Pod pojmom miješanja podrazumijeva se doziranje karbon crne boje i oduzimanje cijan, magente i žute boje. Miješanje boja ne utječe na ton boje vidljiv na dnevnom svjetlu.

Predlaže se stvaranje digitalne baze podataka selektivnim skaniranjem krivotvorenih novčanica pod mekim i tvrdim infracrvenim zračenjem, te pod prelaznim područjem. Infracrveno skaniranje je podijeljeno na 15 dijelova na licu i 15 na naličju krivotvorina.

Parametri infracrvenog skaniranja su slijedeći:

- skaniranje pod mekim infracrvenim zračenjem od 570, 590, 610, 630 i 645 nm ;  
pobuđivanje DOCU, otvor objektiva 4.0, uvećanje 8.7 puta
- skaniranje pod prelaznim infracrvenim zračenjem od 665, 695 i 715 nm ; pobuđivanje DOCU, otvor objektiva 4.0, uvećanje 8.7 puta
- skaniranje pod tvrdim infracrvenim zračenjem od 735, 780, 830, 850 i 1000 nm ;  
pobuđivanje DOCU, otvor objektiva 4.0, uvećanje 8.7 puta

Svaka se informacija pohranjuje u digitalni sustav, čime je omogućena komparacija krivotvorina. Analizira se put gubljenja informacija u ovisnosti o valnim duljinama. Tablica parametara infracrveno skaniranih detalja nalazi se u poglavlju broj 9.

Infracrveno skanirani detalji krivotvorine 20 britanskih funti prikazuje velike razlike odziva boja pod valnim duljinama mekog, prelaznog i tvrdog infracrvenog zračenja. Pod infracrvenim zračenjem od 645 nm digitalni zapis je taman u crvenkastim tonovima. Naglašena crvena upozorava kako nismo zašli u područje infracrvenog zračenja, koje interpretira isključivo u sivoj skali. To je vidljivo pod zračenjem od 715 nm. Glavni motiv i pozadina su jasno uočljivi u nijansi sivo plave. Pod valnom duljinom od 850 nm slika u potpunosti nestaje, a ton sive postaje vidno svjetliji.



Slika 68 Detalji krivotvorine od 20 britanskih funti ; IL-F/20P1-2/69 (A), IL-F/20P1-2/114 (B), IL-F/20P1-2/159 (C)

Važnost digitalnih zapisa u bazi podataka za komparaciju krivotvorina predočena je slijedećim analizama. Komparirane su krivotvorine kuna od 200 kuna različitih indikativa, zbog dokazivanja različitog ponašanja pod određenim valnim duljinama infracrvenog svjetla. Krivotvorine su analizirane putem istih parametara kao i krivotvorena britanska funta. Radi lakšeg pojašnjenja prikazani su detalji pod bijelim svjetlom, prelaznim infracrvenim od 715 nm i tvrdim infracrvenim od 830 nm.

Analizom je dokazano kako su sve tri krivotvorine otisnute na ink jet pisaču. Već pri analizi pod imitacijom bijelog svjetla moguće je postaviti teoriju o upotrebi različitih pisača tj. boja korištenih za ispis. Krivotvorina indikativa 533 crvenkastog je tona, krivotvorina indikativa 529 izrazito svjetla, dok je krivotvorina indikativa 151 sivkasta. Složena analiza pod 13 različitih valnih duljina infracrvenog spektra dokazuje tu teoriju. Put nestajanja boje razlikuje se bez obzira na istu tehniku reprodukcije. Najduži put nestajanja ima krivotvorina indikativa 151. Pretpostavka je korištenje UCR metoda kako bi fini detalji postali oštiri. Dodavanjem crne boje u CMY postiže se poboljšanje kontrasta i bolja reprodukcija originala [1,Agić, Strgar K et al,pp 1-8]. Provedeni eksperimenti pokazali su odstupanje u nekoliko aspekata. Pri izradi krivotvorina ne postoji kontrola kvalitete. Postizanje kvalitete originalnih proizvoda uvjetovano je osiguranjem strogo određenih uvjeta proizvodnog procesa [8,Donevski,Milčić et al.,pp 31-34]. Reprodukcija bez navedenih uvjeta pokazuje niz odstupanja.

Ne vrši se niti kontrola vidljivosti u IR spektru, u ovisnosti o pojedinim valnim duljinama. To je onemogućeno jer su uređaji za razdvajanje valnih duljina pod strogom kontrolom i nije ih moguće nabaviti. Uređaji za financijske institucije posjeduju samo jednu valnu duljinu. Za navedenu svrhu se ne mogu koristiti, zbog postojanja boja koje se ne odazivaju isto unutar cijeloga spektra. Višebojni dokumenti mogu vrlo lako zavarati, te ih je potrebno provjeriti pod svjetlom koja je izvan područja vidljiva našim očima. Boje CMY nisu vidljive pod zračenjem većim od 750 nm, dok je K crna vidljiva i iznad tog područja [21,Pap, I.Žiljak et all,pp 010502-1/9] . Sve navedeno, uz naknadnu doradu (imitacija holograma) uvjetuje odaziv zabilježen barijernim skaniranjem krivotvorina od 200 kuna indikativa 151, 529 i 533.

Pod infracrvenim svjetlom od 715 nm podloga svih triju krivotvorina ima žuti ton, a pod infracrvenim svjetlom od 830 nm sivi ton. Oznaka nominalne vrijednosti „200“ i tekst „DVJESTA KUNA“ vidljiv je svim krivotvorinama, no u različitim tonovima. Na krivotvorini indikativa 151 izrazito crne boje, na krivotvorini indikativa 529 naginje plavkastom tonu, dok krivotvorina indikativa 533 predstavlja kombinaciju dvaju tonova.

Minitekst, mikrotekst, grb i prozirni registar se u sva tri slučaja naziru, ali vrlo mutno. Na krivotvorini ind. 151 kinegram nije doraden, već je otisnut ink jet pisačem istovremeno kada i lice novčanice. Već pod 715 nm počinje se gubiti, a pod 830 nm nestaje u potpunosti. Elementi vidljivi pod infracrvenim svjetlom od 715 nm i dalje su prepoznatljivi u crnoj boji.

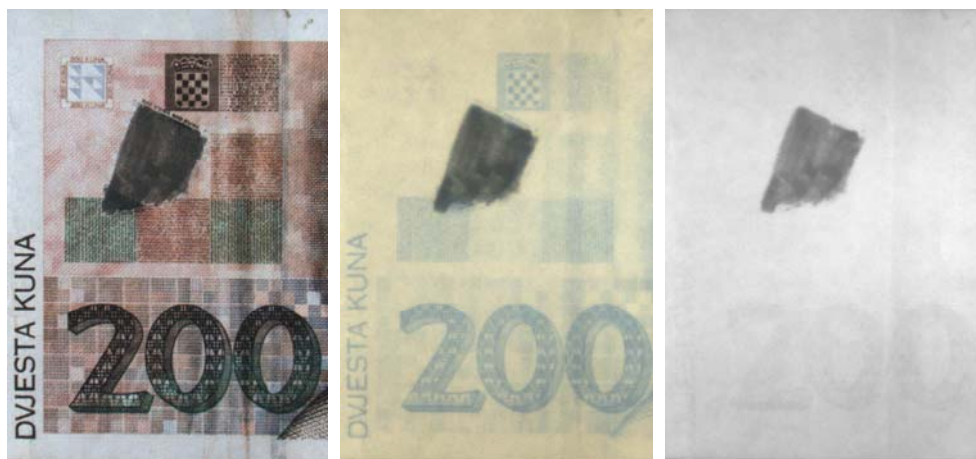
Na preostalim krivotvorinama imitacija kinegrama je reproducirana naknadnom doradom. Lijepljenjem folije srebrnastog sjaja koja je ručno izrezana (ind. 533) i nepreciznim prostoručnim nanosom sloja sivog laka prigušenog površinskog sjaja (ind. 529). Imitacije kinegrama vidljive su i pod infracrvenim svjetlom od 715 nm i 830 nm.

Elementi koji su pod infracrvenim svjetlom od 715 nm imali odziv u plavkastim tonovima, u potpunosti se gube pod 830 nm. Na krivotvorini indikativa 533 vidljive su naznake elemenata koji su pod 715 nm imali odziv u crnoj boji, no oni koji su imali odziv u plavoj boji nestali su.

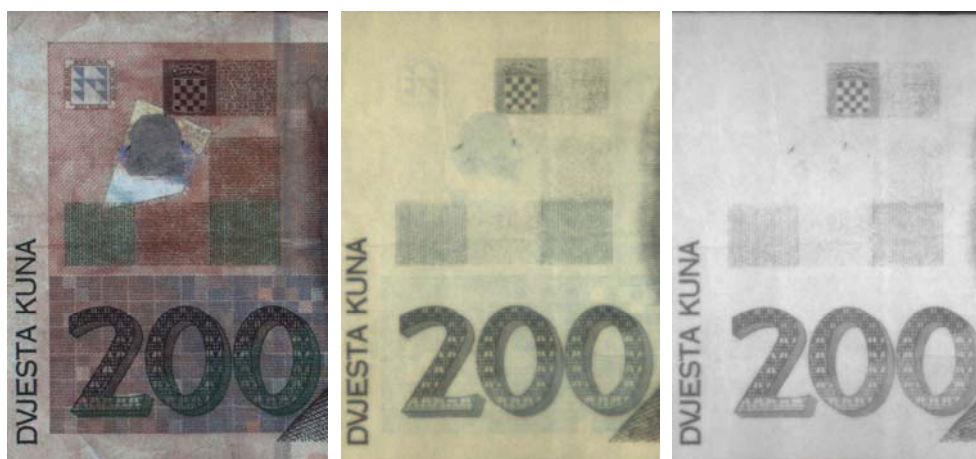
Iz toga možemo zaključiti kako je za dokazivanje načina i mjesta izrade krivotvorenih novčanica neophodna analiza pod infracrvenim zračenjem razdvajanjem valnih duljina. Analiza pod tvrdim infracrvenim svjetlom posebno je pogodna za analizu doradenih holograma ili kinegrama, jer ih je lakše analizirati bez ometanja boja kojima su okruženi na dnevnom svjetlu.



Slika 69 Detalji krivotvorine od 200 kuna, oznake 533, pod imitacijom bijelog svjetla i infracrvenim svjetlom od 715 i 830 nm

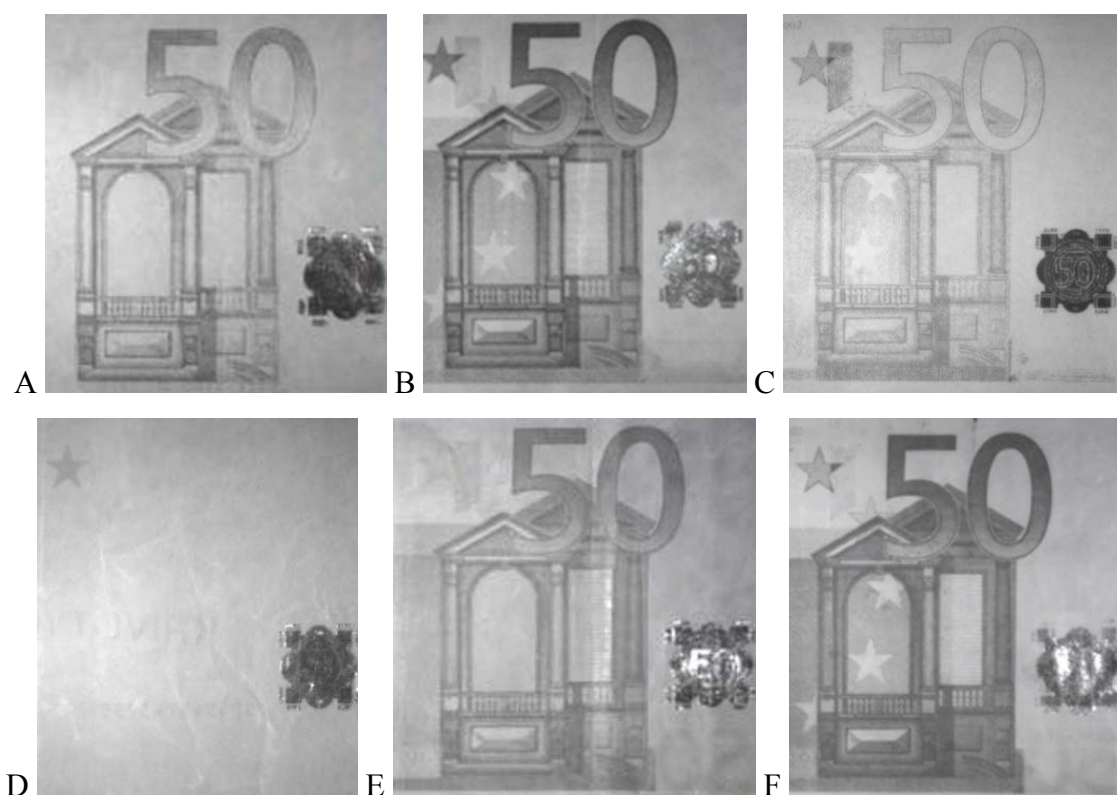


Slika 70 Detalji krivotvorine od 200 kuna, oznake 529, pod imitacijom bijelog svjetla i infracrvenim svjetlom od 715 i 830 nm



Slika 71 Detalji krivotvorine od 200 kuna, oznake 151, pod imitacijom bijelog svjetla i infracrvenim svjetlom od 715 i 830 nm

Različit odaziv pod infracrvenim zračenjem iste valne duljine praćen je na krivotvorenim novčanicama od 50 eura šest različitih indikativa. Krivotvorine indikativa C4 i C47 su ispisane na ink jet pisaču, a krivotvorina indikativa L1 na laserskom pisaču. Krivotvorine indikativa P2, P5 i P12 otisnute su offsetom. Prikazan je desni dio lica krivotvorine pod infracrvenim svjetlom barijere od 830 nm do 1000 nm. Svaki detalj se karakteristično odaziva i niti jedan nije identičan bez obzira na istu tehniku reprodukcije. Na krivotvorini indikativa P2 ne postoji odaziv gotovo niti jedne boje, dok na krivotvorini indikativa L1 sve boje imaju odaziv. Različit odaziv moguće je uočiti i na imitaciji holograma, u ovisnosti o načinu reprodukcije.



Slika 72 Detalji krivotvorine od 50 eura, infracrveno svjetlo od 830 nm. Indikativ C4 (A), L1 (B), C47 (C), P2 (D), P5 (E) i P12 (F).

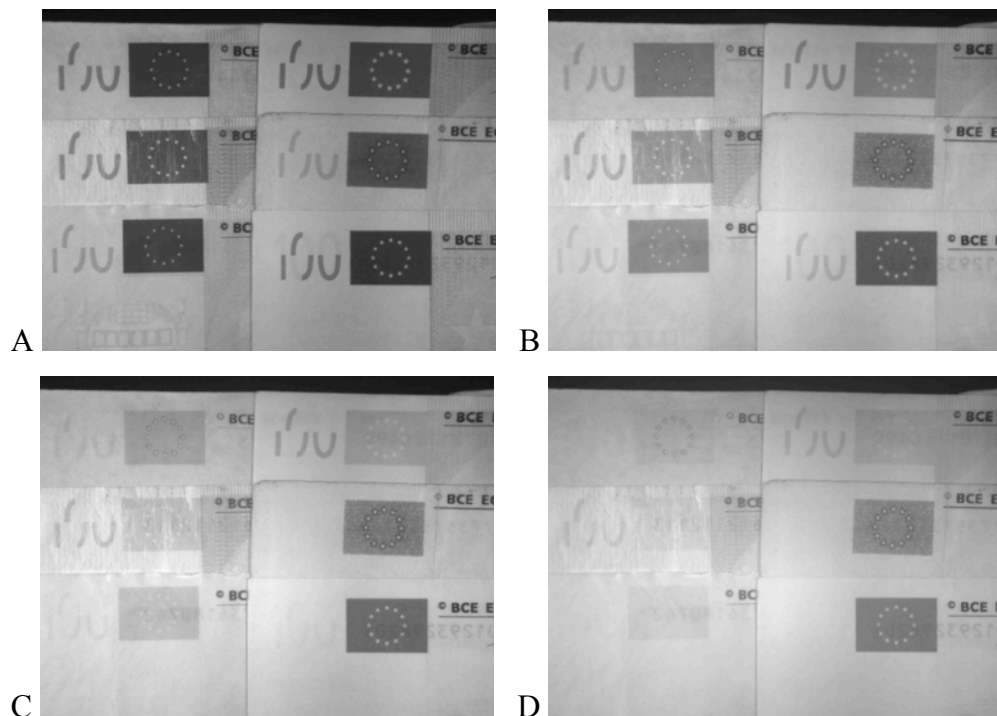
Daljnje razmatranje provedeno je na krivotvorinama od 100 eura indikativa L0, P16, P15, P3, C6 i P12. Međusobno se razlikuju prema osnovnom načinu reprodukcije (P označava offset tisak, L suhi toner, a C ink jet ispis) i načinu imitiranja zaštitnih elemenata. Analizirano je ponašanje istog detalja pod različitim infracrvenim zračenjem.



Slika 73 Komparacija krivotvorenih novčanica od 100 eura indikativa L0 (gore lijevo), P16 (sredina lijevo), P15 (dolje lijevo), P3 (gore desno), C6 (sredina desno) i P12 (dolje desno).

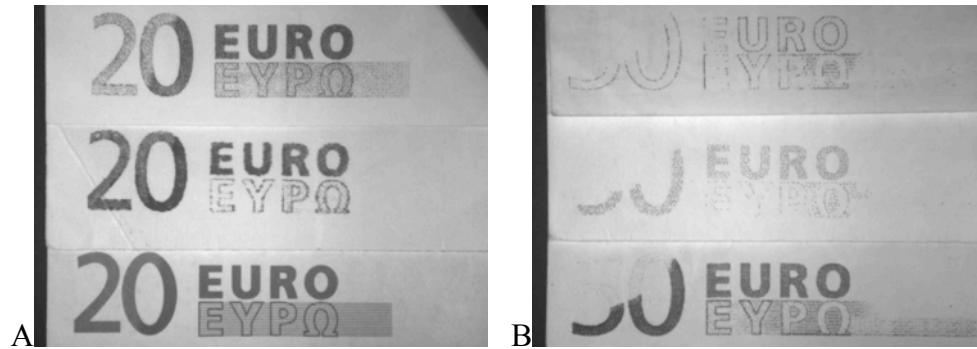
Na dnevnom svjetlu zastava krivotvorina L0, P15 i P12 izgleda gotovo jednako.

Razdvajanjem valnih duljina spektra razlika se očituje već pod 645 nm. Pod 1000 nm vidljiva ostaje samo zastava krivotvorine P12.



Slika 74 Detalji krivotvorenih novčanica od 100 eura. IR 645 (A), IR 715 (B), IR 780 (C), i IR 1000 (D)











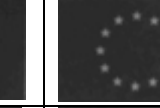
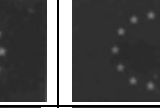


















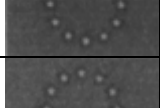





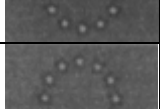





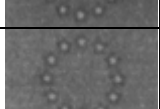





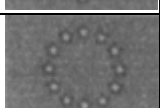




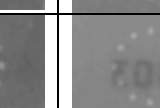
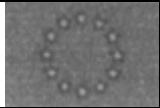


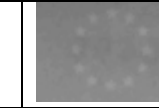
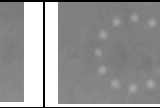
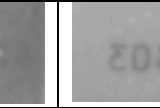
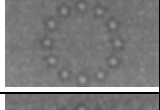



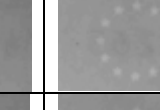
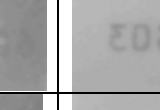
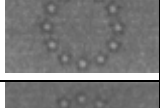

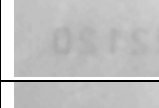
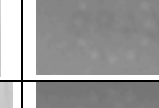

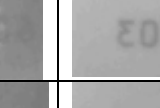












Svaka boja u ovisnosti o vlastitim svojstvima drugačije reagira na podražaje. Uzmimo kao primjer tri krivotvorine od 20 eura i tri krivotvorine od 50 eura. Svaka od njih pokazuje različitu reakciju na zračenje od 830 nm. Značajno je da niti jedna ne pokazuje odaziv identičan originalnoj novčanici eura iste nominalne vrijednosti.



Slika 75 Donji lijevi dio lica krivotvorenih novčanica od 20 i 50 eura različitih indikativa, infracrveno svjetlo od 830 nm

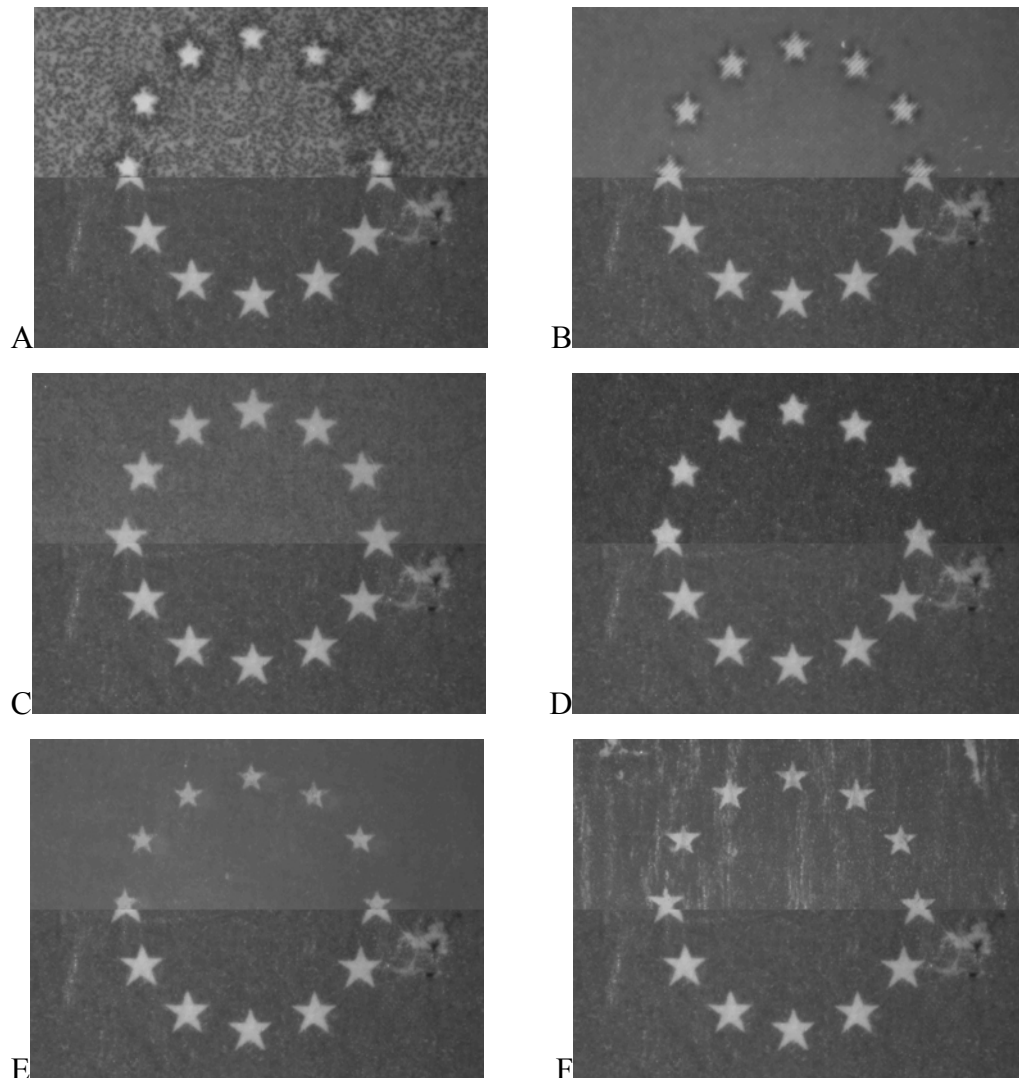
U nastavku je dana tabela kontinuiranog nestajanja detalja na krivotvorenim novčanicama od 100 eura indikativa C6, C25, C29, P3, P6 i P7. Zorno se može pratiti utjecaj zračenja kroz intenzitet sivih tonova. Iako pojedini indikativi dugo pokazuju isti odaziv, na određenoj stepenici započinje odvajanje. Indikativ P7 već na 645 nm daje naznake serijskog broja otisnutog na pozadini. Identični se primjer vidi kod C29, ali tek na 780 nm. Na detalju C6 promjena se očituje samo u intenzitetu, jer su i na 1000 nm vidljivi svi detalji.

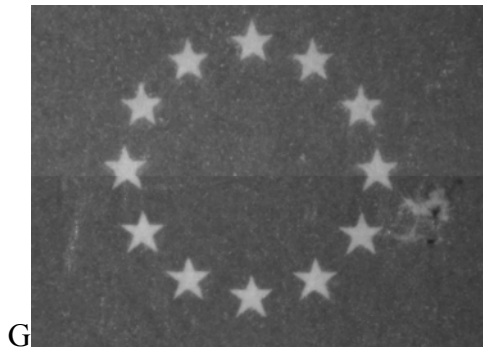
Tabela 10. Kontinuirano nestajanje u ovisnosti o valnim duljinama spektra na detalju zastave krivotvorenih novčanica od 100 eura

	<b>C6</b>	<b>C25</b>	<b>C29</b>	<b>P3</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>
Imitacija bijelog svjetla						
570 nm						
590 nm						
610 nm						
630 nm						
645 nm						
665 nm						
695 nm						
715 nm						
735 nm						
780 nm						
830 nm						
850 nm						
1000 nm						



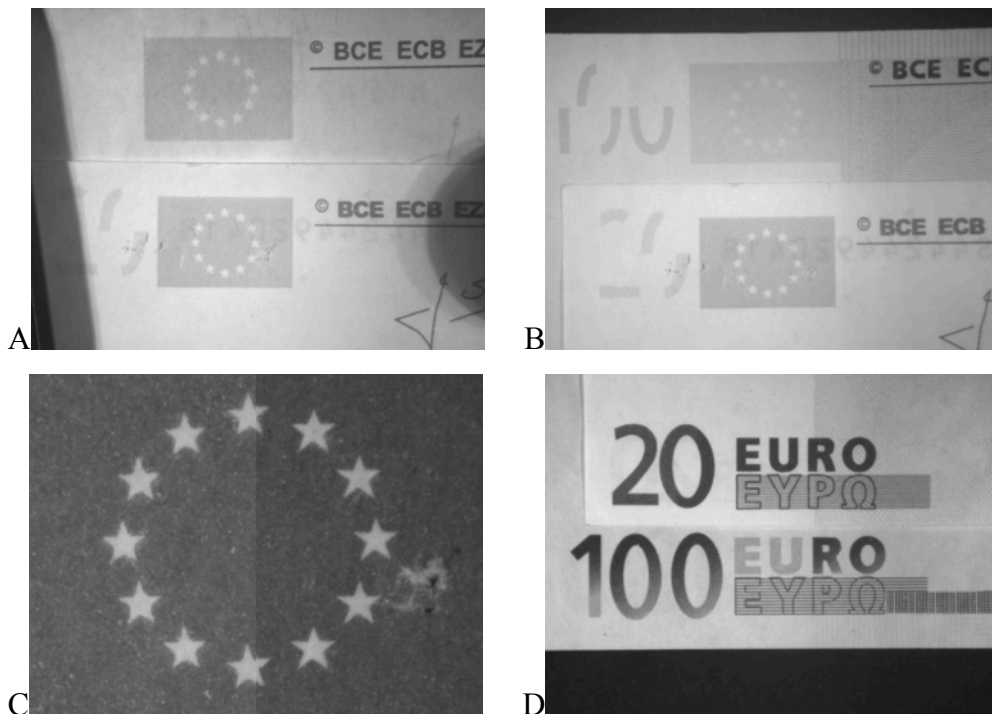
Kada se vrijednosnicama, u ovom slučaju novčanicama, određuje povezanost u svrhu utvrđivanja mjesta izrade, neophodno je detaljno analiziranje svih segmenata. Komparacija detalja pod infracrvenim svjetlom horizontalnom, vertikalnom ili pseudo analizom daje jasne smjernice o povezanosti između krivotvorina različitih nominalnih vrijednosti. Zastave krivotvorina od 100 eura komparirane su sa zastavom krivotvorine od 20 eura indikativa P2. Analiza je provedena pod uvjetima light IR (100%), emission 830, excitation N, iris 4.0, zoom 4,7 (za 100 eura), 5,9 + manual 11 (za 20 eura). Izvršena je horizontalna komparacija. Zastava na krivotvorini od 20 eura P2 skanirana je i „zamrznuta“ na ekranu. Gornji dio slike je mijenjan sukladno uzorcima krivotvorina od 100 eura, dok je donji ostajao isti.





Slika 76 Horizontalna komparacija detalja zastave na krivotvorini od 20 eura P2 (donja slika) i krivotvorinama od 100 eura C6 (A), L0 (B), P3 (C), P12 (D), P15 (E), P16 (F) i P18 (G).

Krivotvorine od 100 eura P3 i P18 pokazale su poklapanje sa uzorkom. Stoga su podvrgnute daljnjem analiziranju. Komparacija pod infracrvenim svjetlom od 830 nm pokazala je podudaranje u gubljenju boja krivotvorina 20 P2 i 100 P18 i na detalju zastave i na detalju oznake valute na latinskom i grčkom, kao i skladnu vertikalnu komparaciju zvijezda na zastavi. Komparacija 20 P2 i 100 P3 već pod infracrvenim svjetlom od 830 nm pokazala je znatno odstupanje. Krivotvorina od 100 eura puno je brže gubila boju nego krivotvorina od 20 eura.



Slika 77 Izlaganje infracrvenom zračenju od 830 nm krivotvorine od 20 eura P2 i krivotvorine od 100 eura P18 (A) i P3 (B). Vertikalna komparacija (C) i detalj oznake valute na krivotvorinama 20 P2 i 100 P18.



Za očekivati je da će se u budućnosti sve više koristiti zaštita infracrvenim bojama. Razvoj tehnike i mehanizacije očit je u izvedbi tiskarskih strojeva za digitalni tisak poput Xeikona. Njima se može tiskati više spot, procesnih, UV ili IR boja tijekom tiska sa savršenim registrom. Postavlja se pitanje otkrivanja načina izrade krivotvorenih ili falsificiranih vrijednosnica. Na koji način je moguće otkriti dvobojnu, trobojnu ili čak četverbojnu liniju? Iako za sada ne postoje višebojni originali vrijednosnica, već su sve spot boje, potrebno je razmišljati i o toj mogućnosti. Kako otkriti npr. da tanka smeđa linija, nije otisnuta smeđom bojom? Nužno je voditi brigu i o uvođenju steganografije na vrijednosnice, što je očigledno u bliskoj budućnosti. Za otkrivanje nestajanja dvostruke slike neophodni su uređaji kakvih danas nema u komercijalnoj prodaji. Znanje je toliko napredovalo, da je sukladno dizajniranju novih zaštitnih elementa potrebno dizajnirati i uređaje za otkrivanje. Uzmimo za primjer novčanice eura. Izdane su 01.01.2002. godine, nakon desetak godina priprema. Tijekom slijedeće godine očekuje se izlazak nove serije, za početak apoena od 50 EUR-a. Izgled novčanice i zaštitni elementi još nisu dostupni za uvid. S obzirom na dugotrajnost i poteškoće pri prilagodbi na novčanice eura, ne očekuju se drastične promjene dizajna. Idealna zaštita bi bila steganografija u IR spektru. U poglavlju 4. naveden je niz zaštita koje bi se mogle upotrijebiti za povećanje sigurnosti.

## 4. UNAPREĐENJE PROJEKTIRANJA ZAŠTITNIH ELEMENATA NA VRIJEDNOSNICAMA

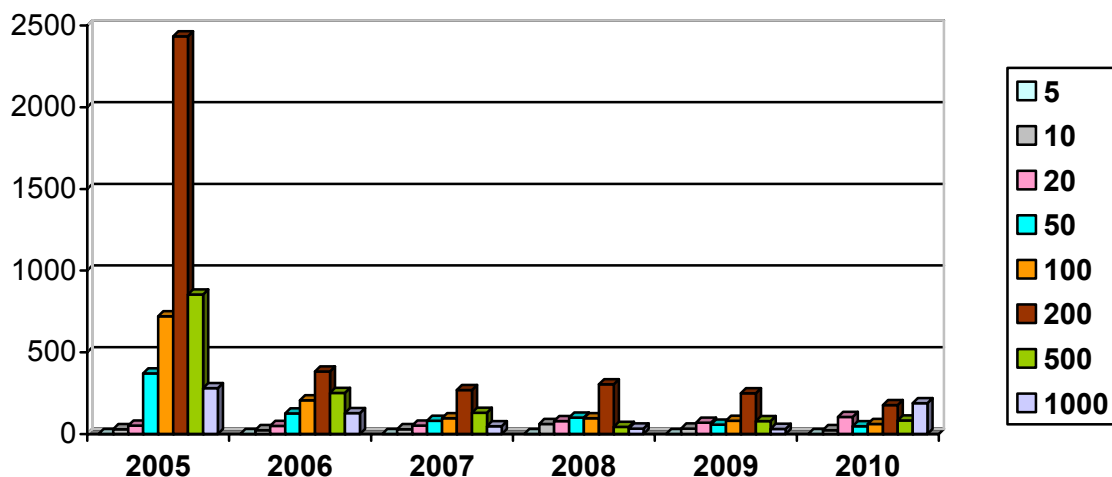
Slijedeća poglavlja sadrže razmatranja poboljšanja zaštitnih elemenata na novčanicama. Prijedlozi su bazirani na unošenju mnogo više modernog znanja, umjesto ponavljanja klasičnih zaštitnih elemenata. Analize koje su proveli stručnjaci Hrvatske narodne banke pri stvaranju prijedloga za izmjenu i dogradnju prve serije novčanica kuna [61-62-63-64, V. Žiljak, Šutej] dokazuju kako je najbolja zaštita dobro osmišljena kombinacija određenog broja konvencionalnih i novih zaštitnih obilježja [123, Hrvatska narodna banka]. U kombinaciji sa neprestanim upoznavanjem javnosti sa zaštitnim elementima novčanica [109, W01; 110, W02], doprinosi smanjenju krivotvorenih novčanica u opticaju. Kao dokaz navedene tvrdnje u prilogu je tablica statističkih podataka krivotvorenih novčanica kuna za posljednjih 5 godina. Podaci su razdijeljeni prema apoenima i godinama, te izraženi u komadima.

Tablica 61. Statistički podaci o krivotvorenim novčanicama u razdoblju od 2005. do 2009. godine, podijeljeni prema nominalnoj vrijednosti. Izvor: Direkcija trezora, Hrvatska narodna banka

GODINA	APOEN								
	1000 (kom)	500 (kom)	200 (kom)	100 (kom)	50 (kom)	20 (kom)	10 (kom)	5 (kom)	UKUPNO (kom)
2005	280	853	2433	721	371	51	29	1	4739
2006	127	251	383	207	126	49	24	0	1167
2007	48	130	269	97	80	51	29	0	704
2008	33	44	305	96	100	78	61	0	717
2009	31	79	249	80	57	68	33	0	597
2010	188	82	176	61	47	104	23	0	681

Iz statistike se daje zaključiti kako se najviše krivotvori novčanica od 200 kuna. To je izravna posljedica količine originalnih novčanica kuna u cirkulaciji. Krajem 2010. godine u opticaju je bio 41 milijun komada originalnih novčanica od 200 kuna, što predstavlja 28% od svih novčanica u opticaju (145,2 milijuna komada). Iako je istaknuta novčanica od 1000 kuna kao najviše krivotvorena, to nije relevantan podatak. Potrebno je uzeti u obzir kako 168 od

188 komada potječe iz istog izvora krivotvorenja, te je zaplijenjeno prije puštanja u opticaj. Uzimajući to u obzir, novčanica od 200 kuna i dalje je najviše krivotvorena.



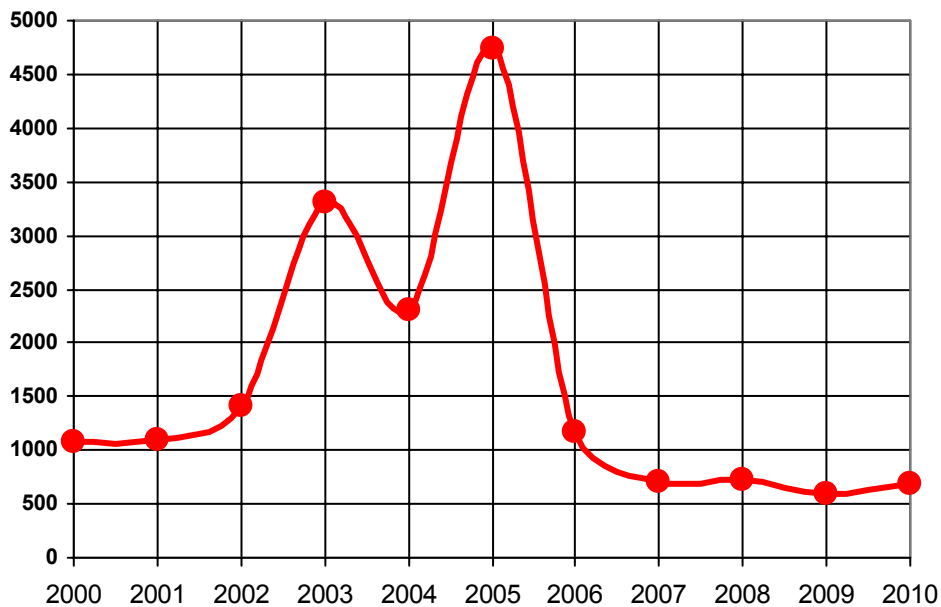
Grafikon 1. Prikaz krivotvorina prema nominalnoj vrijednosti od 2005. do 2010. godine

Ukupnu količinu krivotvorenih novčanica prema godinama potrebno je sagledati u pravim razmjerima. Neophodna je komparacija sa količinom originalnih novčanica u opticaju. U tabeli 12 dane su količine originalnih i krivotvorenih novčanica po godinama, te njihovi omjeri. U 2005. godini registrirano je 4.739 komada krivotvorenih novčanica, ukupne vrijednosti od gotovo 1,3 milijuna kuna. To znači da je na 1,0 milijun komada originalnih novčanica registrirano 26 komada krivotvorenih novčanica. Otkrivanjem mjesta krivotvorenja situacija je smanjena i stabilna ostaje do danas. Za prošlu godinu možemo ustvrditi da je na 1,0 milijun komada originalnih novčanica registrirana tek jedna krivotvorena novčanica.

Tabela 12. Količine originalnih i krivotvorenih novčanica u opticaju

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
BROJ ORIGINALNIH NOVČANICA U OPTICAJU	109,8 milijuna komada	123,9 milijuna komada	135,2 milijuna komada	134,9 milijuna komada	139,3 milijuna komada	145,2 milijuna komada
BROJ KRIVOTVORENIH NOVČANICA U OPTICAJU	4.739	1.167	704	717	597	681
BROJ KRIVOTVORENIH NOVČANICA U ODNOSU NA 1,0 MILIJUN KOMADA ORIGINALNIH NOVČANICA U OPTICAJU	26	3	2	2	2	1

Ako sagledamo situaciju u proteklih deset godina, vidljivo je povećanje krivotvorina u opticaju 2003. i 2005. godine. U 2005. godini više od 70% krivotvorina u opticaju stizalo je iz istog izvora. Prva je 21.03.2005. zaprimljena krivotvorina od 200 kuna. Zahvaljujući izvrsnoj suradnji niza državnih i međunarodnih institucija krivotvoritelj i mjesto krivotvorenja su otkriveni 24.11.2005. u Sv.I.Zelini.



Grafikon 2. Količina (kom) registriranih krivotvorenih novčanica u posljednjih deset godina

Podaci o načinu reprodukcije krivotvorenih novčanica u posljednjih pet godina, dokazuju prevlast digitalnih tehnika tiska nad konvencionalnim tehnikama. Razlozi su u jednostavnosti primjene, brzini i jeftinijim resursima, kao i mogućnost pristupa uređajima koji su sve više prisutni u kućama i uredima. Uzevši u obzir navedene podatke, prijedlozi poboljšanja su bazirani na zaštitnim obilježjima koja je ne moguće kvalitetno skanirati ili kopirati, poput holograma, kinegrama, optički varijabilne boje ili infracrvenih boja [57, V.Žiljak, Pap, pp 20-27].

U poglavlju 3.4. provedene su analize na povijesnim vrijednosnicama u svrhu otkrivanja manjkavosti zaštitnih elemenata. Dokazano je kako su pojedini zaštitni elementi tijekom vremena zbog nedostataka nestajali iz upotrebe. Glavni razlog je bio tehnološki razvoj, kao i postavljanje viših granica unutar zaštite sigurnosnih dokumenata. Za razliku od njih, drugi elementi poput vodenog znaka održali su se do danas uz minimalne izmjene. Neprestan razvoj tehnologije omogućio je lakši protok informacija, pa je zaštitu vrijednosnica

potrebno podići na višu razinu. Zaštita prema nivoima mogla bi se i drugačije rješavati. U ovom su poglavlju predložena projektiranja zaštitnih elemenata kombinacijom već postojećih elemenata, ali i zadiranjem u nova područja.

Eksperimentalnim radom na području papira krivotvorina i tiskarskih boja dokazana je upotreba tehnoloških dostignuća 21. stoljeća za izradu krivotvorina. Kao protuteža neophodno je dizajniranje zaštitnih elemenata 21. stoljeća. Navedeni prijedlozi podijeljeni su na zaštitu koja je ukomponirana u zaštićeni papir i nastaje tijekom njegove izrade, te zaštitu koja je dio procesa tiska u vidljivom i nevidljivom dijelu spektra. Zaštita u nevidljivom dijelu spektra podijeljena je na odzive u ultraljubičastom i infracrvenom dijelu spektra. Posebno su detaljno obrađena rješenja u infracrvenom dijelu spektra, budući da odzivi boja u IR spektru predstavljaju novo područje koje još nije u potpunosti istraženo.

Iako se zaštita bazirana na odzivima IR spektra rapidno razvija, na vrijednosnicama je još uvijek novost. Velika primjena UV boja na krivotvorinama potakla je niz istraživanja zaštitnih elemenata u UV i IR spektru [55, V. Žiljak, Pap et al.; pp 62-69; 105, Koren; 107, I. Žiljak]. Dosad se infracrvena zaštita primjenjivala pomoću ciljane spot boje, pa je pod IR svjetlom odziv bio ograničen samo na jedan ton. Ovdje predstavljena rješenja moguće je ukomponirati u zaštitu više vrsta vrijednosnica jer nisu potrebne dodatne komponente. Moguće je koristiti već postojeće tiskovne forme za offset, intaglio i sitotisk. Predlaže se uvođenje kombinacije infracrvenih boja i steganografije, za otisak dva nezavisna podatka i poboljšanje sigurnosnih svojstava niza zaštitnih elemenata. Steganografija kao umjetnost skrivanja informacija ima mogućnost široke primjene u zaštitnoj grafici ugrađivanjem skrivenih podataka unutar postojećih. Bazira se na ograničenju ljudskog oka i daje informacije koje nije moguće kopirati. Podatak otisnut infracrvenim bojama ne bi utjecao na vizualni izgled novčanica, jer bi skrivena informacija postala vidljiva tek pod određenim valnim duljinama.

Analize u eksperimentalnom dijelu su provedene na krivotvorenim i originalnim novčanicama. Eksperimentalni rad na krivotvorenim novčanicama je dokazao koji se elementi najčešće krivotvore i na koji način, a na originalnim novčanicama smjer razvoja zaštitnih elemenata. Pri izradi originalnih zaštitnih elemenata i njihovoj imitaciji do izražaja dolazi aspekt tehnološkog razvoja. Prvi zaštitni elementi bili su statički (vodeni znak, prozirni registar). Krajem 20. stoljeća dolazi do razvoja dinamičkih zaštitnih elemenata poput



kinegrama, holograma i optički varijabilne boje. Najnovija istraživanja sežu u interaktivne zaštitne elemente za koje ne bi trebali posebni uređaji. Riječ je o utvrđivanju autentičnosti putem temperature ljudskog tijela (termokromne boje) ili dodavanjem energije kada se novčanica protrese. Ide se prema iskorištavanju svih osjeta. Osjet sluha je stimuliran karakterističnom šušavošću zaštićenog papira, kao i reskim zvukom ISARD elementa. Postavlja se pitanje da li je moguće iskoristiti osjet mirisa? Iako se govori o „mirisu novca“ konkretni mirisi još nisu istraženi. Nadalje, istraživanja idu u smjeru korištenja pametnih uređaja koji su postali dio svakodnevnice npr. mobilni telefon, iPod, iPhone ili blackberry.

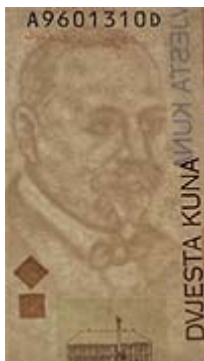
Navedeni primjeri poboljšanja su samo poticaj za projektiranje novih inovacije u svim područjima zaštitnog tiska. Samo konstantna primjena novih znanja i tehnologija pruža dostatnu sigurnost neophodnu u tisku zaštitnih elemenata.

#### 4.1. Unapređenje zaštita ugrađenih u papir

##### *Prijedlog broj 1: Kombinacija vodenog znaka i prozirnog registra*

Prijedlog se sastoji od kombinacije dva zaštitna elementa: višetonskog vodenog znaka i prozirnog registra. Oba zasebno su komplicirana za reprodukciju, te kao kombinacija gotovo onemogućavaju imitaciju. Potrebno je ukomponirati oba elementa, na način da motivi međusobno odgovaraju. Dijelovi prozirnog registra lica i naličja trebaju biti zanimljivo dizajnersko riješeni i tematski ukomponirani u cjelinu novčanice. Oba elementa trebaju imati par poveznica koje će, zbog nedostatka profesionalne tehničke opreme, onemogućavati krivotvorenje.

Međusobnu ukomponiranost potrebno je riješiti i sa tehničke strane. Način izrade ova dva elementa rapidno se razlikuje, što komplicira izradu, ali i krivotvorenje. Vodeni znak nastaje tijekom izrade zaštićenog papira, dok se prozirni registar otiskuje simultanim obostranim offsetom. Dosadašnji eksperimenti na krivotvorinama su dokazali velike probleme pri pokušaju imitacije vodenog znaka tradicionalnim procesom, kao i probleme s registrom pri otiskivanju prozirnog registra. Stoga kombinacija ova dva zaštitna elementa predstavlja vrlo efikasan element zaštite. Kao primjer prikazan je vodeni znak na novčanici od 200 kuna.



Slika 78. Vodeni znak na novčanici od 200 kuna, propusno svjetlo

Leptir mašina na portretu Stjepana Radića mogla bi biti otisnuta poput prozirnog registra. Lijevi i desni dio mašine bio bi otisnut na naličju, a srednji dio na licu novčanice. U propusnom svjetlu jasno bi bilo vidljivo da li se dijelovi mašine savršeno poklapaju, te da li su otisnuti na predviđenom mjestu u odnosu na sam portret.

Ova kombinacija se može primijeniti na sve valute. Na novčanici od 20 britanskih funti osnovni je motiv portret kraljice Elizabete. Gotovo je pravilo da se osnovni motiv ponavlja i kao vodeni znak. U ovom slučaju portreti se razlikuju u tome što je na portretu (vodeni znak) izostavljen nakit. Prijedlog se sastoji upravo od dosljednosti u jednom i drugom vodenom znaku, no nakit (kruna, naušnice i ogrlica) bili bi otisnuti kao prozirni registar.

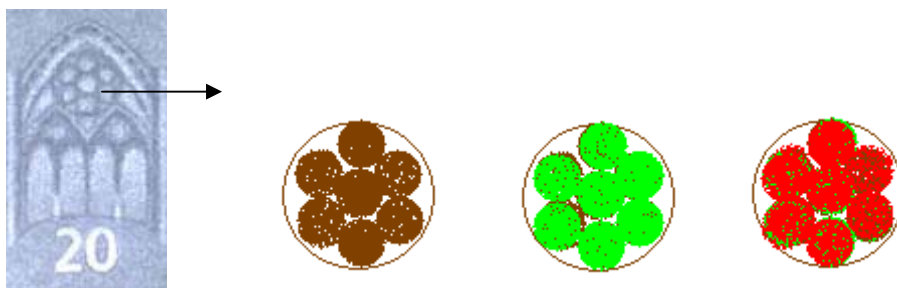


Slika 79 Detalji sa novčanice od 20 britanskih funti. Portret kraljice Elizabete pod propusnim svjetlom i pod imitacijom dnevnog svjetla

Dodatni je prijedlog kombinacija više dijelova prozirnog registra. U današnje se vrijeme prozirni registar sastoji od dva dijela, jedan otisnut na licu, drugi na naličju novčanice. Predlaže se tisak nakita u par segmenata na licu i par segmenata na naličju koji bi se međusobno nadopunjavali u savršenom registru, gledajući kroz novčanicu prema izvoru svjetlosti.

### ***Prijedlog broj 2: kombinacija vodenog znaka i ultraljubičastih boja***

Za primjer je uzet vodeni znak na novčanici od 20 eura. Osnovni motiv predstavlja detalj romaničke arhitekture. Prijedlog je da dio unutar vodenog znaka bude otisnut ultraljubičastim bojama sa različitim odzivom ovisno o valnoj duljini. S tehničke strane ovaj prijedlog ne bi poskupljivao proces proizvodnje jer se ultraljubičaste boje gotovo uvijek nalaze na novčanicama, no dosada nisu kombinirane sa vodenim znakom, niti pozicionirane na tzv. neotisnutom dijelu novčanice. To je dio koji je toniran, no ne i otisnut radi lakše kontrole vodenog znaka.

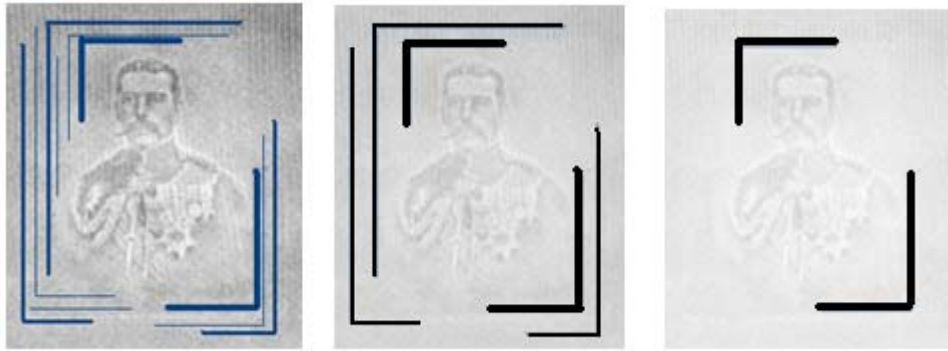


Slika 80 Detalj vodenog znaka na novčanici od 20 eura, propusno svjetlo. Prijedlog promjene boja pod dnevnim svjetlom i ultraljubičastim od 365 i 254 nm.

Predlaže se upotreba UV boje koja je pod dnevnim svijetlim oker, pod UV svjetlom od 365 nm fluorescira zeleno, a pod UV svjetlom od 254 nm fluorescira crveno. Budući da se kontrola razdvajanjem valnih duljina spektra može izvesti samo na profesionalnim uređajima, drugačiji odziv pod različitim valnim duljinama uz kombinaciju vodenog znaka predstavljao bi dobru zaštitu od krivotvorenja.

### ***Prijedlog broj 3: kombinacija vodenog znaka i infracrvenih boja***

Predlaže se uokvirivanje vodenog znaka nizom linija tri različite debljine. Na taj način će se dodatno privući pozornost na poziciju vodenog znaka, što je važno za prvu liniju provjere. Za drugu liniju provjere od jednake su važnosti linije otisnute infracrvenom bojom istog tona, saturacije i svjetline. Pod infracrvenim svjetlom imaju međusobno različit odziv. Najtanji niz linija nestaje pod infracrvenim svjetlom od 830 nm. Pod infracrvenim svjetlom od 1000 nm vidljiv ostaje samo najdeblji niz linija. Razdvajanje infracrvenog spektra za dokazivanje autentičnosti moguće je samo sa profesionalnim uređajima poput docucentra. Time je osigurana vrhunska zaštita, budući da krivotvoritelji ne mogu znati čak niti kako koja linija reagira pod infracrvenim spektrom, a pogotovo ne kako postići taj učinak. Zbog specifične gustoće papira na dijelu gdje se nalazi vodeni znak predlaže se tisak infracrvenih boja tehnikom offseta. To predstavlja novost, budući da je dosad otiskivan intaglio tiskom. Provedene analize dokazale su kako ne postoji nikakav razlog koji bi onemogućavao otiskivanje infracrvenim bojama ostalim tehnikama tiska.



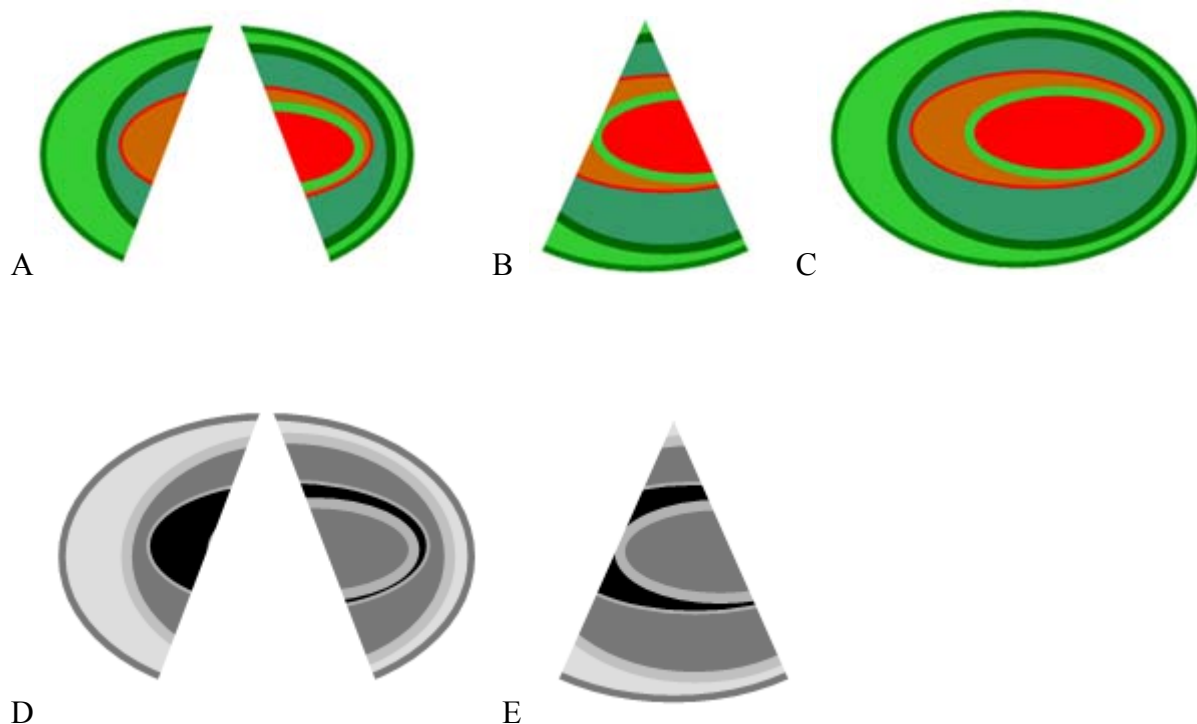
Slika 81. Prijedlog kombiniranja vodenog znaka i infracrvenih boja. Dnevno svjetlo i infracrveno zračenje od 850 i 1000 nm

#### ***Prijedlog broj 4: dva prozirna registra***

U poglavlju 3.7.2. razrađeni su problemi s paserom koji se javljaju pri reprodukciji prozirnog registra. Predlaže se kombinacija dva prozirna registra; npr. jedan u gornjem lijevom uglu, drugi u donjem desnom. Ukoliko bi bili identični, lako bi ih bilo komparirati u cilju utvrđivanja autentičnosti, a teško imitirati.

#### ***Prijedlog broj 5: prozirni registar sa odazivom u IR spektru***

Izradu prozirnog registra na originalnim vrijednosnicama moguće je planirati sa različitim intenzitetima IR odziva pod valnom duljinom od 830 nm. Preporuka je otiskivanje koncentričnih ili eliptičnih krugova sa dva do tri tona boje, različite svjetline. Za očekivati je poteškoće pri reprodukciji navedena zaštitna elementa na krivotvorinama zbog problema sa paserom i primjene različitih tonova boje.



Slika 82. Prijedlog prozirnog registra sa kontroliranim odazivom u IR spektru. Segmenti na licu novčanice (A), segmenti na naličju novčanice (B), bijelo svjetlo. Prozirni registar pod propusnim svjetlom (C) i odziv segmenata na licu (D) i naličju (E) pod IR svjetlom od 850 nm.

### ***Prijedlog broj 6: vodeni znak na otisnutom dijelu novčanice***

Vodeni znak je mnogo teže uočljiv na otisnutom dijelu novčanice. Teško ga je imitirati zbog zahtjeva koji postavljaju vrste tiska korištene za tisak originalnih novčanica. Stoga ovaj prijedlog sadržava dva rješenja: dva niza jednotonskih vodenih znakova i jedan višetonski vodeni znak. Nizovi jednotonskih vodenih znakova otežavali bi reprodukciju krivotvorina zbog posebnog fonta, veličine (mikroslova) i pozicije uz sam rub papira.



Slika 83 Prijedlog jednotonskog vodenog znaka na otisnutom dijelu novčanice

Višetonški vodeni znak prepoznatljiva oblika (npr. kuna zlatica za valutu kuna) nalazio bi se na središnjoj poziciji otisnutog dijela novčanice i dominirao njime osiguravajući autentičnost.



Slika 84 Prijedlog višetonskog vodenog znaka na otisnutom dijelu novčanice

Ovaj prijedlog je posebno zanimljiv u slučaju valute koja se upotrebljava u više država poput eura. Postavlja se pitanje zašto novčanice nisu dizajnirane poput kovanica. Lice kovanica jednako je za sve države, dok je pri dizajnu naličja svakoj državi ostavljena sloboda izbora. Na taj način kovanice svake države imaju vlastita nacionalna obilježja. Vodeni znak na otisnutom dijelu novčanica omogućavao bi vlastita nacionalna obilježja svakoj državi. Sudeći prema količini novčanica eura u cirkulaciji, tablica 1., za proizvodnju zaštićenog papira je potrebno više sita. Upotreba zasebnih sita za izradu papira ne bi dovela do poremećaja cjenovnog sustava. Svih devet tvornica papira koje sudjeluju u izradi zaštićenog papira za euro slijedilo bi iste specifikacije, izuzev višetonskog vodenog znaka na otisnutom dijelu.

Tablica 13 Novčanice eura u cirkulaciji – izvor Europska središnja banka

Table 1: in quantities (millions), outstanding amounts, end of period								
Year	Total	€ 500	€ 200	€ 100	€ 50	€ 20	€ 10	€ 5
2007	12114	453	156	1209	4442	2468	1965	1421
2008	13116	530	170	1381	4912	2618	2030	1476
2009	13643	564	178	1472	5199	2690	2042	1498
2009 Q2	12748	548	172	1392	4801	2497	1912	1425
2009 Q3	12736	550	174	1406	4821	2479	1885	1420
2009 Q4	13643	564	178	1472	5199	2690	2042	1498
Dec. 2010	13643	564	178	1472	5199	2690	2042	1498
Jan. 2010	12899	564	177	1443	4931	2476	1879	1429
Feb. 2010	12860	566	177	1444	4926	2465	1864	1417

Table 2: in value (EUR billions), outstanding amounts, end of period								
Year	Total	€ 500	€ 200	€ 100	€ 50	€ 20	€ 10	€ 5
2007	677	226	31	121	222	49	20	7
2008	763	265	34	138	246	52	20	7
2009	806	282	36	147	260	54	20	7
2009 Q2	764	274	34	139	240	50	19	7
2009 Q3	767	275	35	141	241	50	19	7
2009 Q4	806	282	36	147	260	54	20	7
Dec. 2010	806	282	36	147	260	54	20	7
Jan. 2010	784	282	35	144	247	50	19	7
Feb. 2010	784	283	35	144	246	49	19	7

### **Prijedlog broj 7: mikročip**

Obzirom na zaštitne dijelove koji su potpuno ili djelomično metalni, postavlja se prijedlog ugradnje ultra tankog i visoko otpornog mikročipa u strukturu papira. Autentičnost vrijednosnica mogla bi biti provjerena putem uređaja u svakodnevnoj upotrebi poput mobitela. Čip je već uporabljen za zaštitu određenih vrijednosnica. Možemo ga pronaći u novoj biometričkoj putovnici Republike Hrvatske. Nedovoljno provedena istraživanja nisu omogućila ugradnju čipa u strukturu papira. Putovnica se stoga sastoji od papirnatih listova i jednog PVC lista. Debljine je otprilike 5 milimetara i sadrži čip sa svim podacima o vlasniku putovnice. Na taj je način čip zaštićen od uništavanja, čime bi se ugrozila čitljivost. Slična je situacija sa hologramom i 3D Security Ribon. Proveden je niz istraživanja pozicije optički varijabilnih elemenata, jer ne smiju pucati pri prelamanju novčanice. Budući da novčanicu nitko ne drži u komadu, neophodno je provoditi diskusije odnosa prema vrijednosnicama. Temeljem istoga moguće je postaviti ideju zaštićene podloge za otisak novčanica kombinirajući papir i PVC. Dosadašnja iskustva su dokazala vrhunske karakteristike papira,



ali i polimera za izradu novčanica. Uzimajući u obzir životni tijek novčanica, višestruko presavijanje i eventualno gužvanje, moguće je predvidjeti budućnost novčanica u kombiniranju zaštićene podloge.

#### **4.2. Unapređenje zaštita u vidljivom dijelu spektra**

##### ***Prijedlog broj 1: Minitekst, mikrotekst i nanotekst***

Neprestan razvoj digitalne tehnologije, omogućava sve bolje reprodukcije miniteksta i mikroteksta na novčanicama. Stoga se predlaže otiskivanje miniteksta isključivo u rastriranoj verziji (prijedlog broj 2). Analiza krivotvorina je ukazala na poteškoće reprodukcije elemenata u negativu, te je prijedlog da se mikrotekst otiskuje samo u negativu intaglio tehnikom tiska. Dodatni je prijedlog korištenje nanoteksta u offsetnom i intaglio tisku, te na hologramu.

##### ***Prijedlog broj 2: rastriranje miniteksta***

Projektiranje rastera u zaštićenom tisku je dugo bilo ograničeno procesom tiska i tehničkim mogućnostima strojeva. Digitalne tiskarske tehnike omogućuju dizajniranje individualnih rasterskih elemenata [32,Rudolf,Stanić L et al., pp 1475-1479; 34,Stanić,I.Žiljak,pp 1619-1628; 104,Žiljak-Vujić; 11,Ivančić,Grabar,pp 1917-1922]. Prijedlog je dizajniranje rasterskih elemenata za minitekst. Prikazane su znamenke s različitim rasterskim formama [32,Rudolf,Stanić L et all, pp 1479, picture 6.] i reprodukcija metodom fotokopiranja. Očiti su problemi u reprodukciji, čak i kod ove veličine slova.

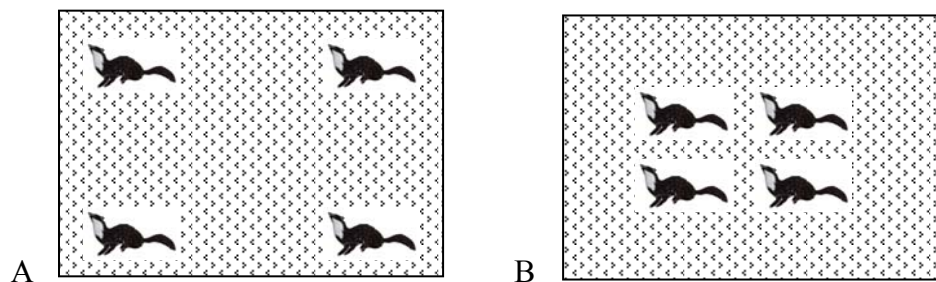


Slika 85 Uvećani prikaz rastriranog miniteksta i njegove fotokopije

Smanjivanjem na veličinu od 0,45 mm rastrirani tekst poprima specifičnu sivu nijansu, koja bez optičkih pomagala izgleda podjednako na cijeloj površini broja. Tako je očitava i skaner, pa je ispisani minitekst sive nijanse bez rastriranih elemenata, čak i kada je uvećan.

### ***Prijedlog broj 3: pozicioniranje zaštitnih elemenata***

Raspačavanje krivotvorina potrebno je spriječiti u samom začetku. To je moguće jedino dobrim poznavanjem provjere zaštitnih elemenata prvog stupnja od strane javnosti. Stoga je potrebno pozicionirati zaštitne elemente na jednostavan i lako pamtljiv način za provjeru. Temeljem dizajna švicarske novčanice predlaže se pozicioniranje na identičnim ili slijednim pozicijama istog elementa (npr. kune zlatice) sa različitim zaštitnim aspektima. Na primjer pozicioniranje na rubovima novčanica ili u samom središtu.



Slika 86 Prijedlog pozicioniranja zaštitnih elemenata. Prijedlog A: kuna zlatica izvedena kao zaštitni element prozirni registar (gore lijevo), hologram (gore desno), optički varijabilna boja (dolje lijevo) i vodeni znak (dolje desno). Prijedlog B: kuna zlatica otisnuta intaglio tiskom (gore lijevo), UV bojom (gore desno), IR bojom (dolje lijevo) i kao latentna slika (dolje desno).

### ***Prijedlog broj 4: hologram sa više zaštitnih elemenata***

Analize holograma pokazale su njihovu neospornu kvalitetu, od kada su 1980. godine prvi put uporabljani na austrijskoj novčanici. Važnost holograma se očituje u prepriki koju predstavljaju za skaniranje i kopiranje. Ne može se reproducirati ili kopirati niti jednom drugom grafičkom tehnikom. Jedinstveni optički efekt uočljiv je golim okom pomicanjem elementa.

Stalni napredak tehnologije i inovativnost krivotvoritelja omogućuju zavaravanje javnosti raznim imitacijama holograma. Potreban je odmak od osnova holografije, tipa promjene slike (motiv - nominalna vrijednost), mikropisma i širenja boja u duginom spektru, promjenom kuta gledanja. Proučavajući manjkavosti, ista je na hologramima uočena u manjkavoj zastupljenosti sigurnosnih elemenata. Prijedlog poboljšanja se sastoji u tvrdnji da treba ugraditi nekoliko različitih patenata u isti hologram.

Predlaže se utvrđivanje autentičnosti na više razina i uz pomoć više nivoa vizualnih sigurnosnih značajki:

- zamjena miniteksta sa mikrotekстом
- zamjena mikroteksta sa nanotekстом
- kombinacija slijedećim elemenata: stupnjeviti efekt preljeva između dviju ili više boja, prelijevajuća boja, latentna slika, skrivena rasterska slika, kinetički efekt, 2D ili 3D animacija
- numeriranje holograma (datum proizvodnje, datum valjanosti ili serijski broj)
- nevidljive boje (UV i IR), optički varijabilne i elektroničke boje sa kontroliranim odazivom
- dotisak pod raznim temperaturama
- kriptogram (prikrivena slika koja se može vidjeti pomoću laserske zrake) ili dinagram (dinamičan kriptogram)
- kodirane nanostrukture, kodirani nanobarkodovi
- flip-flop hologram (iz različitih kuteva gledanja mogu vidjeti dvije različite slike, kada se kut gledanja mijenja slijeva na desno ili pomicanjem gore dolje.
- kombinacija klasične lentikularne tehnologije i e-beam tehnologije (stvaranje slike bez upotrebe lasera)
- više elemenata sa kombiniranom 2D ili 3D animacijom
- stohastički kontrolirana rješenja [33,Rudolf,Stanić Loknar,pp 1947-1952].

Iako je u eksperimentalnom dijelu dokazana ne mogućnost imitacije holograma ili kinegrama identično poput originala, prijetnja još uvijek postoji. Sjaj i pokreti privlače ljudske oči, te time odvlače pozornost od ostalog dijela krivotvorene novčanice. Takvo zavaravanje je moguće u javnosti, ukoliko hologram ili kinegram nisu jednostavni za prepoznavanje. Prijedlog kombinacije više zaštitnih elemenata omogućuje utvrđivanje autentičnosti na više nivoa. Budući da svi elementi već postoje, čak se i nalaze na vrijednosnicama, njihova primjena ne bi bitno poskupljivala proizvodnju. Potrebno je samo uložiti u nove patente.

### ***Prijedlog broj 5: isti ton zaštićenog papira svih apoen***

Zaštićeni papir originalnih novčanica toniran je u nekoliko boja. Analiza krivotvorenih novčanica je dokazala najviše problema pri reprodukciji sivih tonova. Stoga se predlaže toniranje zaštićenog papira svih apoen u sivim tonovima.

Dodatna zaštita u ovom aspektu moguća je sakrivanjem informacija u IR spektru putem dvostruke separacije. To je moguće novom varijantom u tisku novčanica. Ideja je ostvariva pri otiskivanju novčanica jednim tonom, ali sa više spot boja.

### ***Prijedlog broj 6: optički varijabilna boja jačeg kontrasta***

Analiza zaštitnog elementa OVI pokazala je probleme sa kojima se suočava javnost pri provjeri. Stoga se predlažu promjene boje prije i nakon zakretanja novčanice u kontrasnije, u cilju neupitnog i jednostavnijeg dokazivanja autentičnosti. Kao primjer prikazan je apoen 50 koji mijenja boju iz crvene u zelenu, iz žute u plavu i iz ljubičaste u plavu.

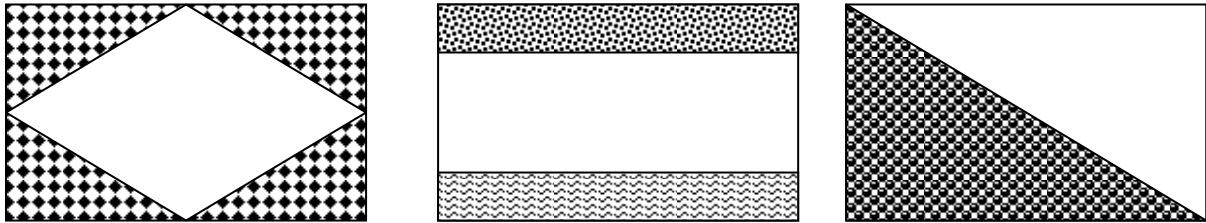


Slika 87. Prijedlog optički varijabilne boje

### ***Prijedlog broj 7: razrada taktilnih elemenata***

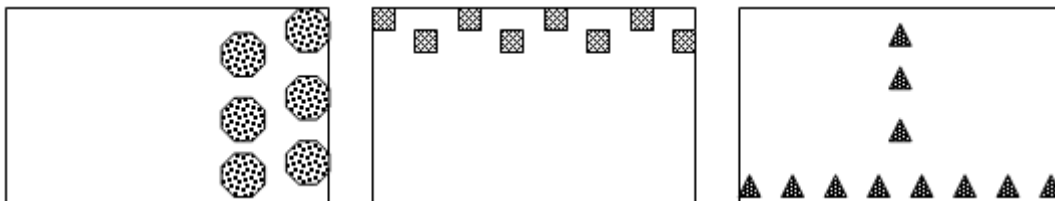
Ovaj je prijedlog baziran na analizi zaštitnih elemenata za slijepu i slabovidnu osobu na svjetskim novčanicama, te otisaka intaglio tiskom na licu novčanica. Analiza je dokazala poteškoće u slučaju izrade sličnih taktilnih elemenata na različitim apoenima (novčanice drama iz Armenije), kao i nesnalaženje u slučaju niza taktilnih oznaka (čak deset novčanica rublja iz Bjelorusije ima slične taktilne oznake). Najoptimalnijima su ocjenjeni jednostavni geometrijski oblici (novčanice zlota iz Poljske).

Predlaže se različita struktura taktilnih elemenata u vidu hrapavosti na licu novčanica. Različita struktura i različito pozicioniranje omogućavalo bi razlikovanje nominalnih vrijednosti.



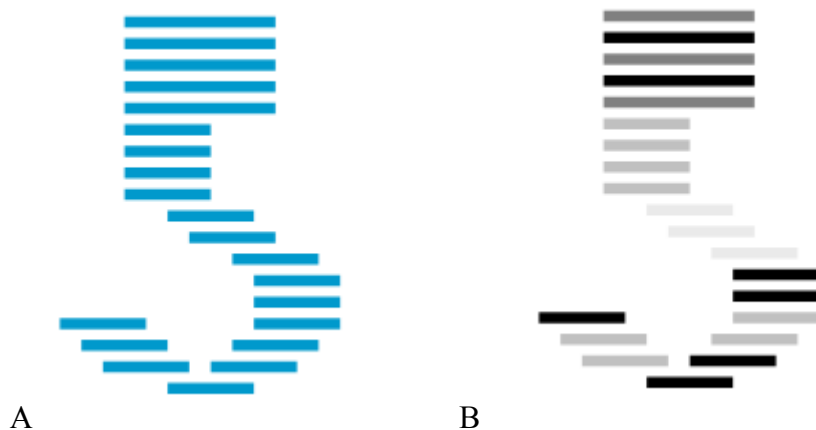
Slika 88. Prijedlog pozicioniranja hrapavosti na licu novčanica

Dodatno raspoznavanje pružali bi taktilni elementi izrađeni intaglio tiskom specifičnog razmještaja, grupiranja i veličine i oblika elemenata.



Slika 89. Prijedlog grupiranja taktilnih elemenata na novčanicama

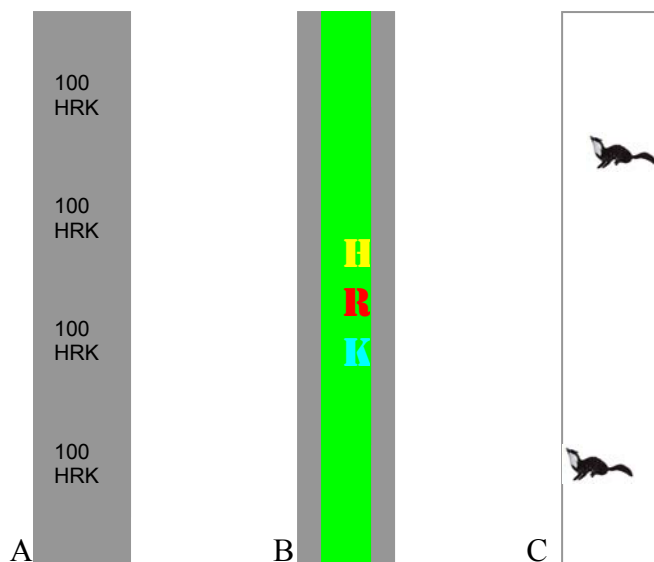
Temeljeno na zaštitnom elementu ISARD postavlja se prijedlog pozicioniranja niza linija otisnutih intaglio tiskom na licu novčanica. Linije bi tvorile oznaku nominalne vrijednosti koja bi dominirala središtem novčanice. Dodatna bi sigurnost bila omogućena kombinacijom sa IR bojama. Pod infracrvenim svjetlom linije bi imale različite odazive.



Slika 90. Prijedlog nominalne vrijednosti otisnute intaglio tiskom (A) i njen odaziv pod IR svjetlom (B).

### ***Prijedlog broj 9: zaštitna nit***

Na svjetskim novčanicama zaštitna je nit projektirana na niz načina u odnosu na vidljivost na površini papira, fluorescenciju pod UV svjetlom i mikropismo. Dosadašnji projekti nisu uključivali infracrvenu zaštitu. Predlaže se kombinirani istovjetan odaziv u nekoliko dijelova spektra.



Slika 91. Prijedlog zaštitne niti pod propusnim (A), UV (B) i IR svjetlom (C)

### ***Prijedlog broj 10: Kontinuiran prijelaz boje kombiniran sa IR efektom***

Kontinuiran prijelaz jedne boje u drugu na istoj liniji omogućava upotrebu boja sa različitim svojstvima. Prijedlog je otiskivanje linija iste boje pod vidljivim svjetlom, a različitih odziva pod infracrvenim svjetlom.

Primjer odaziva niza od tri linije pod 830 nm:

- prva linija : obje boje imaju isti odaziv pod IR svjetlom
- druga linija: prva boja ima odaziv pod IR svjetlom
- treća linija: druga boja ima odaziv pod IR svjetlom

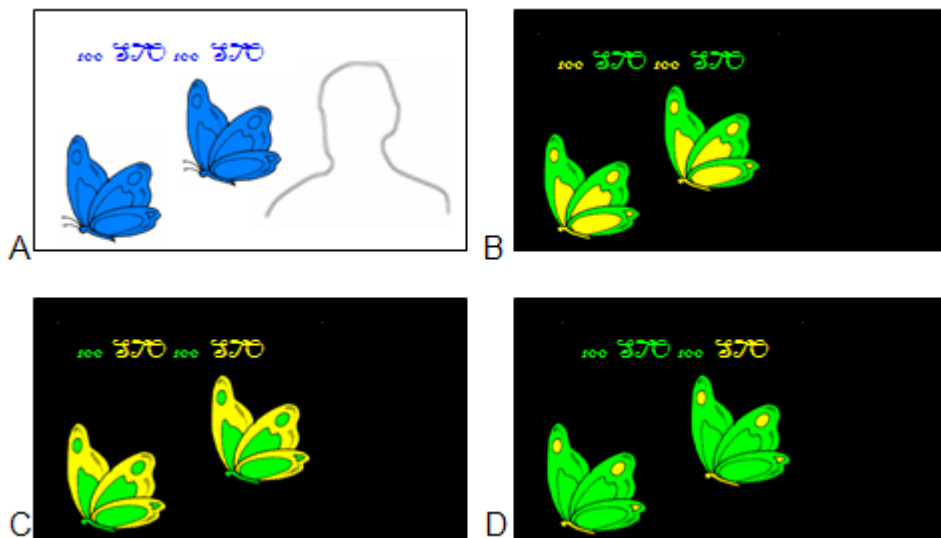


Slika 92 Kontinuirani prijelaz boje na vidljivom svjetlu (A) i pod IR svjetlom od 830 nm (B).

### 4.3. Unapređenje zaštita u nevidljivom dijelu spektra

#### *Prijedlog broj 1: višebojni odaziv u UV spektru*

Ultraljubičasta bojila se najčešće otiskuju offsetom, iako je moguća priprema bojila za sve vrste tiska. Prijedlog prikazuje sliku i tekst koji pod dnevnim svjetlom (400-700 nm) odaju isti ton plave boje. Pod ultraljubičastim svjetlom intenzivno fluoresciraju u dvije boje, fluorescentno žutoj i fluorescentno zelenoj. Ovisno o osvjetljavanju slike kratkovalnim, srednjevalnim ili dugovalnim ultraljubičastim zrakama mijenja se odaziv. Predlaže se promjena na tekstu koji se sastoji od mikroslova i krasopisa, zbog poteškoća sa registrom pri imitaciji UV boja. Različita fluorescencija pod dugovalnim i kratkovalnim UV svjetlom nije novost (mađarska novčanica od 20 000 forinti). Novost u ovom prijedlogu je različita fluorescencija u tri područja: 365 nm, 313 nm i 254 nm. To je moguće postići otiskivanjem pomoću UV boja posebnih sastava i strukture, ciljano izrađenim za fluorescenciju u određenim dijelovima spektra.

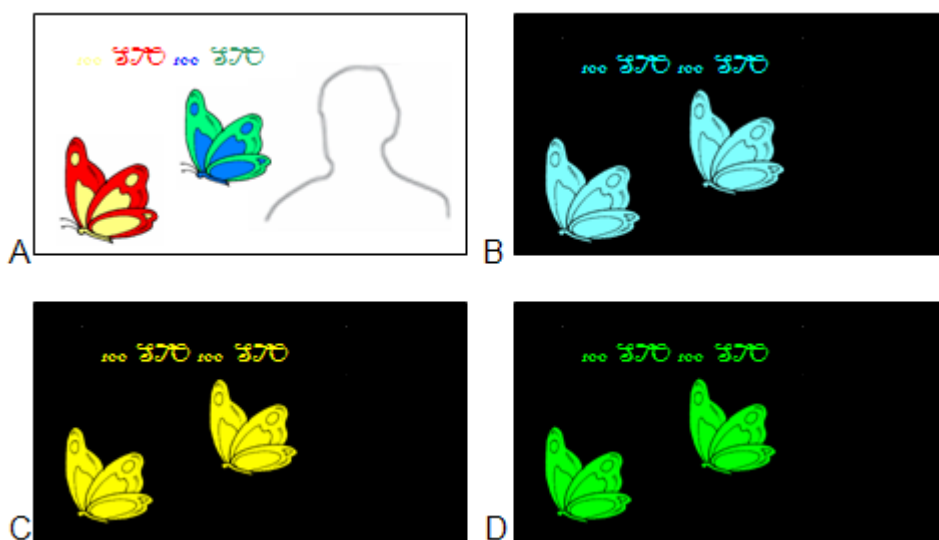


Slika 93 Prijedlog broj 1. Imitacija dnevnog svjetla (A), ultraljubičasto svjetlo od 365 nm (B), 313 nm (C) i 254 nm (D).



### ***Prijedlog broj 2: jednobojni odaziv u UV spektru sa taktilnim efektom***

Prijedlog broj 2 predstavlja suprotnu situaciju. Četiri boje jasne razlike u tonu, saturaciji i svjetlini, vidljive su na dnevnom svjetlu. Pod ultraljubičastim svjetlom fluoresciraju u jednoj boji. Projektirane su za intaglio tisak, čime taj element dobiva i efekt reljefnosti. Pod UV svjetlom od 365 nm fluoresciraju plavo, pod UV svjetlom od 313 nm fluoresciraju žuto, a pod UV svjetlom od 254 nm fluoresciraju zeleno. Novost u ovom i prethodnom prijedlogu je promjena boje u ovisnosti o valnoj duljini UV zračenja.



Slika 94. Prijedlog broj 2. Imitacija dnevnog svjetla (A), ultraljubičasto svjetlo od 365 nm (B), 313 nm (C) i 254 nm (D).

### ***Prijedlog broj 3: grupiranje zaštitnih vlakana***

Predlaže se kombinacija zaštitnih vlakana u papiru i tisak bojom nevidljivom na dnevnom svjetlu. Zaštitna vlakana su nasumično raspoređena unutar zaštićenog papira, pa bi na određenom dijelu papira bila udvostručena. Predlaže se dotisak offsetom koji bi u kombinaciji s zaštitnim vlakancima pod ultraljubičastim svjetlom od 365 nm stvarao privid određenog motiva. Npr. kod novčanica kuna to bi moglo biti slovo H.

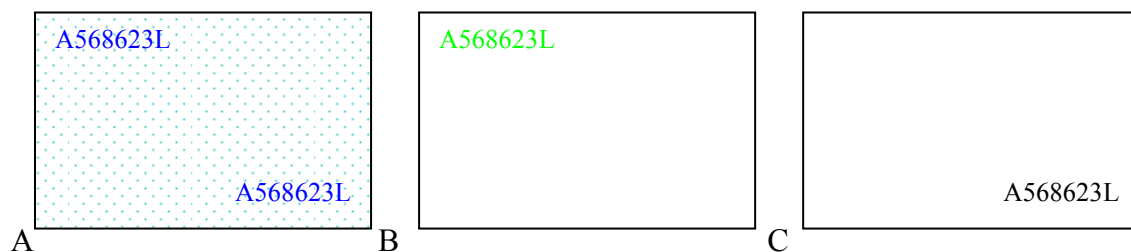
Grupiranje zaštitnih vlakana moglo bi biti podijeljeno i na kombinaciju vidljivih i nevidljivih zaštitnih vlakana. Sa lijeve strane zaštitnog papira nasumično bi bila razdijeljena unutar papira zaštitna vlakana vidljiva na dnevnom svjetlu, a nevidljiva pod UV svjetlom od

365 nm (kao kod dolara). Sa desne strane zaštitnog papira nasumično bi bila razdijeljena unutar papira zaštitna vlakanca nevidljiva na dnevnom svjetlu, dok bi UV svjetlom od 365 nm fluorescirala u više boja (kao kod kuna).

***Prijedlog broj 4: serijski broj s kombiniranim odazivom u nevidljivom dijelu spektra***

Prijedlog je kombinirani odziv, koji može biti riješen na nekoliko načina. Obzirom na odvojene numeratore u knjigotisku, boje otisnute za prvi serijski broj mogu imati odziv pod ultraljubičastim spektrom od 365 nm, a boje za drugi serijski broj odziv u infracrvenom spektru od 830 nm. Pod dnevnim svjetlom boje oba serijska broja izgledale bi identično.

Složenije rješenje predstavlja otiskivanje oba serijska broja bojom koja ima ciljani odziv i pod ultraljubičastim i pod infracrvenim svjetlom. Prijedlog odaziva za prvi serijski broj je 365 nm i 830 nm, a za drugi serijski broj 254 nm i 1000 nm.



Slika 95. Prijedlog serijskog broja s kombiniranim odazivom u nevidljivom dijelu spektra. Dnevno svjetlo (A), ultraljubičasto svjetlo (B) i infracrveno svjetlo (C).

#### 4.4. Uvođenje steganografije u zaštitu vrijednosnica

Steganografija predstavlja novost u zaštiti vrijednosnica. Primjena omogućuje budućnost zaštitnim elementima jednostavnima za prepoznavanje i utvrđivanje autentičnosti novčanica [14, Koren, Žiljak Stanimirović et al., pp 1897-1902]. Prijedlozi navedeni u ovom dijelu predstavljaju nadogradnju na istraživanja razvoja steganografije u tipografiji sa stohastičkom raspodjelom infracrvenih boja [105, Koren; 22, Pap, I. Žiljak, pp 395-410] u kombinaciji sa patentom naziva INFRAREDIZAJN [43, I. Žiljak, Pap et al., pp 219-225 ; 52, V. Žiljak, I. Žiljak et al.]. Prijedlozi sadrže reprodukciju dvostruke slike. Dva nezavisna podatka, sa dvije nezavisne informacije se istovremeno otiskuju. Prvi podatak je vidljiv pod dnevnim svjetlom, a drugi pod infracrvenim zračenjem određenih valnih duljina [21, Pap, I. Žiljak et al., pp 010502 1-9]. Značaj ovih prijedloga je stvaranje informacije u potpunosti zaštićene od kopiranja ili reproduciranja.

Razmatranja korištenja infracrvenih boja u zaštićenom tisku dovela su do zaključka o siromašnoj upotrebi IR svojstva. IR otisak je u samo jednoj, ciljanoj spot boji: tamno sivoj, tamno smeđoj ili zelenoj. Otiskuje se zasebno, prije ili nakon otiskivanja vidljivim bojama. Ograničenje na samo jedan IR ton uvjetuje poseban tiskarski agregat za svaku spot boju [53, V. Žiljak, Pap et al, pp 1-9]. Istraživanja tog područja još traju, sve je relativno novo. Ono što je moguće ustvrditi je da ne postoji razlog da se IR boje nanose samo intaglio tiskom. IR boje ničim ne remete cjenovni sustav ili odziv u vidljivom dijelu spektra. Stoga se predlaže otiskivanje infracrvenih boja u više tehnika tiska zbog specifičnih karakteristika, npr. kod offseta super paser.

Na današnjim vrijednosnicama linijatura je riješena otiskivanjem ciljanom, unaprijed miješanom bojom. Ne treba se zavaravati da današnji strojevi ne mogu reproducirati višebojnost. Super paser daje mogućnost tiskanja više boja u cilju dobivanja određenog tona. Možemo otisnuti tanku narančastu liniju, a da uopće ne koristimo narančastu boju. Prijedlog je korištenje CMYK skale za programiranje tona boja sa kontroliranim ponašanjem pod dnevnim, UV i IR svjetlom [44, Žiljak I, Pap et al, pp14-15]. Takav način otiskivanja još nije proveden na vrijednosnicama. Ciljano se koriste posebne mješavine spot boja, unaprijed pripremljene. Proučavajući grafičku pripremu procesnih i spot boja, metode separacije i odazive pod određenim dijelovima spektra, proveden je zaključak kako digitalni tisak može

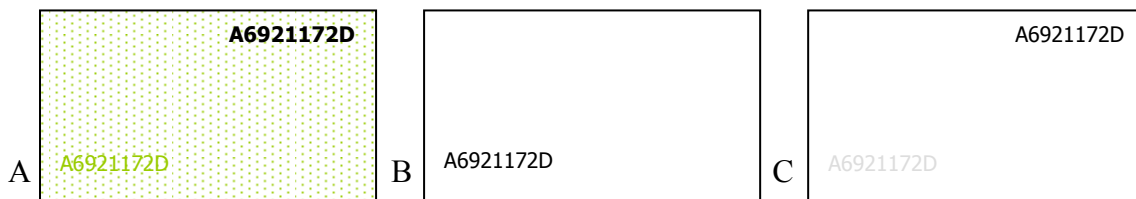
ponuditi vrhunska rješenja za tisak vrijednosnica. Osnova je programirano miješanje boja, višeslojni nanos tonera i kontrolirana separacija boja za tisak [44, Žiljak I, Pap et al., pp 10-19]. Sva skeniranja su RGB (očni) sustav i iz toga prelaze u materijalne boje, bez obzira da li se radi o CMY bojama ili bojama za offset. Svojstvo skanera moguće je zavarati CMYK bojama digitalnog tiska. RGB boje vidljive na dnevnom svjetlu možemo zamijeniti CMY bojama ili CMYK bojama. Dodatak karbon crne smanjuje udio CMY. U slučaju smanjenja udjela CMY i velikog postotka karbon crne, skaneri imaju velike probleme pri provođenju separacije u RGB sustav. Rezultat je neprepoznatljiv finalni proizvod.

U budućnosti će se sve više koristiti zaštita u UV i IR području. Razvoj digitalnih tiskarskih strojeva već je omogućio povezivanje sa taktilnom zaštitom programiranim nanosom tonera i simultanim obostranim tiskom [29, Poldrugač, Šop,]. Potrebno je odrediti unapređenje metoda otkrivanja razradom elaborata s uputama o otkrivanju. Postoji niz podataka koje iz sigurnosnih razloga nigdje nisu objavljene, poput kodnog sastava SC oznaka. Podaci o odzivu boja pod IR svjetlom spadaju u podatke koji ostaju u domeni same tiskare. Upute o prepoznavanju IR efekta objavljene su samo u internim uputama forenzičkih laboratorija središnjih banaka [125, Oesterreichische Nationalbank]. Postavlja se pitanje prepoznavanja IR efekta od strane financijskih djelatnika. Da li je dovoljno znati da treba doći do promjene između slike vidljive pod dnevnim svjetlom i slike prikazane pod IR svjetlom? Proveden eksperimentalni rad dokazao je suprotno. Svojstva boja na krivotvorenim novčanicama uvjetuju različite odazive pod IR spektrom. Znanje o odzivu originalnih novčanica neophodno je za utvrđivanje autentičnosti pod IR svjetlom. Unapređenje metoda otkrivanja bi moglo ići i u smjeru poboljšanja uređaja za kontrolu autentičnosti. Moguća su dva načina poboljšanja. Prvo, uvođenje uređaja sa fiksnim filtrima. Preporučuje se znatno manji broj filtra nego na profesionalnim uređajima poput docucentra. Dovoljna bi bila tri filtra: 715 nm, 830 nm i 1000 nm. Takva oprema bi pokrivala i otkrivanje dvostruke slike. Druga je mogućnost izrada uređaja za utvrđivanje autentičnosti od strane samih tiskara novčanica, kako ne bi bilo potrebe razotkrivanja podataka o odzivu boja pod IR svjetlom. Odabirom nominalne vrijednosti i apena na uređaju, prikazala bi se slika originalne novčanice pod IR svjetlom određene valne duljine (830 nm). Preporuka je konstruiranje uređaja za kontrolu novčanica pod dnevnim, propusnim, kosim, ultraljubičastim i infracrvenim svjetlom. Utvrđivanje autentičnosti bilo bi omogućeno izravnom komparacijom prikazane slike i sumnjive novčanice.

U praksi se specijalizirani uređaji projektiraju gotovo istovremeno sa patentima. Sam dizajn patenta započinje pitanjem otkrivanja. Čemu projektirati zaštitni element koji ne može biti provjeren? [20,Pap,Plehati et all, pp 1857-1862]

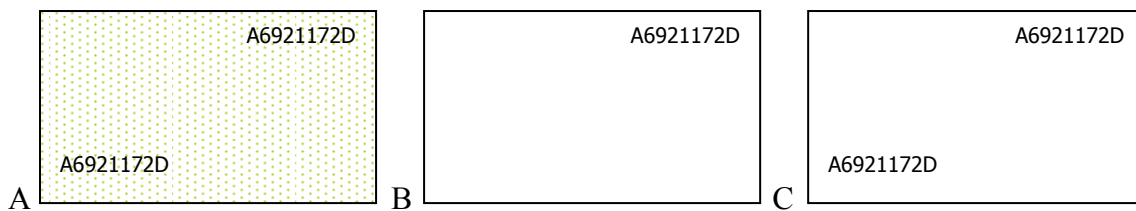
### **Prijedlog broj 1: skrivena numeracija**

Predlaže se otiskivanje serijskih brojeva sa bojama za knjigotisak različitog odziva pod IR svjetlom. Prijedlog je moguće izvesti s tehničke strane jer na stroju za knjigotisak postoje dva odvojena numeratora. Predlaže se otiskivanje donjeg serijskog broja infracrvenim bojama koje su na dnevnom svjetlu izrazito svjetla tona, a pod IR svjetlom daju jasni tamni prikaz. Pretpostavka je da će imitacije biti reproducirane sa malim ili nikakvim udjelom karbon crne, što će onemogućiti prikaz serijskog broja pod IR svjetlom. Gornji serijski broj bi bio otisnut podebljano, na dnevnom svjetlu vidljiv kao crna boja. Pod IR svjetlom od 830 nm ne bi imao odaziv. Očekivani su problemi reprodukcije, zbog imitacije karbon crnom ili sa visokim udjelom karbon crne. Takva reprodukcija bi pod IR svjetlom od 830 nm pokazivala jasan odaziv.



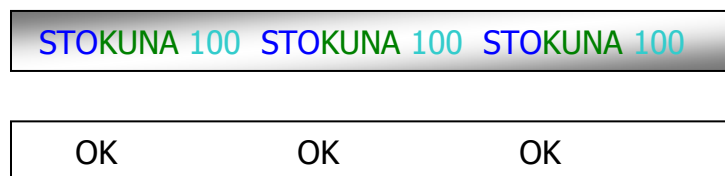
Slika 96. Prijedlog skrivene numeracije pod vidljivim svjetlom (A), IR svjetlom od 830 nm (B) i očekivana imitacija (C)

Druga je mogućnost otiskivanje serijskih brojeva bojama za knjigotisak koje će imati isti odaziv pod vidljivim svjetlom, a različit pod IR spektrom. Pretpostavka je imitacija oba serijska broja na isti način, što će utjecati na odaziv pod IR svjetlom. Za razliku od originalnih novčanica, odaziv će pod IR svjetlom za oba serijska broja biti isti.



Slika 97. Prijedlog skrivene numeracije pod vidljivim svjetlom (A), IR svjetlom od 830 nm (B) i očekivana imitacija (C)

Projektiranje u kombinaciji sa IR svojstvima pruža bezbroj mogućnosti. Može biti iskorišteno na bilo kojem dijelu novčanice i kombinirano sa svim zaštitnim elementima. Uzmimo za primjer mikroslova : tekst „STOKUNA“ može se otisnuti ciljanim bojama koje se parcijalno odazivaju pod infracrvenim svjetlom. Za otisak slova „S T U N A“ je korištena boja koja nema odaziv pod IR spektrom od 830 nm. Pod infracrvenim svjetlom ostaju vidljiva samo slova „O K“ otisnuta bojom vidljivom tek pod valnom duljinom od 830 nm, čime se neupitno utvrđuje autentičnost.



Slika 98. Prijedlog parcijalnog odaziva teksta

### ***Prijedlog broj 2: skrivena informacija kao nezavisan podatak***

Predlaže se upotreba tiskarskih boja CMYKIR u cilju stvaranja dvije nezavisne slike. Ideja je omogućena metodom INFRAREDESIGN [56, Žiljak V., Pap, pp 169-174]. Dvostruki otisak sa različitim odzivom ne moguće je skanirati ili fotokopirati. Ako za primjer uzmemo novčanicu od 500 kuna, mogućnost bi bila slijedeća. Na licu novčanice portret Marka Marulića i podlogu moguće je otisnuti bojama koje nemaju odziv pod infracrvenim svjetlom. Na istom otisku, može se otisnuti programirana IR grafika tlocrta Dubrovnika. Budući da je otisnuta bojom vidljivim pod infracrvenim svjetlom, počinje sa odzivom tek pod valnom duljinom od 750 nm. Pod valnom duljinom od 830 nm skrivena grafika je jasno

vidljiva sa svim detaljima, dok je grafika vidljiva na dnevnom svjetlu u potpunosti nestala [48, Žiljak Stanimirović, Rajendrakumar et al, pp 1863-1868].

Moguće je postaviti ideju grafike vidljive na dnevnom svijetlu, identične za sve apoene novčanica. Pod infracrvenim svjetlom navedena grafika bi nestala, a pojavila bi se skrivena informacija, različita za svaki apoen.

Infracrvena zaštita kombinirana sa steganografijom predstavlja vrlo dobru zaštitu. Posebna je važnost u potpunom uništavanju infracrvene informacije prijelazom u suprotnom smjeru reprodukcije, od CMYK prema RGB sustavu. Većina krivotvorina je reproducirana RGB skaniranjem, čime se dvostruka infracrvena separacija pokazuje idealnom zaštitom na budućim izdanjima vrijednosnica.

### ***Prijedlog broj 3: dvostruka skrivena informacija kao nezavisan podatak***

Predlaže se upotreba tiskarskih boja CMYKIR u cilju stvaranja tri nezavisne slike. Boje uporabljene za prvu sliku vidljive su na bijelom svjetlu, a postupno nestaju pod infracrvenim svjetlom od 570 do 850 nm. Boje uporabljene za drugu sliku nisu vidljive pod dnevnim svjetlom, a odaziv imaju pod ultraljubičastim svjetlom od 750 do 850 nm. Boje uporabljene za treću sliku nisu vidljive pod dnevnim svjetlom, a pod IR svjetlom imaju odaziv do 1000 nm. Procesnim CMYK bojama moguće je kontrolirati intenzitet vidljivosti u IR svjetlu.

### ***Prijedlog broj 4: steganografija pleterne ornamentike i apstraktne šarene podloge***

Provedene ankete su dokazale potrebu za zaštitnim elementima koji bi se jednostavnije i brže provjeravali. Korištenje metoda steganografije idealno je za brzo i pouzdano dokazivanje autentičnosti. Razrađena su dva primjera.

Najčešći motiv na vrijednosnicama je pleter. Pleterna ornamentika na vrijednosnica seže daleko u hrvatsku prošlost. Ideja je otiskivanje pletera sa skrivenom informacijom. Kontinuirana promjena IR informacije pronašla je put u zaštiti mnogih proizvoda, no još nije primijenjena za zaštitu novčanicama. Informaciju je moguće sakriti na bilo kojem dijelu

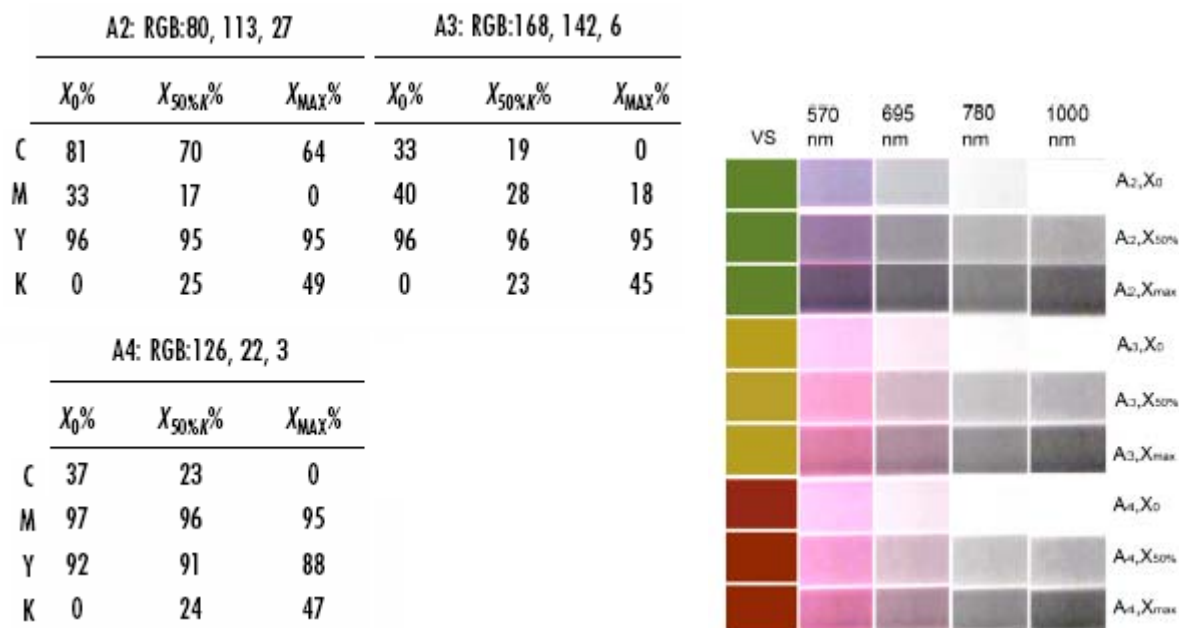
proizvoda. Radi bolje zaštite informacija se najčešće pozicionira ispod grafika tipičnih za pojedini proizvod, koje se ponavljaju više puta. Kod vrijednosnica tipa osobnih dokumenata to je najčešće vinjeta ili pleter [22, Pap, I. Žiljak et al., pp 395-410]. Obzirom na konvencionalne procedure, tisak i materijale koji su potrebni, to ne bi poskupljivalo proces, a davalo bi dodatnu sigurnost.

Radi se o dvostrukom svojstvu boja. Boje uporabljene za prvu sliku vidljive su na bijelom svjetlu, a postupno nestaju pod infracrvenim svjetlom od 570 do 850 nm. Boje uporabljene za drugu sliku nisu vidljive pod dnevnim svjetlom, a odaziv imaju pod ultraljubičastim svjetlom od 750 do 850 nm. Skrivena informacija može biti tekst, slika ili bilo koja druga grafička informacija. Predlaže se tekstualna informacija, pomoću koje je moguće nesumnjivo utvrditi autentičnost.

#### ***Prijedlog broj 5: nominalna vrijednost kombiniranih odaziva pod IR svjetlom***

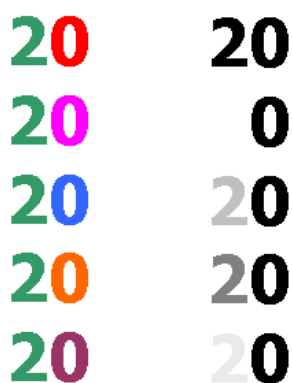
Iskorišteno je svojstvo što svaka boja, ovisno o materijalu i sastavu, daje drugačije informacije pod UV i IR svjetlom. Boje identične na vidljivu spektru, pokazivat će različite odazive ovisno o količini karbon crne [21, Pap, Žiljak et al., pp 010502;1-9]. Na slici br. 77 dati su primjeri zelenog, smeđeg i crvenog ton identičnog pod vidljivim svjetlom. Svaki je ton određen sa 0% , 50% i 100 % karbon crne. Prikazane su razlike u odazivu pod valnim duljinama od 570 nm, 695 nm, 780 nm i 1000 nm. Ova svojstva boja temelj su prijedloga broj 5.





Slika 99. Skanirane boje A2, A3 i A4 u ovisnosti o valnim duljinama, otisnute Xeikon digitalnim tiskarskim strojem (izvor: 21, Pap, Žiljak, *et al.*, pp 010502-4, slika 4-dio i tabela 1-dio)

Prijedlog je otiskivanje nekoliko sljedova iste nominalnih vrijednosti sa dvije ili više znamenaka, kombinirajući odazive u vidljivom i infracrvenom dijelu spektra. Prva znamenka na vidljivu svjetlu ima isti ton, a pod infracrvenim svjetlom različite odazive. Druga znamenka na vidljivu svjetlu ima različite tonove, a pod infracrvenim svjetlom isti odaziv. Ovaj zaštitni element lako bi se ukomponirao u dizajn novčanica, jednostavno bi se mogao primijeniti, a predstavljao bi vrhunsku prepreku za reprodukciju krivotvorina.



Slika 100. Nominalna vrijednost kombiniranih odaziva pod IR svjetlom. Vidljivo svjetlo (A) i IR svjetlo (B).

#### **4.5. Eksperimentalni rad na području projektiranja zaštitnih elemenata na vrijednosnicama**

Eksperimentalni rad proveden je u svrhu unapređenja metode otkrivanja krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica. Projektiranje zaštitnih elemenata započinje idejom otkrivanja. Ukoliko ne postoje mogućnosti i instrumenti za utvrđivanje autentičnosti zaštitnog elementa, projekt nije podoban za osiguranje vrijednosnica. Eksperimenti su dokazali originalnost i izvrsnost kombinacije steganografije, stohastike i infracrvenog kontroliranog efekta [45, Žiljak I., Žiljak-Vujić et al, pp 24-31]. Provedeni projekti nesumnjivo unapređuju metode otkrivanja krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica jednostavnošću utvrđivanja autentičnosti i potpunim uništavanjem informacije RGB skeniranjem.

Prijedlozi navedeni u ovom dijelu predstavljaju nadogradnju na istraživanja razvoja steganografije u tipografiji sa stohastičkom raspodjelom infracrvenih boja [105, Koren; 22, Pap, I. Žiljak, pp 395-410] u kombinaciji sa patentom naziva INFRAREDIZAJN [43, I. Žiljak, Pap et al, pp 219-225; 52, V. Žiljak, I. Žiljak et al]. Projekti zaštitne grafike otisnuti su u zagrebačkoj tvrtki „FotoSoft“ na stroju za digitalni tisak Xeikon, čime je dokazano koliko daleko može ići digitalni tisak. Istraživanje odaziva pod infracrvenim svjetlom provedeno je u Hrvatskoj narodnoj banci, Odjelu nacionalnih centara za borbu protiv krivotvorenja i analizu novčanica i kovanog novca, na profesionalnom skaneru za razdvajanje valnih duljina. Digitalni zapisi prikazani u ovom poglavlju pokazuju savršenstvo izrade IR aspekata u digitalnom tisku. Potrebno je napomenuti kako nije za očekivati tisak novčanica predloženim metodama, iz niza razloga. Kombiniranje konvencionalnih metoda tiska ciljano projektiranim tiskarskim strojevima za tisak novčanica jedna je od osnovnih zaštita. Takovi strojevi se ne mogu nabaviti na otvorenom tržištu. Za razliku od njih, strojevi za digitalni tisak nisu pod kontrolom što se tiče nabave. Upravo se u tome očituje važnost ovog eksperimentalnog rada. Analizirane su metode koje još nisu korištene za reprodukciju krivotvorina, ali se mogu očekivati u dogledno vrijeme. Time je unaprijeđen čitav sustav, jer je napravljena i priprema za budućnost. Svi projekti mogu biti ponovljeni sa identičnim parametrima, u svrhu provjere navedenih tvrdnji.

### ***Projekt broj 1: kontroliran odaziv taktilnog mini teksta u infracrvenom spektru***

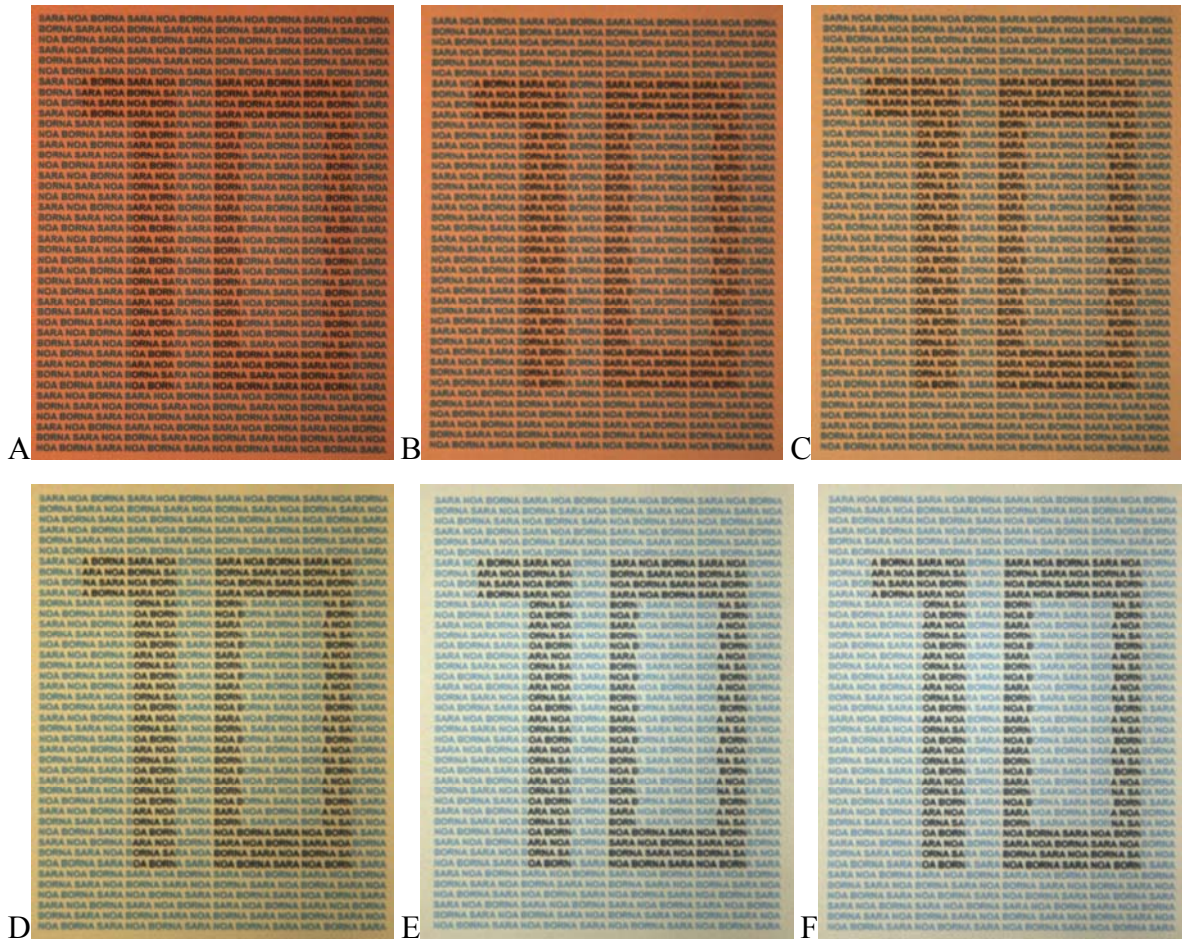
Projekt broj 1. predstavlja višestruku zaštitu vrijednosnica. Dizajn je kombinacija niza sigurnosnih elemenata: miniteksta, taktilnosti, simultanog obostranog tiska i programiranog odaziva pod IR svjetlom [50, Žiljak-Vujić, Poldrugač et al, pp 1881-1886]. Ideja je proistekla iz dizajna teksta himne otisnutog minislovima na licu novčanica kuna. Tekst himne je pozicioniran na istom mjestu na svim novčanicama kuna. Predlaže se infracrveni odaziv različit u ovisnosti o nominalnoj vrijednosti. Primjer: na novčanici od 20 kuna pod infracrvenim svjetlom od 850 nm vidljiv bi bio dio teksta oblikovan u brojku „20“.

Iskorištena je metoda INFRAREDIZAJN [44, Žiljak I., Pap et al, pp 30-45] za određivanje informacije o tome koji će se piksel vidjeti u IR području. Posebno projektiran softver koristi dvije slike. Prva je vidljiva na dnevnom svjetlu kao slijed osobnih imena „SARA NOA BORNA“, a druga je maska koja određuje individualizaciju IR područja. Maska je programirana da oblikuje brojku „10“. Transformacija započinje infracrvenim skeniranjem barijernim filtrima u rasponu od 570 nm do 850 nm. Na dnevnom svjetlu tekstualna kompozicija ne odaje različitosti programiranog nanosa boje. Filtri u rasponu od 570 nm, 590 nm i 610 nm prikazuju nestajanje magente i žute, koje se ne vide iznad 600 nm. Skrivena informacija nije čitljiva.



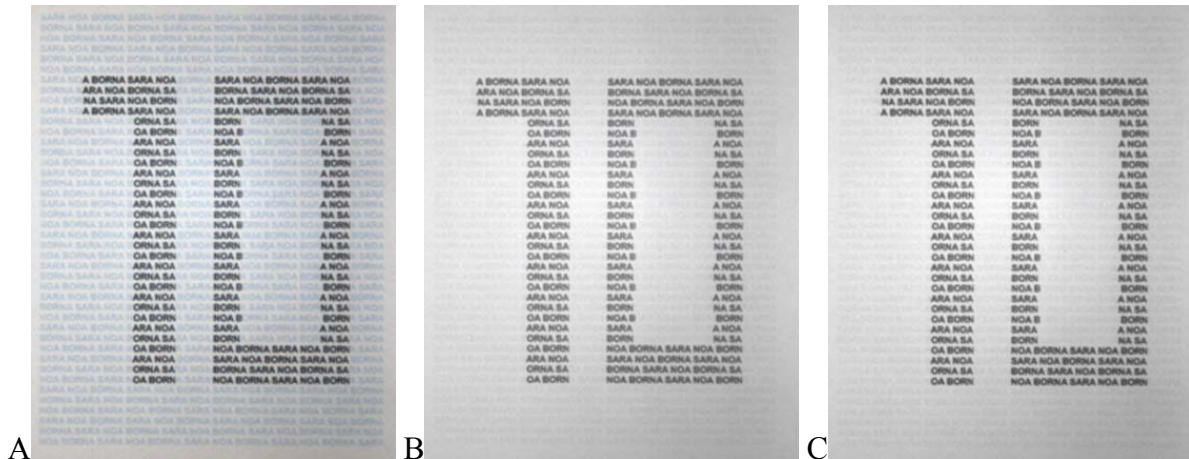
Slika 101 Transformacija informacije u ovisnosti o valnim duljinama, imitacija bijelog svjetla (A), 570 nm (B), 590 nm (C), 610 nm.

U rasponu od 630 nm do 735 nm moguće je pratiti put nestajanja za cijan komponentu. Informacija prikrivena metodom steganografije sve je više uočljiva. Barijerni filter od 695 nm jasno prikazuje razliku miniteksta otisnutog crnom (karbon) bojom. Od 715 nm počinje intenzivno gubljenje cijana, koji se zadržava najduže od CMY boja, gotovo do 815 nm.



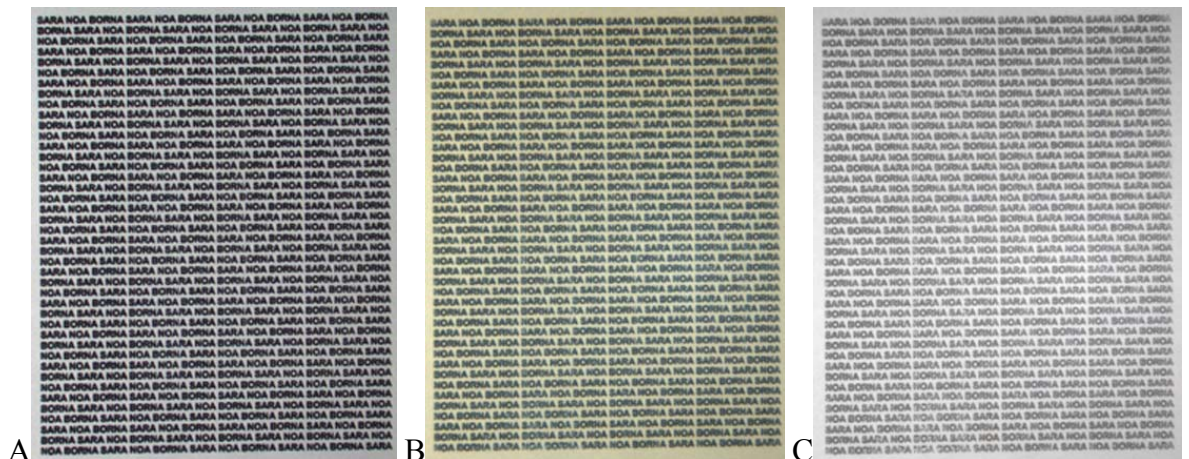
Slika 102 Transformacija informacije u ovisnosti o valnim duljinama, 630 nm (A), 645 nm (B), 665 nm (C), 695 nm (D), 715 nm (E) i 735 nm (F).

Slika projekta pod 780 nm još uvijek pokazuje slabi odaziv cijana, koji se gubi u potpunosti podbarijerom od 830 nm i 850 nm do 1000 nm. Uređaji koji se koriste u financijskim institucijama ne mogu dijeliti infracrveno zračenje, pa omogućuju odaziv objekta pod samo jednom valnom duljinom, od 830 ili 850 nm. Specifičnost ovog eksperimenta je upravo prikaz kontinuiranog nestajanja uprabljenih CMYK boja. Nestajanje je prikazano infracrvenim skaniranjem u trinaest dijelova, što omogućuje detaljnu analizu ponašanja boja. Video spektralni komparatori poput ovdje korištenog uređaja Docucentar expert pod strogom su kontrolom nabave, pa krivotvoritelji ne mogu znati kako će koja boja reagirati ovisno o spektralnoj barijeri. Vještačenje pod razdvojenim valnim duljinama spektra neophodno je za unapređenje metoda otkrivanja krivotvorenih grafika.



Slika 103 Prikaz skrivene informacije pod 780 nm (A), 830 nm (B) i 850 nm (C).

Vrijednost provedenog dizajniranja očituje se u ne mogućnosti fotokopiranja i skeniranja prikazane steganografije [43, Žiljak I., Pap et al, pp 219-225]. Infracrvena informacija se u potpunosti uništava prijelazom u suprotnom smjeru reprodukcije, od CMYK prema RGB sustavu. Tvrdnja je dokazana barijernim skeniranjem objekta i ispisom na laserskom pišaču. Iako pod bijelim svjetlom kopija rapidno nalikuje originalu, infracrveno skeniranje pod 715 nm i 830 nm nesumnjivo dokazuje da je riječ o krivotvorini. Kompletan tekst reagira identično na zračenje.

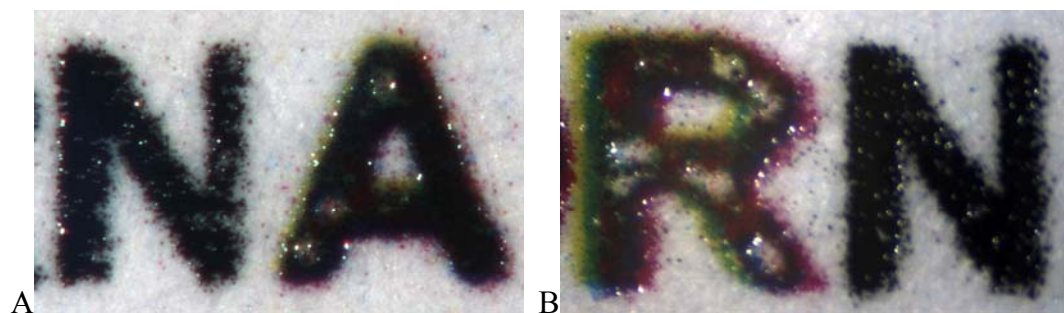


Slika 104 Imitacija objekta pod bijelim svjetlom (A), 715 nm (B) i 830 nm (C).

Dodatna sigurnost zaštitnog elementa je otiskivanje planiranim nanosom boje u cilju pružanja taktilnosti. Novost u tisku vrijednosnica je obostrano otiskivanje reljefnih elemenata identičnih taktilnih karakteristika. Kao vrhunska zaštita za tisak novčanica koristi se intaglio tisak za dobivanje reljefnosti. Zbog pritiska od gotovo 30 tona otiskuje se samo na jednoj

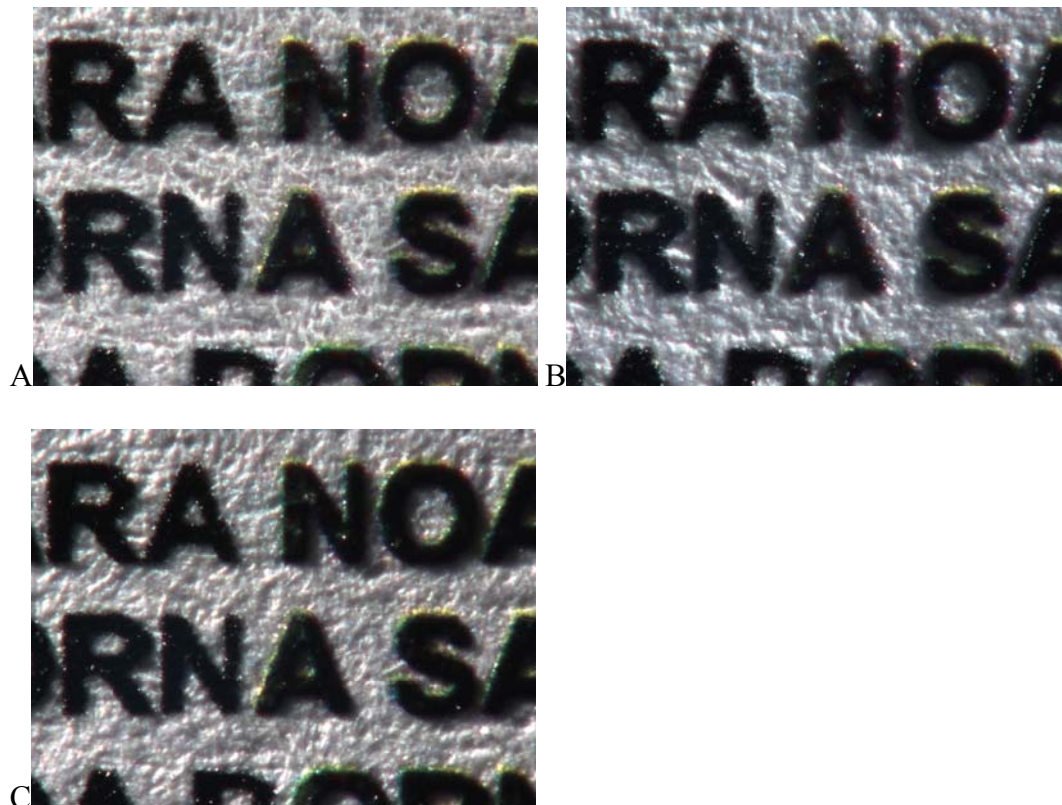
strani novčanice, najčešće na licu. Naknadno otiskivanje naličja intaglio tiskom ublažilo bi i djelomično poništilo taktilnost lica novčanice. Financijski aspekti uvjetuju iskoristivost navedene metode samo za velike naklade. Provedeni eksperimentalni rad dokazao je vrhunske mogućnosti digitalnog tiska sa suhim tonerom za simultano obostrano otiskivanje taktilnih elemenata. Vrhunski registar, mogućnost programiranog nanosa tonera i otpornost zapečene boje daju karakteristike koje je moguće doživjeti taktilno poput intaglio tiska. Taktilnost dobivena digitalnim tiskom može se iskoristiti kao element zaštite na nizu različitih vrijednosnica kod kojih je neophodan individualni pristup. Proces je jednostavniji i jeftiniji od otiskivanja konvencionalnim metodama. Može se pretpostaviti uporaba na nizu proizvoda poput ulaznica, iskaznica, ambalaže, certifikata, bankovnih dokumenata, nagradnim kuponima itd.

U nastavku su diskutirane karakteristike planiranog nanosa boje sa infracrvenim efektom. Uvećanjem objekta 95 puta oko slova su jasno vidljive sitne točkice boje CMYK. To je posljedica praškaste strukture suhog tonera, koji se djelomično rasprši po podlozi i zapeče. Vidljiva je i drugačija struktura slova „N“ i „A“. Razliku je mnogo lakše definirati mikroskopskom analizom. Pojedina slova su otisnuta samo crnom (karbon) bojom. Obzirom na svojstvo karbon boje da se odaziva do 1000 nm, ta slova oblikuju oznaku nominalne vrijednosti vidljivu pod zračenjem od 850 nm. Iako na bijelom svjetlom sva slova izgledaju isto, crno, pod mikroskopom je očito kako je dio slova otisnut višebojno komponentama CMY.



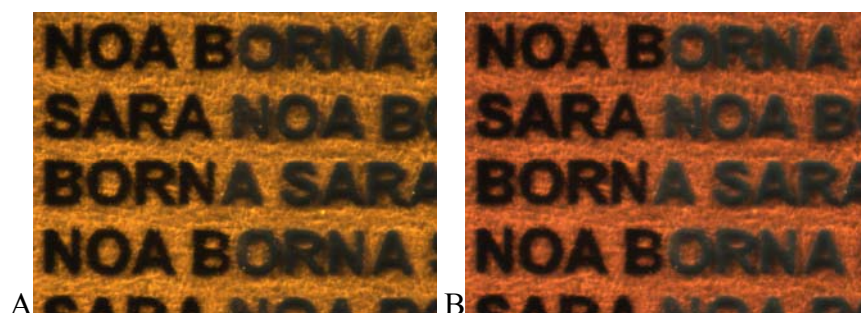
Slika 105 Struktura tipografskih elemenata uvećana 95 puta (A) i pod mikroskopom (B).

Različito projektiranje slova evidentno je i analizom pod kosim svjetlom. Pomoću sjene moguće je utvrditi visinu slova. Razliku je potrebno utvrditi trostrukim kosim skeniranjem, pod obostranim kosim svjetlom, lijevim i desnim. Specifičnost kontrolirane hrapavosti i taktilnosti ne mogu reproducirati niti konvencionalne tehnike tiska, niti fotokopirni aparati.

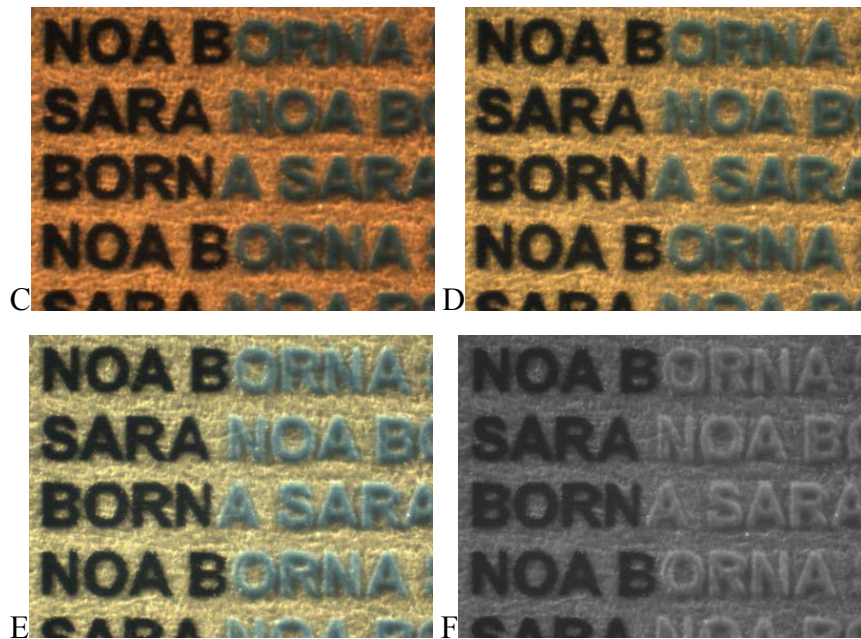


Slika 106 Kontrolirani nanos boje, uvećanje 95 puta. Koso obostrano skaniranje (A), desno koso skaniranje (B) i lijevo koso skaniranje (C).

Obostrano koso skaniranje pod infracrvenim svjetlom određenih valnih duljina pruža umjetnički dojam i zornu prezentaciju puta nestajanja magente, žute i cijan. Eksperimenti provedeni na svih trinaest barijera prikazuju kontinuirano nestajanje u ovisnosti o karakteristikama pojedinih boja. U nastavku je šest karakterističnih sljedova različitosti puta nestajanja CMYK komponenti.



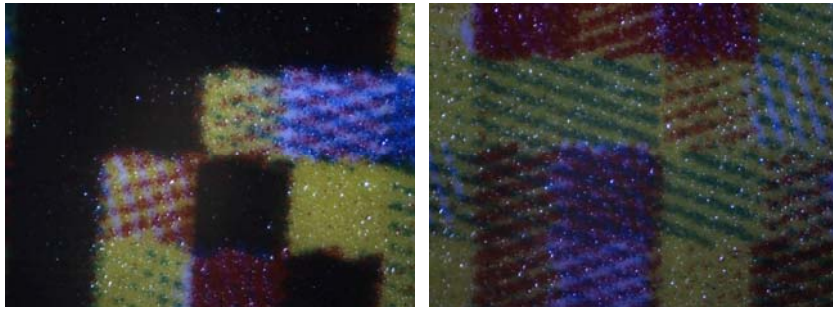




Slika 107 Put nestajanja CMY i K komponenti, uvećanje 47 puta, koso obostrano svjetlo, 570 nm (A), 630 nm (B), 665 nm (C), 695 nm (D), 715 nm (E) i 830 nm (F).

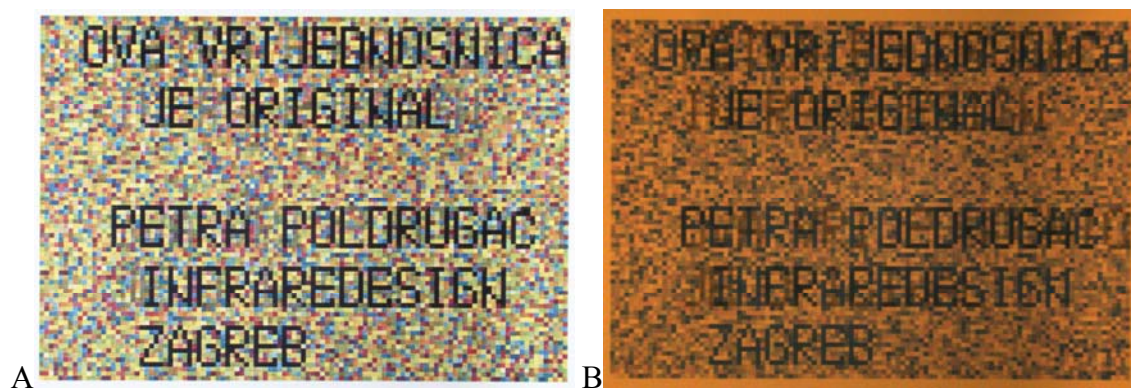
### ***Projekt broj 2: Stohastika sa programiranom IR informacijom***

Provedene ankete su dokazale potrebu za zaštitnim elementima koji bi se jednostavnije i brže provjeravali. Korištenje stohastičke grafike idealno je za brzo i pouzdano dokazivanje autentičnosti. Polazeći od ideje da je informaciju moguće sakriti na bilo kojem dijelu proizvoda, projektirana je stohastička grafika sa vidljivim i nevidljivim tekstom. Pojam nevidljivosti se u kontekstu koristi za objekte koji nisu vidljivi pod dnevnim svjetlom. Infracrveni efekt se kontrolira K komponentom. Tekst vidljiv na bijelom svjetlu otisnut je kombinacijom CMY koja u našim očima daje crni ton. Pozadina je sastavljena od niza programski odabranih boja kvadratića. Put nestajanja kvadratića sa bojama koje sadrže karbon crnu u manjem postotku od 40 ovisit će o svojstvima kombiniranih boja. Žuta i magenta nestaju iznad 600 nm, cijan između 700 i 815 nm, a karbon crna je vidljiva i pod 1000 nm. Istovremeno će se generirati skrivena informacija koju tvore kvadratići sa udjelom karbon crne većim od 40 posto. Potrebno je naglasiti kako se ta informacija pod bijelim svjetlom očituje kao nasumični niz šarenih kvadratića. Boje se izabiru slučajno, programom patentiranim u sklopu metode INFRAREDESIGN [44, Žiljak I., Pap et al, pp 30-45]. Način kombiniranja boja kvadratića prikazan je uvećanjem pod stereo mikroskopom.



Slika 108 Izgled kvadratića boja, stereo mikroskop

Kombinacija teksta nevidljivog na bijelom svjetlu i vidljivog na IR svjetlu savršeno ukomponiranog u tekst vidljiv na bijelom svjetlu i nevidljiv na IR svjetlu predstavlja vrhunsku zaštitu. Infracrveno skeniranje dokazuje parcijalno preklapanje tipografskih elemenata mijenjanjem gornje informacije iz „OVA VRIJEDNOSNICA JE ORIGINAL“ u „PETRA POLDRUGAČ INFRAREDESIGN“ i donje informacije iz „PETRA POLDRUGAČ INFRAREDESIGN ZAGREB“ u „OVA VRIJEDNOSNICA JE ORIGINAL“. Potrebno je obratiti pozornost na put nestajanja informacije „ZAGREB“ koja se nakon 830 nm gubi u potpunosti. Na njenom mjestu ne nalazi se skrivena informacija. Iz tog razloga je riječ „ZAGREB“ jedini dio tekstualne informacije čitljiv do barijere kod koje dolazi do nestajanja CMY komponenti. Ostali dio teksta je nečitak u području od 570 nm do 780 nm zbog transformacija vidljiva i nevidljiva dijela teksta.





Slika 109 Put nestajanja i pojavljivanja informacija, uvećanje 3,4 puta. Imitacija bijelog svjetla (A), 570 nm (B), 645 nm (C), 665 nm (D), 695 nm (E), 735 nm (F), 780 nm (G) i 830 nm (H).

Vrijednost ovog projekta očituje se u potrebi za standardizacijom zaštitnih elemenata. Diskutirajući infracrvenu zaštitu na novčanicama, proizašao je slijedeći zaključak. Potrebno je posjedovati enormnu količinu znanja o odazivu svjetskih novčanica pod infracrvenim svjetlom za utvrđivanje autentičnosti. Odaziv se razlikuje ovisno o valuti i nominalnoj vrijednosti. Svaki apoen novčanica dolara, eura, kuna i ostalih valuta ima različit odaziv pod IR spektrom, što je razloženo u prethodnim poglavljima. Prijedlog je jednostavna i neupitna infracrvena zaštita. Bez obzira na motiv vidljiv pod dnevnim svjetlom, pod IR svjetlom jasna bi bilo naznaka autentičnosti npr. „OVA VRIJEDNOSNICA JE ORIGINAL“.

Projekt je analiziran i sa strane zaštite od skaniranja i fotokopiranja. Provedene analize dokazale su gubljenje infracrvenih informacija pokušajima reprodukcije. Tekstualna informacija vidljiva na dnevnom svjetlu, ista je pod svim valnim duljinama. Mijenja se tek podloga zbog karakterističnosti infracrvenog spektra u kojem boje interpretiraju u svojoj skali.



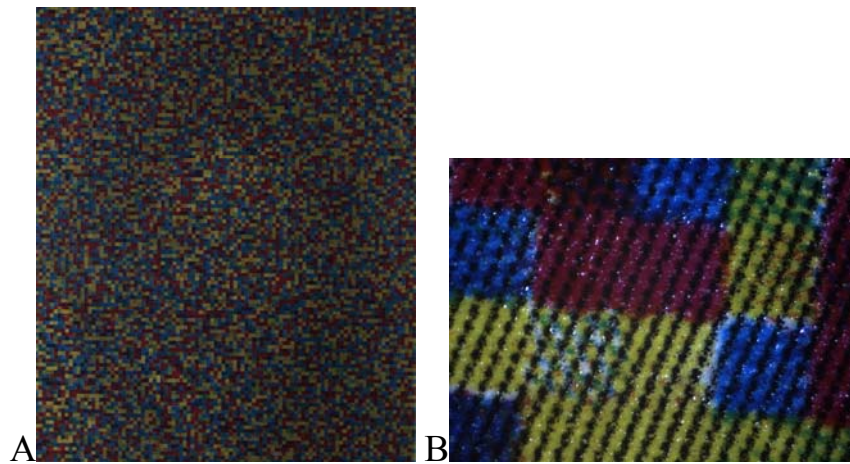
Slika 110 Imitacija objekta pod bijelim svjetlom (A), 630 nm (B), 715 nm (C) i 830 nm (D).

### ***Projekt broj 3: Skriveni infracrveni portret***

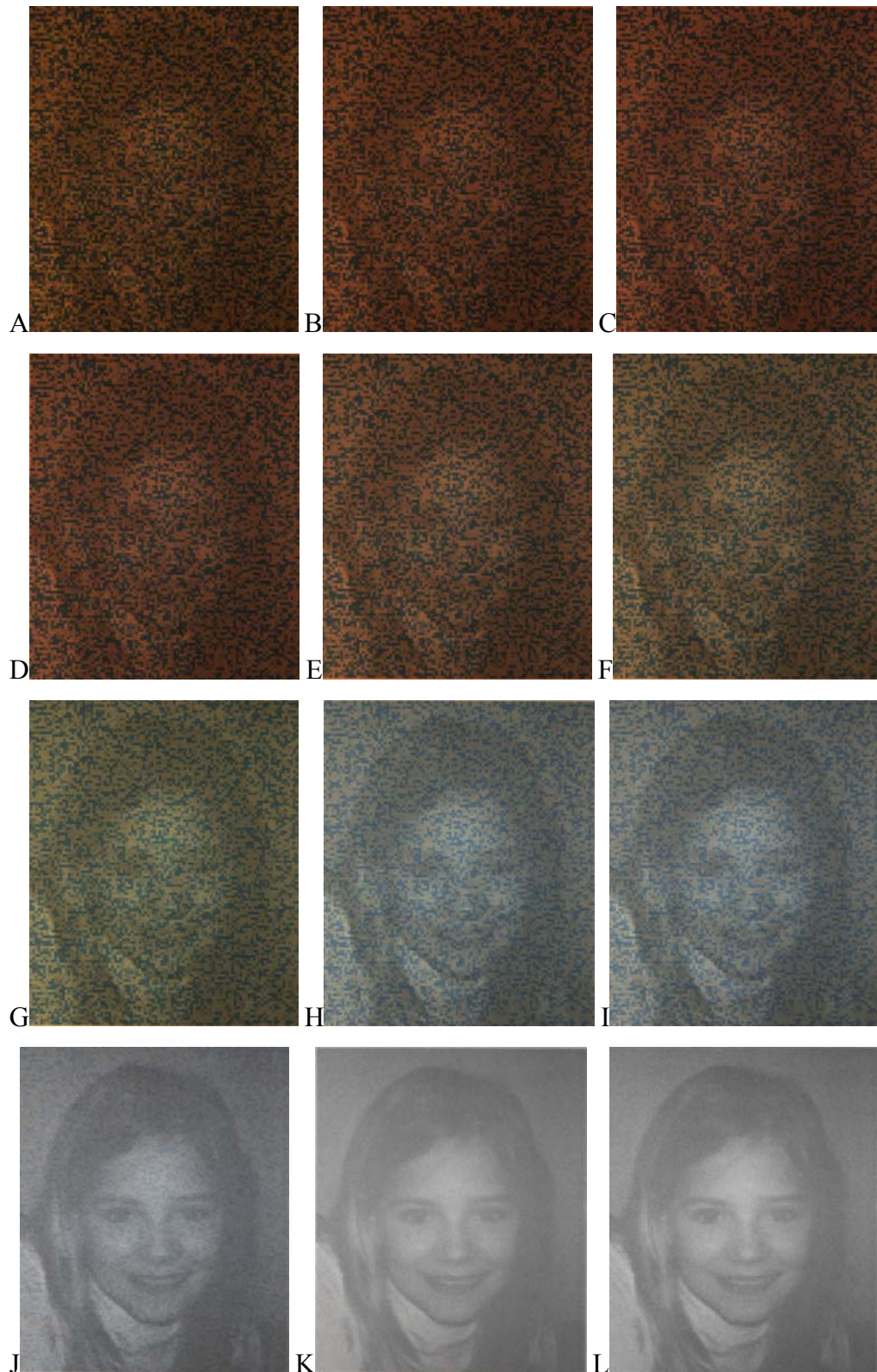
Projekt skrivenog infracrvenog projekta baziran je na razvijenom algoritmu generiranja grafike 1000 IR boja [44, Žiljak I., Pap et al, pp 104-133]. Polazište ideje je ponavljanje glavnog objekta na novčanicama. Glavni objekt dominira licem novčanice, npr. portret kod hrvatskih kuna ili arhitektonski motiv prozora ili vrata na novčanicama eura. Ponavlja se u zaštitnim elementima poput vodenog znaka, kinegrama ili holograma, prozirnog registra, unutar zaštitne niti itd. Dosad nije ponuđena ideja ponavljanja glavnog motiva kao infracrvene zaštite.

Iskorišteno je svojstvo što svaka boja, ovisno o materijalu i sastavu, daje drugačije informacije pod IR svjetlom. Boje identične na vidljivu spektru, pokazivat će različite odazive ovisno o količini karbon crne [21, Pap, Žiljak et al, pp 010502;1-9]. Program izrađen isključivo

za potrebe grafike 1000 IR boja koristi tri informacije za separaciju boja. Slučajno izabranu boju, zadano zacrnjenje u cilju IR efekta i korektivni program. Slijedom stahističke kontrole šarenosti otiska, moguće je kao rezultat dobiti savršeno jasan portret. Slika SARA sakrivena je pod apstraktnom podlogom s enormnim brojem boja. Specifičnost ove metode steganografije u kombinaciji sa stohastikom prikazana je sa svih dvanaest digitalnih zapisa radi pojašnjenja savršene kontrole digitalnog tiska tijekom izrade ovog projekta.



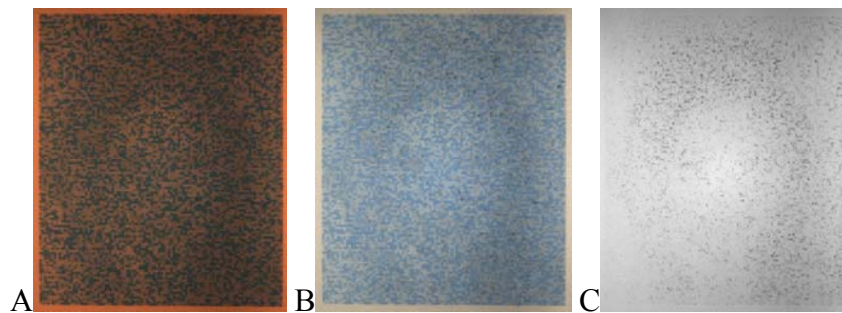
Slika 111 Portret SARA skriven unutar grafike 1000 IR boja, uvećanje 2,9 puta (A), detalj pod mikroskopom (B)



Slika 112 Kontinuirani slijed otkrivanja infracrvenog portreta SARA, uvećanje 2,4 puta; 570 nm (A), 590 nm (B), 610 nm (C), 630 nm (D), 645 nm (E), 665 nm (F), 695 nm (G), 715 nm (H), 735 nm (I), 780 nm (J), 830 nm (K) i 850 nm (L).

Prikazane minorne razlike razdvajanja valnih duljina u dvanaest segmenata pružaju uvid u važnost provedenog eksperimentalnog rada. Niti jedno do danas provedeno znanstveno istraživanje na doktorskoj razini, nije dokazalo postupnost nestajanja segmenata objekta u IR području. Razlog je nedostupnost forenzičkih uređaja koji mogu parcijalno razdvajati svjetlost i digitalno zapisivati analizirane podatke sa strogo definiranim parametrima. Jedino takav način eksperimentalnog rada dozvoljava ponavljanje svih eksperimenata u svrhu dokazivanja postavljenih tvrdnji.

Ovaj projekt skaniranjem gubi strukturu programski nastalu u cilju skrivanja portreta. Dokazano je gubljenje informacije, što je prikazano infracrvenim skaniranjem pod 630 nm, 715 nm i 830 nm. Skrivena informacija nije prepoznatljiva pod niti jednom valnom duljinom.



Slika 113 Gubitak informacije skaniranjem šarene grafike, uvećanje 2,4 puta; 630 nm (A), 715 nm (B) i 830 nm (C).

Zaštitni tisak vrijednosnica, pogotovo novčanica, zahtjeva neprestanu nadogradnju novim projektima. Kao što je prikazano u prethodnim poglavljima, pojedini su zaštitni elementi tijekom godina doživjeli niz nadogradnji u cilju poboljšanja. Određeni segmenti, poput infracrvene zaštite, još uvijek predstavljaju novo područje otvoreno za daljnja istraživanja.

Ova tri projekta predstavljaju mali dio mogućnosti otvoren za vrhunske zaštite u prostoru infracrvenog spektra. Za očekivati je programiranje zaštitne grafike koristeći osnovna svojstva boja, umjesto dosadašnjeg planiranja zaštite samo spot bojama.

## 5. PRIJEDLOG DOPUNE U STANDARDIZACIJI PROCESA VJEŠTAČENJA KRIVOTVORENIH VRIJEDNOSNICA

### 5.1. Prijedlog stupnjevite analize

Svrha eksperimentalnog dijela ove disertacije je postavljanje standardizacije u procesu vještačenja krivotvorenih novčanica. Standardizacija je postavljena unosom podataka u bazu podataka, kao i barijernim skaniranjem detalja.

Predlaže se unos podataka u bazu sukladno provedenim analizama. U prethodnim poglavljima detaljno su opisane analize ovisno o vrsti zaštitnih elemenata. Za osnovu je predložena stupnjevita analiza koja bi pratila četiri nivoa utvrđivanja autentičnosti novčanica.

Prvi nivo zaštite baziran je na sigurnosnim elementima sa kojim je upoznata cjelokupna javnost. Predlaže se vizualni i taktilni pregled novčanice u svrhu procjenjivanja općeg dojma kvalitete izrade. Procjenjuje se osjećaj papira pod prstima, njegova debljina i elastičnost, te suškavost. Zatim oštrina crteža, čitkost miniteksta, ton i intenzitet uporabljenih boja, nijansa papira, taktilnost i eventualna prisutnost moiré efekta.

U primarnu provjeru spada i pregled kroz novčanicu prema izvoru svjetlosti, u svrhu vizualizacije vodenog znaka, zaštitne niti i prozirnog registra. Zakretanjem sumnjive novčanice provjeravaju se zaštitni elementi poput kinegrama, holograma, prelijevajuće boje, latentne slike i optički varijabilne boje. Svrha prvog stupnja analize je određivanje daljnjeg postupka sa sumnjivom novčanicom ovisno o klasifikaciji. U prvom nivou analize moguće je sumnjivu novčanicu klasificirati na samo dva načina: ili *originalna* ili *nije originalna*.

Daljnje analize stupnjevito dokazuju navedenu tvrdnju. Vještačenje je potrebno provesti kroz sva četiri nivoa bez obzira da li je novčanica klasificirana kao originalna ili ne. Ukoliko je novčanica već na prvom stupnju provjere klasificirana kao originalna, daljnjim vještačenjem potrebno je potvrditi njenu autentičnost. Analize se provode i za utvrđivanje eventualnog oštećenja ili tehničke greške zbog koje je novčanica poslana na vještačenje, te se sukladno tome određuju kao oštećene ili makulature. Za makulature se određuje greška u



tisku, te se dalje postupa ovisno o tiskari iz koje je proizašla. Oštećene se novčanice sortiraju prema standardima koje određuju središnje banke [92,Central Bank of Malta].

Hrvatska narodna banka je standarde definirala u lipnju 2003. godine po uzoru na "Minimalne standarde sortiranja novčanica eura prema prikladnosti" Europske središnje banke.

Tablica 14 Opis kriterija oštećenja novčanica

KRITERIJ	OPIS
Zaprljanost	razina prljavštine na cijeloj površini novčanice
Mlitavost	strukturno oštećenje koje je umanjilo čvrstoću papira
"Magareće uši"	savijeni kutovi
Poderotine	zarezi na novčanicama u duljinu ili širinu
Rupe	rupe na novčanicama određenog promjera
Oštećenja	smanjena duljina ili širina novčanice
Popravci	dijelovi iste novčanice spojeni ljepljivom vrpcom
Sastavljanje	novčanica sastavljena od dijelova različitih novčanica
Mrlja	prljavština skupljena na jednom mjestu
Zgužvani dijelovi	višestruki nepravilni nabori
Izbljedjela novčanica	nedostatak boje na dijelu novčanice ili na cijeloj novčanici
Nabori	nabori zbog kojih je smanjena duljina ili širina novčanice

Analizom provedenom na krivotvorenim novčanicama utvrđeno je često namjerno oštećivanje krivotvorenih novčanica, u svrhu odvlačenja pažnje. Stoga se predlaže i krivotvorene novčanice sortirati prema oštećenjima.

Ako je novčanica u prvom nivou vještačenja klasificirana kao *nije originalna* potrebno je odrediti vrstu krivotvorine. Kroz slijedeća tri nivoa određuje se način imitacije za svaki pojedini zaštitni element.

Drugi nivo vještačenja provodi se analizom na uređaju za financijske institucije. Provjerava se mikropismo, papir pod UV zračenjem, zaštitna vlakanca, fluorescencija određenih elemenata i odziv novčanice pod IR svjetlom.

Treći nivo vještačenja pokriva strojno čitljive zaštitne elemente. Njihova analiza se odvija posebnim detektorima za prijem, izdavanje i obradu gotovine.

Četvrti nivo vještačenja se odvija na forenzičkim uređajima poput Docucenter experta i stereo mikroskopa sa posebno prilagođenim softverima. Način razdvajanja valnih duljina pomoću ovog uređaja pojašnjen je u eksperimentalnom dijelu. Kao novost predlaže se detaljna analiza svih zaštitnih elemenata pod spektrom od 254 nm do 1000 nm. Izuzev do sada navedenih zaštitnih elemenata, analizira se i M obilježje, magnetska svojstva boje, SC oznake, vodljivost zaštitne niti, ISARD obilježje i bitmap kod.

Rezultati analiza unose se u bazu podataka. Baza podataka popunjava se putem precizno sastavljenih pitanja koja se automatski izmjenjuju ovisno o valuti i nominalnoj vrijednosti sumnjive novčanice. Predložena baza podataka nadopunjena je nizom parcijalno skaniranih detalja.

## **5.2. Dopuna procesa barijernog skaniranja krivotvorenih novčanica**

Proces se sastoji od višestrukog skaniranja detalja pod strogo određenim parametrima na uređaju Docucenter expert i stereo mikroskopu. Predlaže se podjela lica i naličja sumnjive novčanice na 15 dijelova. Svih 30 dijelova se podvrgava detaljnoj analizi. Vrsta provedenih analiza ovisi o valuti i nominalnoj vrijednosti.

Parametri se nalaze u tabličnim prikazima i definiraju:

- detalje određene za parcijalno skaniranje
- uređaj / instrument snimanja
- svjetlo
- pobudu
- otvor objektiva
- zračenje
- uvećanje
- oznaku parcijalno skaniranog djela

Barijerno skanirani detalji se pohranjuju u digitalnu bazu podataka. Predloženo višestruko skaniranje je posebno po tome što se svi provedeni eksperimenti mogu ponoviti. Polazi se od pretpostavke da je za unapređenje procesa vještačenja neophodna analiza u širokom rasponu

valnih duljina od 254 nm do 1000 nm. Različiti uvjeti barijernog skaniranja, kao i širok spektar od ultraljubičastih do infracrvenih boja, omogućuju brži i sigurniji protok informacija o izvorištu krivotvorenih novčanica.

Razlučivanje spektra u infracrvenom dijelu neophodno je za povezivanje krivotvorina različitih prema nominalnoj vrijednosti i valuti.. Budući da svaka boja ima svoj put nestajanja, usporedba rezultata o odzivu krivotvorina daje potpune informacije o načinu reprodukcije.

### **5.3. Uvođenje digitalne baze podataka o krivotvorinama**

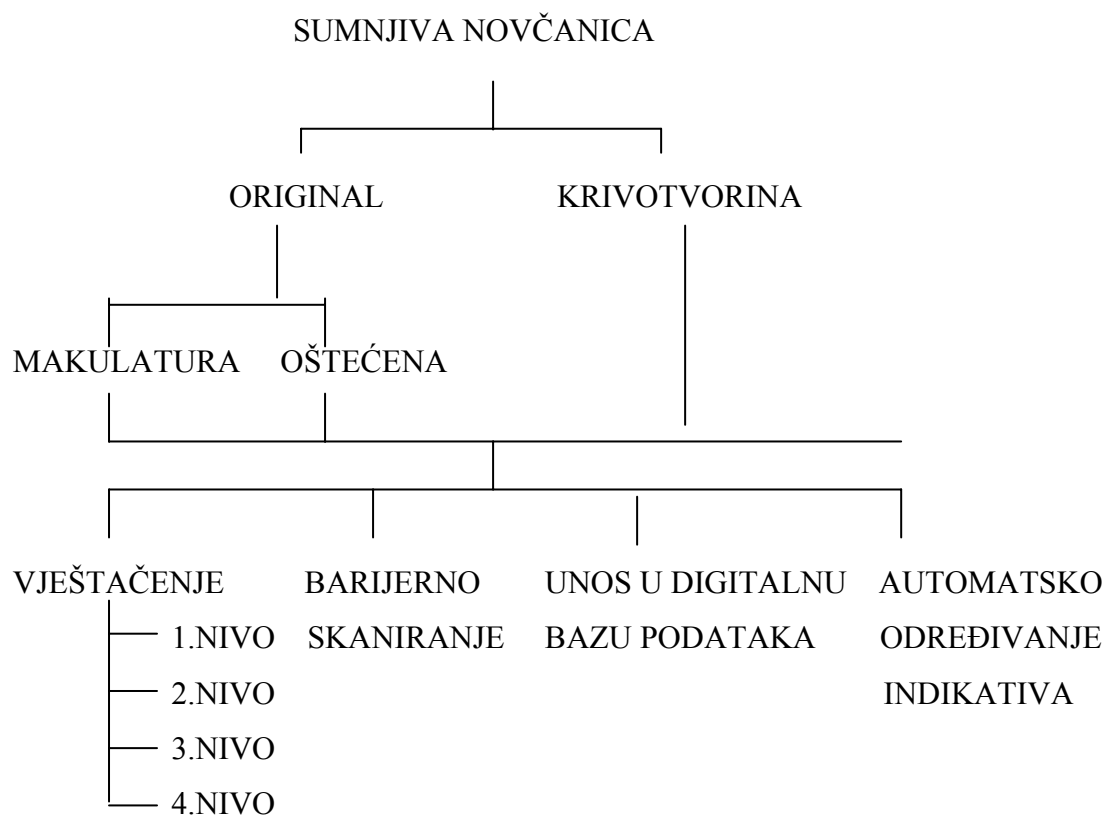
Predložena digitalna baza podataka o krivotvorinama sastoji se od analiza dobivenih stupnjevitim vještačenjem i parcijalno skaniranih detalja. Kombinacija omogućuje bazu podataka svih do sada vještačenih krivotvorenih novčanica. Predlaže se mogućnost istovremenog prikaza dva izvještaja, jednog koji je u izradi i drugog iz baze podataka, radi međusobne usporedbe. Također, i dostupnost barijerno skaniranih detalja radi vizualne komparacije na ekranu računala.

Novost predstavlja automatsko svrstavanje krivotvorina pod određeni indikativ ovisno o unesenim podacima tijekom vještačenja. Predlaže se sužavanje izbora indikativa ovisno o osnovnim podacima poput valute i nominalne vrijednosti. Popunjavanjem baze podataka sužavao bi se izbor dosada registriranih krivotvorina sa identičnim načinom reprodukcije. Tako bi se već tijekom analize iskristalizirao podatak o tome da li je takva krivotvorina već vještačena. Osim toga postojala bi mogućnost analize promjena nastalih na određenom indikativu istog mjesta izrade, a u svrhu poboljšanja načina reprodukcije.

Digitalna baza podataka omogućava brži i jednostavniji uvid u dosada zaprimljene sumnjive novčanice. To bi umanjilo potrebu za pretragom arhive zbog usporedbe krivotvorina, kao i moguće djelomično habanje krivotvorenih novčanica uslijed upotrebe za potrebe komparacije. Uzevši u obzir da su krivotvorene novčanice sudski dokazi, potrebno ih je sačuvati u istom obliku u kojem su zaprimljene. Isto tako, potrebno je uzeti u obzir i mjere zaštite koje se provode u Odjelima trezora središnjih banaka, kroz aspekt efikasnosti. Mnogo je efikasnije izvršiti komparaciju kroz digitalnu bazu podataka, nego fizički otići po

krivotvorenu novčanicu za usporedbu, pronaći je i nakon komparacije vraćati prolazeći opet sve obavezne sigurnosne mjere.

Provedeni eksperimentalni rad potvrdio je unaprjeđenje procesa vještačenja korištenjem digitalne baze podataka čime je potvrđena hipoteza broj 2. Proširenje baze omogućuje brži i sigurniji protok informacija. U nastavku je shema procesa.



Dijagram 3. Proces vještačenja korištenjem digitalne baze podataka

## 6. ZAKLJUČAK

Provedeno znanstveno istraživanje doprinosi unapređenju metoda otkrivanja krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica. Unapređenje procesa postignuto je uvođenjem novih postupaka, novih metoda i novih procedura vještačenja. Istaknuta je važnost analize razdvajanjem valnih duljina širokog spektra u cilju utvrđivanja autentičnosti. Razdvajanje je moguće postići novim specijaliziranim forenzičkim instrumentima. Stroga kontrola nabave i korištenja, onemogućuje krivotvoriteljima spoznaju o ponašanju originalnih dokumenata pod utjecajem zračenja. Predložene su metode i postupci višestrukog skaniranja uređajem Docucenter expert i stereo mikroskopom. Izlaganje krivotvorina infracrvenom i ultraljubičastom svjetlu omogućuje pronalaženje specifičnih valnih duljina koje razgraničavaju bojila krivotvorina i originala. Izveden je zaključak da se barijerno skaniranje, i u teoriji i u praksi, može koristiti kao dokaz o izvorištu krivotvorenih grafika.

Doprinos rada je poboljšanje kvalitete procesa vještačenja analizom u širokom rasponu spektra u rasponu od 254 nm do 1000 nm. Procedura određivanja autentičnosti je utvrđena višestrukim skaniranjem pod različitim parametrima i izmjenom izvora svjetla. Dane su metode i postupci parcijalnog skaniranja i unosa u digitalnu bazu podataka. Konkretnim je primjerima pojašnjena važnost provjere izvan područja vidljiva ljudskom oku. Predloženo je razdvajanje ultraljubičastog dijela spektra na tri dijela i infracrvenog spektra na trinaest dijelova, čime je otvoreno novo područje vještačenja.

Na temelju istraživanja svojstava boja zaključuje se da je moguće utvrđivanje autentičnosti analizom pod razdvojenim valnim duljinama spektra. Iskorišteno je svojstvo što svaka boja, ovisno o materijalu i sastavu, daje drugačije informacije pod UV i IR svjetlom. Istraživanja apsorpcije i refleksije su selektivno skanirana i unesena u digitalnu bazu podataka osmišljenu isključivo za barijerno analiziranje krivotvorenih vrijednosnica. Razrađena je procedura utvrđivanja autentičnosti na dva nivoa. Zasebno su utvrđene karakteristike originalnih, pohabanih i oštećenih novčanica, te karakteristike krivotvorina. Razvijen digitalni sustav omogućio je automatsko povezivanje registriranih krivotvorina prema načinu reprodukcije i imitaciji zaštitnih elemenata. Svaki opis u bazi podataka odnosi se isključivo na određeni indikativ, jer se svaka boja u vidljivom spektru može reproducirati na više načina. Pod nevidljivim dijelom spektra boje imaju vlastite karakteristike ovisno o tonu, saturaciju i

luminaciji. Unapređenje otkrivanja krivotvorenih grafika iz područja vrijednosnica omogućeno je kompariranjem specifičnosti reprodukcije. Iz toga slijedi važnost ovog rada: infracrvenim barijernim skaniranjem moguće je odrediti izvorište krivotvorenja povezivanjem krivotvorenih vrijednosnica bez obzira na vrstu.

Napravljena je procedura novog načina rada u otkrivanju tehnologija reprodukcije krivotvorina bazirana na barijernom skaniranju pod posebnim uvjetima. Ponuđen je originalan sustav određivanja autentičnosti povijesnih banknota i njihove naknadne dorade u svrhu zavaravanja, skeniranjem pod razdvojenim valnim duljinama. Baze podataka su proširene informacijama koje su prikupljene barijernim skaniranjem. Kreirane su u ekstremnim uvjetima nastalim razdvajanjem valnih duljina u nekoliko segmenata. Dosadašnje baze su kreirane podacima o načinu imitacije zaštitnih elemenata, a ne o njihovoj reakciji na specifične podražaje. Analiza pod ultraljubičastim i infracrvenim spektrom je proširena sa dva na šesnaest parametara. UV spektar je diskutiran kroz parametre UV254, UV313 i UV365. IR spektar je za potrebe vještačenja razdijeljen barijerama na segmente mekog, prelaznog i tvrdog infracrvenog zračenja. Meko infracrveno zračenje je zatim razdijeljeno na IR570, IR590, IR610, IR630 i IR645. Prelazno infracrveno zračenje je razdijeljeno na IR665, IR695, IR715. Tvrdo infracrveno zračenje je razdijeljeno na IR735, IR780, IR830, IR850 i IR1000. Predložene nove standarde moguće je provesti samo u laboratorijima središnjih banaka, čime se vještačenje postavlja na višu razinu. U eksperimentalnom dijelu ove disertacije dokazane su mogućnosti vještačenja koje se rapidno povećavaju u ovisnosti o analizi pod infracrvenim i ultraljubičastim dijelom spektra. Potvrđena je prva hipoteza: selektivnim barijernim skaniranjem koje uključuje raspon od 254 do 1000 nm unapređuju se metode analiza vrijednosnica, u cilju poboljšanja kvalitete procesa vještačenja.

Istraživanje je postavljeno u nevidljivi dio spektra zbog svojstva boje da za naše oko na vidljivom svjetlu izgleda jednako, a daje drugačiji odziv pod nevidljivim zračenjem. Iskorišteno je svojstvo da je isti ton, u RGB sustavu koji prepoznaje ljudsko oko, moguće postići na nekoliko načina. U disertaciji su prikazane mogućnosti otkrivanja načina reprodukcije krivotvorenih vrijednosnica pomoću osnovnih svojstava boja. Poticaj za istraživanje je potražnja novih metoda otkrivanja autentičnosti. Tijekom procesa razvoja zaštitnih elemenata neophodan je osvrt na način verifikacije vrijednosnica. Automatizacija procesa pripreme, tiska i dorade uvjetuje proširenje znanja u svim granama tehnologije poput

računarstva, inženjerstva i informatike. Novi patenti spajaju tehnologije u cilju izrade savršenog zaštitnog elementa.

Dokazano je da drugačiji odaziv pod UV 254-365 i IR 570-1000 spektrom ovisi o materijalu, sastavu, tiskarskom stroju, nanosu boje, penetraciji i sušenju. Razdvajanje ultraljubičastog i infracrvenog zračenja daje odgovore za svaku komponentu boje kojom je izrađen otisak. Informacija se dobiva praćenjem puta nestanka apsorpcijskih svojstava boje. Različiti odzivi predstavljaju bazu za utvrđivanje autentičnosti. Dokazi su prezentirani eksperimentalnim radom na povijesnim vrijednosnicama i krivotvorenim novčanicama. Predloženim unapređenjem metoda postignuto je poboljšanje kvalitete procesa vještačenja, čime je obranjena druga hipoteza. Primjeri su višestruko skanirani prema parametrima i sačuvani u bazi podataka, pa znanstveni doprinos ima elemente dokaza i ponovljivosti. Unapređenje metoda vještačenja moguće je izvesti u praksi, čime se postiže brži i sigurniji protok informacija o izvorištu krivotvorenih grafika. Razdvajanje ultraljubičastog i infracrvenog dijela spektra, na način razrađen u ovom radu, nedvojbeno omogućuje proširenje baze podataka, sa ciljem bržeg i sigurnijeg protoka informacija o izvorištu krivotvorina. Vlastite karakteristike boja omogućuju otkrivanje izvorišta.

Razrađen digitalni sustav za ciljano klasificiranje krivotvorina prema indikativima omogućuje unapređenje metoda otkrivanja krivotvorenih grafika. Selektivno skaniranje predodređenih parametara i spremanje podataka u digitalnu bazu, omogućuje vizualnu komparaciju baze tijekom vještačenja. Digitalni sustav popunjavanjem baze automatski upućuje na moguću klasifikaciju, komparacijom sa dosad registriranim krivotvorinama.

Analiza povijesnih banknota i krivotvorenih novčanica omogućila je dokazivanje postavljene treće hipoteze. Utvrđivanjem manjkavosti postavljeni su prijedlozi korekcije zaštitnih elemenata u budućim izdanjima. Dani su prijedlozi projektiranja, razvrstani u tri grupe: projektiranje zaštita ugrađenih u papir, projektiranje zaštita u vidljivom dijelu spektra i projektiranje zaštita u nevidljivom dijelu spektra. Polazište svih prijedloga su provedeni eksperimenti koji su dokazali različitost odaziva boja pri parcijalnom razdvajanju spektra. Vrijednost prijedloga je u jednostavnosti postavljene efektivne zaštite kontrolom apsorpcije i refleksije uporabljene boje. Postavljena rješenja zaštite ne ograničavaju dizajnerske projekte izrade vrijednosnica, jer prijedlozi ciljano postavljenih boja sa različitim odazivom pod UV i IR zračenjem ne utječu na izgled pod dnevnim svjetlom.

Tijekom eksperimentalnog rada dokazana je potreba za standardizacijom zaštitnih elemenata radi lakšeg utvrđivanja autentičnosti. Provedenim anketama utvrđeno je da najveću zabludu unose zaštitni elementi koji privlače pozornost prema zakonima percepcije poput pokretnih i sjajnih optički varijabilnih uređaja. Stvoreni su uvjeti za nadogradnju zaštitnih elemenata prvog i drugog nivoa, što je razrađeno u poglavlju četiri. Doprinos ovog rada je razumijevanje potrebe dizajniranja idealnog zaštitnog elementa za utvrđivanje autentičnosti. Morao bi biti izuzetno jednostavan, i za lociranje na vrijednosnici i za provjeru. Bez potrebnih znanja, jednostavno da ili ne utvrđivanje autentičnosti. Provedena istraživanja su dokazala važnost izučavanja svojstava tiskarskih boja u svrhu projektiranja idealne zaštite, pogotovo termalnih i infracrvenih karakteristika.

Novost je uvođenje steganografije za unapređenje planiranja zaštitnih elemenata. Primijenjeni su postojeći patenti, koji do sada nisu korišteni za zaštitu novčanica. Dani su primjeri moguće zaštite dvostrukom separacijom, stohastičkom grafikom i izdvajanjem informacija pomoću maske. Novost u ovim prijedlozima je ne mogućnost skeniranja i fotokopiranja, bez gubljenja informacija. Sve prijedloge je moguće izvesti u praksi.

Ovim radom izvršena je priprema za buduće reprodukcije vrijednosnica unapređenjem čitavog sustava. Nisu unaprijeđene samo postojeće metode, već je napravljena i priprema za budućnost. Eksperimentalni rad proveden na stroju za digitalni tisak Xeikon dokazao je koliko daleko može ići digitalni tisak u savršenstvu izrade taktilnih i IR elemenata zaštite. Obradena su potencijalno moguća područja otiskivanja koje se mogu očekivati u doglednoj budućnosti, te su predložene metode otkrivanja. Takva priprema je neophodna zbog potrebe da se bude uvijek barem jedan korak ispred krivotvoritelja.

Znanstveni doprinos ovog rada je nova metoda otkrivanja krivotvorenih grafika u prostoru nevidljivog i vidljivog dijela spektra koristeći vlastita svojstva tiskarskih boja. Proces je unaprijeđen planskim barijernim skeniranjem u širokom spektru, razdvajanjem valnih duljina i zapisivanjem vidljivih i nevidljivih slika. Uvedene su nove procedure povezivanja indikativa bazirane na digitalnom sustavu za unos podataka. Svojstvo različitog odaziva boja iskorišteno je za određivanje autentičnosti razdvajanjem širokog spektra. Ovo znanstveno istraživanje otvara mogućnost daljnjeg rada u području vještačenja dokumenata, novčanica i certifikata. Primjena je vrlo široka, te nadilazi analiziranje krivotvorenih vrijednosnica.



## 7. POPIS LITERATURE

*Literatura je podijeljena u nekoliko segmenata zbog specifičnost podataka obrađene teme u disertaciji. Radovi objavljeni u svjetskoj literaturi znanstveno potkrepljuju tvrdnje predočene u radu.*

1. Agić Darko, Strgar Kurečić Maja, Mandić Lidija, Pap Klaudio „**BLACK SEPARATION STRATEGIES IN COLOUR REPRODUCTION**“, DAAAM International Scientific Book 2009, Editor: B.Katalinic, ISBN 978-901509-69-8, ISSN 1726-9687, pp 1-8, DAAAM International, Vienna, Austria, 2009. (INSPEC)
2. Agić Darko, Mandić Lidija, Strgar-Kurečić Maja, Rudolf Maja „**HUE AND SATURATION SHIFTS IN SOFT PROOF AND NON IMPACT IMAGES**“ 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1953-1956, Volume 4, ed.Žiljak V.,Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.
3. Baraćić Marijana,Cigula Tomislav,Tomašegović Tamara, Zitinski Elias Paula Yadranka, Gojo Miroslav „**INFLUENCE OF PLATE MAKING PROCESS AND DEVELOPING SOLUTIONS ON THE NONPRINTING AREAS OF OFFSET PRINTING PLATES**“, Annals of DAAAM for 2009 & Proceedings of the 20 th International DAAAM Symposium, Volume 20, No.1, ISSN 1726-9679, ISBN 978-3-901509-70-4, Editor: B.Katalinic, DAAAM International, Vienna, Austria, 2009., pp 599-600
4. Bolanča Stanislav,Golubović Kristijan „**TEHNOLOGIJA TISKA OD GUTEMBERGA DO DANAS**, Senjski zbornik 35 (1), UDK 655.3“14/20 681.62“14/20, 2008.
5. Carter Rita,„**MAPPING THE MIND**“, Weidenfeld & Nicolson, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California, London, England1998, ISBN 0-520-21937-6
6. Cigula Tomislav,Mahović Poljaček Sanja,Gojo Miroslav,„**DEFINING OF TIME-DEPENDENT CONTACT ANGLE OF LIQUIDS ON THE PRINTING PLATE SURFACES**“, Annals of DAAAM for 2009 & Proceedings of the 20 th International DAAAM Symposium, Volume 20, No.1, ISSN 1726-9679, ISBN 978-3-901509-70-4, pp 627-628, Editor: B.Katalinic, DAAAM International, Vienna, Austria, 2009.
7. De Heij Hans A.M „**THE DESIGN METHODOLOGY OF DUTCH BANKNOTES**“, De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam, The Netherlands, Proceeding of Spie vol. 3973, ISBN 0-8194-3591-0, Optical Security and Counterfeit Deterrence Technique III, San Jose, California, ed. R.L.van Renesse, W.A. Vliegthart, 27-28.January 2000., pp 2-22
8. Donevski Davor,Milčić Diana,Banić Dubravko „**A MODEL FOR IMPLEMENTING TQM IN THE GRAPHIC ARTS INDUSTRY**“, Tehnički vjesnik, Vol. 16, No.1, ožujak 2009, ISSN 1330-3651, UDC/UDK 005.6:655, pp 31-34
9. Fraser Bruce,Murphy Chris,Bunting Fred,„**REAL WORLD COLOR MENAGEMENT**“ 2nd edition, ISBN 0-321-26722-2, Berkeley Peachpit Press, Berkeley, 2005.
10. Hunter Dard,„**PAPER MAKING: THE HISTORY AND TECHNIQUE OF AN ANCIENT CRAFT**“, Dower Publications, New York, 1978., ISBN 0-486-23619-6
11. Ivančić Snježana, Grabar Ivana, Stanić Loknar Nikolina „**NEW ELEMENTS IN SECURITIES DESIGN**“, 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1917-1922, Volume 4, ed.Žiljak V.,Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.
12. Kipphan Helmut,„**HANDBOOK OF PRINT MEDIA**“, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2001., ISBN: 3-540-67326-1
13. Kong Seong G.,Heo Jingu,Abidi Besma R.,Paik Joon-Ki,Abidi M.A., „**RECENT ADVANCES IN VISUAL AND INFRARED FACE RECOGNITION – A REVIEW**“, Computer Vision and Image Understanding 97, 2005, 1077-3142, DOI 10.1016/j.cviu.2004.04.001, pp 103-135 (ELSEVIER)

14. Koren Tajana, Žiljak Stanimirović Ivana, Politis E. Anastasios, Barišić M, **“THE STEGANOGRAPHY OF THE TYPOGRAPHY IN THE DIGITAL PRINTING TECHNOLOGY”** 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1897-1902, Volume 4, ed.Žiljak V.,Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.
15. Mccann J.J., **“COLOR THEORY AND COLOR IMAGING SYSTEMS – PAST, PRESENT AND FUTURE”**, Journal of Imaging Science & Technology, ISSN 1062-3701, 42(1), pp 70-78, 1998.
16. Milčić Diana, Vučina A, Donevski D **„INTEGRATING INDUSTRIAL ECOLOGY INTO THE PRINT PRODUCTION PROCESSES“** 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1887-1890, Volume 4, ed.Žiljak V.,Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.
17. Nadrljanski, Đorđe, **“INFORMATIČKA PISMENOST I INFORMATIZACIJA OBRAZOVANJA”**, Informatologia 39 (4), 2006, ISSN 1330-0067,UDK 004:371,pp 262 – 266.
18. National Research Council of the National academies, **„A PATH TO THE NEXT GENERATION OF U.S. BANKNOTES – KEEPING THEM REAL”**, The National Academies Press, Washington, D.C.,ISBN 978-0-309-10578-1,2007.
19. Novaković Marijana,Mandić Lidija,Strgar Kurečić Maja,Agić Darko, **„DATA CORRELATION OBTAINED BY TWO TRANSFORMATION”**, Annals of DAAAM for 2009 & Proceedings of the 20 th International DAAAM Symposium, Volume 20, No.1, ISSN 1726-9679, ISBN 978-3-901509-70-4, Editor: B.Katalinic, DAAAM International, Vienna, Austria, 2009., pp 871-872
20. Pap Klaudio, Plehati Silvio, Rajković Ivan, Žigman Dubravko **„DESIGNING AN INFRAREDESIGN CAMERA”**, 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1857-1862, Volume 4, ed.Žiljak V.,Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.
21. Pap Klaudio,Žiljak Ivana,Žiljak-Vujić Jana **„IMAGE REPRODUCTION FOR NEAR INFRARED SPECTRUM AND THE INFRAREDESIGN THEORY”**, Journal of Imaging Science and Technology, ISSN 1062-3701, 54, (2010) 10502 -1-10502 -9,pp 010502/1–010502/9(CC, SCI, SCI-Expanded, INSPEC)
22. Pap Klaudio,Žiljak Ivana,Žiljak Vujić Jana, **„PROCESS COLOR MANAGEMENT FOR PRODUCING DOUBLE IMAGES”**,Annual 2008 of the Croatian Academy of engineering Book Series. Annual of the Croatian Engineering (ed. Z.Kniewald), Zagreb, 2008, ISSN 1332-3482, pp 395-410 (ISI Proceeding, CPCI-Thomson Reuters)
23. Pap Klaudio,Žiljak Vilko,**„DECREASING OF INK CONSUMPTION IN DIGITAL PRINTING”**, Acta Graphica 4, pp 207-218, ISSN 0353-4707, UDK/UDC 681.3:655,39.022.3.003, Zagreb, 1999. (PIRA)
24. Pap Klaudio,Žiljak Vilko,Kosić T., **„DIGITALNI OBOSTRANI TISAK U BOJI”**, Acta Graphica 4, pp 177-183, UDK 681.3:655.39, ISSN 0353-183, Zagreb, 1994.
25. Poldrugač Petra, Šop Ernela **„INFRARED BARRIER SCANNING OF CONTINUOUS COLOR DISAPPEARING ON FORGERY VALUABLES”**, pp 125-131, Technical Gazette, Vol. 18 No.1 (2011), ISSN 1330-3651
26. Poldrugač Petra, Žiljak Stanimirović Ivana, **„COUNTERFEIT BANKNOTES TYPOGRAPHY”**, //Acta Graphica 22 (2011), ISSN 0353-4707
27. Poldrugač Petra, Koren Antun, Žiljak Ivana, Koren Tajana, **“INFORMACIJE NA VRIJEDNOSNICAMA I NJIHOVA ZAŠTITA ”**, // Informatologia. 43, (2010), ISSN 1330-0067, 3; Vol. 43, No. 3., p.160-169: (ed. M. Plenković)
28. Poldrugač Petra, Barišić Mario, Žiljak Vujić Jana, **„TIPOGRAFIJA HRVATSKIH KRSNIH LISTOVA, DOMOVNICA I SVJEDODŽBI IZ PRVE POLOVICE 20. STOLJEĆA”**, // Libellarium, Godište II, svezak 1, ed. Z.Velagić, ISSN 1846-8527, UDK 002.2:930.85, p. 81-110, Zadar, 2009

29. Poldrugač Petra, Šop Ernela „ **TECHNOLOGY FOR TACTILITY IN SECURITY PRINTING**“, TISKARSTVO 2011 / V.Žiljak (ed.), Stubičke toplice - Zagreb : Akademija tehničkih znanosti hrvatske, Grafički fakultet Zagreb, Athens technological educational institute (ATEI) the department of graphic arts technology Greece, Print media academy Heidelberg India, Faculty of technical science University of Novi Sad Republic of Serbia , 2011.
30. Poldrugač Petra, Žiljak Stanimirović Ivana: “**TEHNOLOGIJE VJEŠTAČENJA KRIVOTVORINA**”, TISKARSTVO 2010 / V.Žiljak (ur.), Stubičke toplice - Zagreb : Akademija tehničkih znanosti hrvatske, Centar za grafičko inženjerstvo, Grafički fakultet , 2010. pp. 29, ISBN: 978-953-7064-14-3, NSK: 703787
31. Poldrugač Petra, Stanić Loknar Nikolina: “**KRIVOTVORENE GRAFIKE IZ PODRUČJA VRIJEDNOSNICA**”, TISKARSTVO 2010 / V.Žiljak (ur.), Stubičke toplice - Zagreb : Akademija tehničkih znanosti hrvatske, Centar za grafičko inženjerstvo, Grafički fakultet , 2010. pp. 44, ISBN: 978-953-7064-14-3, NSK: 703787
32. Rudolf Maja, Stanić Loknar Nikolina, Turčić Maja, Koren Tajana “**RASTER ELEMENTS IN SECURITIES TYPOGRAPHY**“, Proceedings of the Design 2008 Workshop Design of Graphic Media / Žiljak, Vilko (ur.), Zagreb : University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, 2008. pp 1475-1479
33. Rudolf Maja, Stanić Loknar Nikolina, Turčić Maja „**PIXEL MANIPULATION IN SECURITY GRAPHICS**“ 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1947-1952, Volume 4, ed.Žiljak V.,Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.
34. Stanić Nikolina, Žiljak Ivana, Pap Klaudio “**SYSTEMATIC APPROACH TO SCRIPT LETTER INDIVIDUALIZATION**, *Proceedings of the DESIGN 2006 9 th INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE*, Žiljak, Vilko (ur.), Zagreb, Glasgow : The Design Society, 2006., pp 1619-1628
35. Stanić Loknar Nikolina, Žiljak Ivana, Rudolf Maja, Koren Tajana, “**SECURITY PAPER THICKNESS AS AN ELEMENT OF PROTECTION AGAINST COUNTERFEITING**“, Proceedings of the Design 2008 Workshop Design of Graphic Media / Žiljak, Vilko (ur.), Zagreb : University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts, 2008. pp: 1481-1485
36. Stanić Nikolina, Rudolf Maja, Koren Tajana “**MICROTEXT IN SECURITY PRINTING ON DOCUMENTS AND SECURITIES GRAPHICS**“, Pre-conference proceedings of the Special Focus Symposium on 2nd CISK: Communication and Information Sciences in the Knowledge Society / Šimović, Bakić-Tomić, Hubinkova (ur.), Zagreb : Faculty of Teacher Education of the University of Zagreb, 2007. pp 150-154
37. Strgar Kurečić Maja, Agić Darko, Mandić Lidija „**DIFEERENCES IN COLOR IMAGE REPRODUCTION DEPENDING ON THE OUTPUT DEVICE: MONITOR VS. PRINTER**“, Annals of DAAAM for 2009 & Proceedings of the 20 th International DAAAM Symposium, Volume 20, No.1, ISSN 1726-9679, ISBN 978-3-901509-70-4, Editor: B.Katalinic, DAAAM International, Vienna, Austria, 2009., pp 149-150
38. Strgar Kurečić Maja, Agić Darko, Mandić Lidija „**COLOR MANAGEMENT IMPLEMENTATION IN DIGITAL PHOTOGRAPHY**“, Journal of Information and Organizational Sciences, UDK 681.32:778.6, Vol. 31 No. 2, 2007, pp 49-59
39. Šop Ernela “**ZAŠTITNA OBILJEŽJA NOVČANICA KUNE**”, Numizmatičke vijesti, godina 46, broj 1(57), Zagreb, 2004, pp 198-206
40. Van Renesse Rudolf L., “**OPTICAL DOCUMENT SECURITY**“, 3rd ed., Boston, London, Artech house, 2005., ISBN 1-58053-258-6
41. Vila A., Ferrer N., Mantecon J., Breton D., Garcia J.F., „**DEVELOPEMENT OF A FAST AND NON-DESTRUCTIVE PROCEDURE FOR CHARACTERIZING AND DISTINGUISHING ORIGINAL AND FAKE EURO NOTES**“, Analytica Chimica Acta, Volume 559, Issue 2, 16 February 2006, pp 257-263

42. Žiljak Ivana, Mrcelić Željka, Dujić Lucijana, Marincec Petra, Žiljak-Vujić Jana, „[RESEARCH OF MUTANT SCREEN ELEMENT STOCHASTIC APPLICATION](#)“, Proceedings, 19th International DAAAM Symposium: Intelligent Manufacturing & Automation: "Focus on Next Generation of Intelligent Systems and Solutions" / Katalinić, Branko (ur.). Vienna : DAAAM International Vienna, 2008. pp 1553-1554
43. Žiljak Ivana, Pap Klaudio, Žiljak Vilko, „**DOUBLE SEPARATION METHOD FOR TRANSLATION OF THE INFRARED INFORMATION INTO A VISIBLE AREA**“, Journal of Information and Organizational Sciences, 33, ISSN 1846-3312, e-ISSN 1846-9418, UDC 004:005:3, ed Hunjak T., 2009, pp 219-225 (INSPEC, LISA)
44. Žiljak Ivana, Klaudio Pap, Jana Žiljak-Vujić „**INFRARED SECURITY GRAPHICS**“, FotoSoft, ISBN 978-953-7064-11-2, ed. prof. dr. sc. Vilko Žiljak, 2009.
45. Žiljak Ivana, Žiljak-Vujić Jana, Pap Klaudio, „**DESIGN OF SECURITY GRAPHICS WITH INFRARED COLOURS**“, International Circular of Graphic Education and Research Journal, ISSN 1868-0712, 2(2009), pp 24-31, The International Circle of Educational Institutes for Graphic Arts: Technology and Management, W. Faigle (ur). Moscow State University of Printing Arts, Moscow, 2009.
46. Žiljak Ivana, Žiljak-Vujić Jana, Pap Klaudio, „**FLIP FLOP AND SPATIAL (3D) GRAPHICS IN LENTICULAR TECHNIQUE**“, Advances in Printing and Media Technology, Vol. 34, pp. 277-284, Enlund, Nils ; Lovreček M. (ed), Acta Graphica Publishers, Zagreb, 2007., ISBN 978-953-7292-04-1 (ISI Proceeding)
47. Žiljak Ivana, Žiljak-Vujić Jana, Pap Klaudio, „**COLOUR CONTROL WITH DUAL SEPARATION FOR DAYLIGHT AND DAYLIGHT / INFRARED LIGHT**“, Advances in Printing and Media Technology, Vol. 35, pp. 273-278, Enlund, Nils ; Lovreček M. (ed), Association of Research Organizations for the Information, Darmstadt, Germany 2008, ISBN 987-3-9812704-0-2 (ISI Proceeding)
48. Žiljak Stanimirović Ivana, Anayath Rajendrakumar, Bogović Tomislav „**THE INFRAREDESIGN WITH INDIVIDUALISED SCREENING**“ 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1863-1868, Volume 4, ed. Žiljak V., Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.
49. Žiljak-Vujić Jana, Uglješić Vesna, Bernašek Aleksandra, Poldrugáč Petra, Posavec Diana „**THE OLD SHARES SECURITY GRAPHICS APPLIED TO THE NEW SECURITY DOCUMENTS**“, 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1875-1880, Volume 4, ed. Žiljak V., Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.
50. Žiljak-Vujić Jana, Poldrugáč Petra, Koren Tajana, Uglješić Vesna „**SECURITY DESIGN**“ 11<sup>th</sup> International Design Conference – DESIGN 2010, Dubrovnik, May 17-20.2010., pp 1881-1886, Volume 4, ed. Žiljak V., Milčić D., ISBN 978-953-7738-03-7(whole), ISBN 978-953-7738-08-2(Volume 4), Faculty of Graphic Arts, University of Zagreb, FotoSoft doo, Zagreb, 2010.
51. Žiljak Vilko, Sabati Zvonimir, Pogarčić Ivan, Pap Klaudio, Žiljak-Vujić Jana „[PROTECTION OF INFORMATION IN DOCUMENTS BY IMPLEMENTING INDIVIDUAL RASTERING](#)“, Proceedings of the 18th International Conference on Information and Intelligent Systems / Aurer, Boris ; Bača, Miroslav (ur.) Varaždin : Faculty of Organization and Informatics Varaždin, University of Zagreb, 2007. pp: 299-302
52. Žiljak Vilko, Žiljak Ivana, Pap Klaudio, Žiljak-Vujić Jana, „**INFRACRVENI TISAK S PROCESNIM BOJAMA**“, patentna prijava br. P20080466A od 22.09.2008
53. Žiljak Vilko, Pap Klaudio, Žiljak Ivana, Žiljak-Vujić Jana, „**UPRAVLJANJE INFORMACIJAMA U INFRACRVENOM DIJELU SPEKTRA**“, Informatologia 42, ISSN 1330-0067, 2009, 1, pp 1-9, UDK 659.2:681.3:338.24:519.714:007, ed. Plenković M. (INSPEC, LISA, SCOPUS)
54. Žiljak Vilko, Pap Klaudio, „**THE INVESTIGATION OF DOCUMENT AND SECURITY DIGITAL PRINTING PROCEDURES**“, Proceedings of IARIGAI 26<sup>th</sup> Research Conference Munich, pp 3.3.5.1–3.3.5.8 ed. Bristow A., 1999, Munich

55. Žiljak Vilko, Pap Klaudio, Žiljak Ivana "CMYKIR SECURITY GRAPHICS SEPARATION IN THE INFRARED AREA", Infrared Physics and Technology Vol.52. No.2-3, ISSN 1350-4495, Elsevier B.V. DOI:10.1016/j.infrared.2009.01.001, p: 62-69, (2009) (CC, SCI, SCI-Expanded)
56. Žiljak Vilko, Pap Klaudio, Žiljak Vujić Jana, Žiljak Ivana, „**INFRAREDESIGN ILI CMYKIR SEPARACIJA**“, Inovacijska kultura i tehnološki razvoj, Hrvatsko društvo za sustave, ed. Božičević J., ISBN 978-953-6065-32-5, pp 169-174, 2009. CIP NSK 697882
57. Žiljak Vilko, Pap Klaudio, Žiljak Ivana "INFRARED HIDDEN CMYK GRAPHICS", The Imaging Science Journal, ISSN: 1368-2199 Online ISSN: 1743-131X, imsmipa 045.3d DOI: 1179/136821909X12520525092882, p: 20-27 (2010) (CC, SCI-Expanded)
58. Žiljak Vilko, Žiljak Ivana, Pap Klaudio, Žiljak Vujić Jana, „**INFRACRVENO PODRUČJE NA VRIJEDNOSNICAMA IZVEDENO S PROCESNIM BOJAMA**“, TISKARSTVO 08, Zagreb : Akademija tehničkih znanosti hrvatske , 2008. pp 40-41 (ISBN: 978-953-7064-08-2)
59. Žiljak Vilko, „**KUNA, PAPIRNATI NOVAC REPUBLIKE HRVATSKE**“, Hrvatska narodna banka i FS, Zagreb 1994. ISBN 953-6052-14-8
60. Žiljak Vilko, Pap Klaudio i grupa suradnika, „**RAZVOJ I IZVEDBA ORIGINALA DOKUMENATA REPUBLIKE HRVATSKE (PUTOVNICA, DOMOVNICA, OSOBNA ISKAZNICA I OSTALO)**, Hrvatski tiskarski zavod, Zagreb, 1991.
61. Žiljak Vilko, Šutej Miroslav, „**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.
62. Žiljak Vilko, Šutej Miroslav, „**NOVI ZAŠTITNI I SIGURNOSNI ELEMENTI (HOLOGRAM, KINEGRAM, O.V.I.) NA NOVČANICAMA 5, 10 I 20 KUNA**“, Hrvatska narodna banka, Gisecke & Devrient, Germany, izdanje 7. 3. 2001.
63. Žiljak Vilko, Šutej Miroslav, „**NOVI ZAŠTITNI I SIGURNOSNI ELEMENTI NA NOVČANICAMA 50, 100 I 200 KUNA**“, Hrvatska narodna banka, AOBŠ Austrija, izdanje 7. 3. 2002.
64. Žiljak Vilko, Šutej Miroslav, „**NOVI ELEMENTI (MIKROTISAK 10. OBLJETNICE NA POZICIJI VODENOG ZNAKA) NA NOVČANICI OD 10 KUNA**“, Hrvatska narodna banka, Gisecke & Devrient, Germany, izdanje 30. 5. 2004.

### Časopisi:

Dio članaka iz časopisa su autorska djela, a dio su istraživanja i novi proizvodi tvrtki koje izdaju časopise.

65. „**BANKNOTE SUBSTRATES, DURABLE PAPER OR LONG LASTING POLYMER?**“, Infosecura, Intergraf newsletter, Brussels ,2007, pp 4-6
66. „**CASH IS STILL CONSUMERS' CHOICE**“ Exchange, De La Rue, Hampshire, U.K., No. 06, 2005, pp 22-23
67. Brongers D., „**THE LATEST DEVELOPMENTS IN THE WORLD OF BANKNOTES**“, Keesing Journal of Documents & Identity, Keesing Reference Systems, Amsterdam, Netherlands Overview of Banknotes 2003 – 2005
68. „**COMBINING FORCES – COMBIGRAM**“, Exchange, De La Rue, Hampshire, U.K., 2007, pp 16-17
69. Hans De Heij and A. van Gelder, „**NUMBERS ON BANKNOTES. WHAT IS THERE USE? and NUMBERS ON BANKNOTES. WHAT IS THERE USE 2?** Keesing Journal of Documents & Identity, 20-21 / 2006, Keesing Reference Systems, Amsterdam, Netherlands, pp 14-18

70. „**HYBRID SUBSTRATES – THE BEST OF TWO WORLDS**“ Infosecura, Intergraf newsletter, Brussels No. 35, 2007, pp 7-8

71. Jürgen Zerbes, „**MODERN INTAGLIO PRINTING: KEY TECHNOLOGY IN BANKNOTE AND SECURITY PRINTING**“ ,Report, Giesecke & Devrient GmbH, Munich 2/2001, pp 16-17

72. „**LOUISENTHAL INTRODUCES NEW VARIFEYE C2 WINDOW FEATURE**“, Infosecura, Intergraf newsletter, Brussels No.39, 2009, pp 9

73. „**NEW SECURITY FEATURES FOR BANKNOTES GIVE MORE DESIGN CHOICES**“, Infosecura, Intergraf newsletter, Brussels ,no 38, 2008, pp 6

74. „**NEW PARADIGM IN ANTY-COUNTERFEITING**“, Infosecura, Intergraf newsletter, Brussels No.39, 2009, pp 10-11

75. „**POLYMER BANKNOTES – TRUST A NAME**“ Infosecura, Intergraf newsletter, Brussels, No. 35, 2007, pp 7

76. „**THE WELL-WATERED INTAGLIO PRESS**“, Infosecura, Intergraf newsletter, Brussels No.39, 2009, pp 8-9

77. Tidmarsh D., „**MOTION- A STEP NEARER THE HOLY GRAIL OF OVERT SECURITY FEATURES**“, Infosecura, Intergraf, Brussels 2007, pp 7

78. Tom Ferguson, former director of the US Bureau of Engraving and Printing, „**COUNTERFEIT DETERRENCE: LOOKING FOR THE NEXT BIG THING**“, Exchange, De La Rue, Hampshire, U.K., 2006, pp 18-21

79. „**SECURITY: FEEL-A QUICK TEST FOR ANYONE**“, „Report“ Giesecke & Devrient GmbH, Munich , 01/2006, page 6

80. „**SECURITY ON A PLATE**“, Currency News, Vol.1, No.6, Currency Publications Ltd., Shepperton (UK), 2003

81. „**VISION INTAGLIO, A MODULAR CONCEPT FOR HIGH SECURITY PRINTING**“, Infosecura Intergraf newsletter, Brussels No.10, 2006, pp 11

## **Zakoni i propisi:**

82. „**COUNCIL REGULATION (EC) NO 1338/2001 OF 28 JUNE 2001 LAYING DOWN MEASURES NECESSARY FOR THE PROTECTION OF THE EURO AGAINST COUNTERFEITING**“, Official Journal of the European Communities, L 181, Volume 44, 4 July 2001, pp 6-10

83. „**DECISION OF THE EUROPEAN CENTRAL BANK OF 20 MARCH 2003 ON THE DENOMINATIONS, SPECIFICATIONS, REPRODUCTION, EXCHANGE AND WITHDRAWAL OF EURO BANKNOTES (ECB/2003/4)**“, Official Journal of the European Communities, L 78, Volume 46, 25 March 2003, pp 16-19

84. „**KAZNENI ZAKON REPUBLIKE HRVATSKE**“, Narodne novine 110/1997, članak 274. ,275. i 277.

85. „**MEĐUNARODNA KONVENCIJA O SPREČAVANJU KRIVOTVORENJA NOVCA**“, Ženeva, 20.travnja 1929., Narodne novine, Međunarodni ugovori, br. 4/2005.

86. „**ODLUKA O APOENIMA I OSNOVNIM OBILJEŽJIMA NOVČANICA I KOVANOG NOVCA KUNE I LIPE**“, Narodne novine br. 37 /1994.

87. „ODLUKA O RUKOVANJU NOVČANICAMA I KOVANIM NOVCEM KUNA I LIPA NEPRIKLADNIM ZA PROMET“, Narodne novine, br. 22/2002
88. „ODLUKA O POSTUPANJU SA STRANOM GOTOVINOM ZA KOJU POSTOJI SUMNJA DA JE KRIVOTVORENA“, Narodne novine , br. 21/2007
89. „ODLUKA O IZMJENAMA I DOPUNAMA ODLUKE O POSTUPANJU SA STRANOM GOTOVINOM ZA KOJU POSTOJI SUMNJA DA JE KRIVOTVORENA“, Narodne novine , br. 34/2010
90. „[ODLUKA O OSNIVANJU NACIONALNOG CENTRA ZA BORBU PROTIV KRIVOTVORENJA NACIONALNOG CENTRA ZA ANALIZU NOVČANICA I NACIONALNOG CENTRA ZA ANALIZU KOVANOG NOVCA](#)“, Narodne novine, br. 37/2008.
91. „ZAKON O HRVATSKOJ NARODNOJ BANCI“, članak 21., Narodne novine, god. CLXIII, br. 36, Zagreb, 2001.

### **Studije i informacije središnjih banaka**

*Studije središnjih banaka, propisi i razmišljanja stručnjaka direktno uključenih u proces proizvodnje zaštićenih vrijednosnica, nabrojani su zasebno budući da predstavljaju relativno zatvoreno područje. Informacije za financijske institucije nisu dostupne u javnosti, no moguće ih je tražiti na uvid.*

92. Central bank of Malta „DIRECTIVE NO 10 IN TERMS OF THE CENTRAL BANK OF MALTA ACT (CAP.204), BANKNOTE RECYCLING FRAMEWORK“, 27 October 2008
93. „INFORMATION ABOUT COUNTERFEITS WITH WIDE DISTRIBUTION OF THE 50 – EURO – BANKNOTE“, Euro Newsletter 1, NAC, Oesterreichische Nationalbank
94. Hans de Heij, „BANKNOTE DESIGN FOR THE VISUALLY IMPAIRED“ occasional studies, vol. 7/No.2 (2009), De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam, pp 1-167
95. Hans de Heij, „PUBLIC FEED BACK FOR BETTER BANKNOTE DESIGN “ DNB Working Paper, No.104, June 2006, pp 1-45, De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam
96. Hans de Heij, „PUBLIC FEED BACK FOR BETTER BANKNOTE DESIGN 2“ occasional studies, vol. 5/No.2 (2007), pp 1-117, De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam
97. „HOW THE EURO BECAME OUR MONEY“, European Central Bank, Frankfurt am Main, Germany, 2007., ISBN 92-9181-985-9
98. Hrvatska narodna banka, „NAUČIMO PREPOZNATI SUMNJIVE PRIMJERKE NOVCA“, izdavač: Hrvatska narodna banka, Direkcija za izdavačku djelatnost, pp 1-48, tisak: Kratis doo Zagreb, glavni urednik: Boris Raguž
99. „INFORMACIJE O KRIVOTVORENIM NOVČANICAMA OD 100 EURA“, Nacionalni centar za analizu novčanica, Hrvatska narodna banka, informativni letak, pp: 1-4, broj 1., 2009.
100. „INFORMACIJE O KRIVOTVORENIM KOVANICAMA EURA“, Nacionalni centar za analizu kovanog novca, Hrvatska narodna banka, informativni letak, pp 1-4, broj 1., 2009.
101. „INFORMACIJE O KRIVOTVORENIM NOVČANICAMA OD 20 EURA“, Nacionalni centar za analizu novčanica, Hrvatska narodna banka, informativni letak, pp 1-4, broj 2., 2009.

## Magistarski radovi

102. Šop Ernela, „**UPRAVLJANJE NOVČANICAMA U OPTJECAJU**“, Ekonomski fakultet u Zagrebu, pp 1-170, 336.747(043.2);336.741.236(043.2),2005.

103. Žiljak Ivana, „**GRAFIKA DOKUMENATA SA SPOT BOJAMA IZ ULTRAVIOLETNOG PODRUČJA**“, Grafički fakultet, BJB 240798, pp 1-121, project/theme 0128009, Zagreb, 2005.

104. Žiljak-Vujić Jana, „**NOVI VIŠEBOJNI RASTERSKI ELEMENTI U DIZAJNU INDIVIDUALIZACIJE VRIJEDNOSNIH PAPIRA**“, BRN 219825, pp 1-115,project/theme 0128009, Grafički fakultet, Zagreb, 2005.

## Doktorske disertacije

105. Koren Tajana, „**RAZVOJ STEGANOGRAFIJE U TIPOGRAFIJI SA STOHAŠTIČKOM RASPODJELOM INFRACRVENIH BOJA**“, Grafički fakultet, BRN 447441, pp 1-161, project/theme 128-1281957-1961, Zagreb, 2010.

106. Pap Klaudio „**SIMULACIJA HIBRIDNIH I DIGITALNIH SUSTAVA SA SUČELJIMA ZA OBRADU SLIKOVNIH ELEMENATA I RASTERA**“, Fakultet elektrotehnike i računarstva, BRN 172463, pp 1-189, project/theme 0128009, Zagreb, 2004.

107. Žiljak Ivana: „**PROJEKTIRANJE ZAŠTITNE GRAFIKE S PROMJENJIVIM BOJAMA DIGITALNOG TISKA U VIDLJIVOM I NEVIDLJIVOM DIJELU SPEKTRA**“, BRN 329761, pp 1-175, project/theme 128-1281957-1958, Grafički fakultet u Zagrebu, 2007.

108. Žiljak-Vujić Jana, „**MODELIRANJE RASTERSKIH ELEMENATA U STOHAŠTIČKOJ VIŠEBOJNOJ REPRODUKCIJI**“, BJB 329756, pp 1-188, project/theme 128-1281957-1956, 128-1281957-1961, Grafički fakultet, Zagreb,

## Web adrese:

*Web literatura je u pdf obliku sačuvana na priloženom DVD-u, sa stanjem na dan predaje disertacije.*

109. W01 - <http://www.hnb.hr/novcan/hnovcan.htm> (Hrvatska narodna banka)

110. W02 - <http://www.ecb.int/euro/html/materials.en.html> (European Central Bank)

111. W03 - [www.crane.se](http://www.crane.se) (Crane Currency)

112. W04 - <http://www.ecb.int/euro/play/run/html/index.fr.html> (European Central Bank)

113. W05 - <http://www.newmoney.gov/education/default.htm> (United States)

114. W06 - <http://www.hnb.hr/novcan/hnovcan.htm> (Hrvatska narodna banka, Nacionalni program za obuku provjere autentičnosti novca)



## **Povjerljiva dokumentacija:**

*Navedeni su nazivi i izvori povjerljive dokumentacije, no za uvid su potrebne posebne dozvole.*

115. **„COOPERATION AGREEMENT BETWEEN THE EUROPEAN CENTRAL BANK AND THE CROATIAN NATIONAL BANK“**, 2008. / *povjerljivo*

116. **„COMBATING COUNTERFEIT MONEY“**, Martin Weber, Deutsche Bundesbank, September 2009. , / *povjerljivo*

117. **„DIE SICHERHEITSMERKMALE DER EURO-BANKNOTEN UND WIE SIE IMITIERT WERDEN“**, Nationales Analyse Center, Oesterreichische Banknoten-und Sicherheitsdruck GMBH, 2008. / *povjerljivo*

118. **„EUA0100 P00012 GLEICHE VORLAGE WIE EUA0100 P00006 - NEUE SICHERHEITSFOLIE“**, Nationales Analyse Center, Oesterreichische Banknoten-und Sicherheitsdruck GMBH, 2008. / *povjerljivo*

119. Gerhard Frech, **„COUNTERFEIT MONITORING SYSTEM (CMS) SEIZURE TRACKING APPLICATION (SETRA)“**, IT-Development, Oesterreichische Nationalbank 22.11.2007. / *povjerljivo*

113. **„Gustav Klimt“**-specimen 1000, specimen 2000, Oesterreichische Banknoten – und Sicherheitsdruck GMBH, 2004 / *povjerljivo*

120. **„MANUAL OF PROCEDURES FOR REPORTED EURO COUNTERFEITS“**, European Central Bank, Counterfeit Analysis Centre, 15 October 2002 / *povjerljivo*

121. **„ORGANISATIONAL STRUCTURE“**, Martin Mund, European Central Bank, Technical Trainig Podgorica, July 2009, / *povjerljivo*

122. **„PAYMENT BEHAVIOUR IN GERMANY“**, Deutsche Bundesbank cash study, September 2009. / *povjerljivo*

123.. **„PLAN IZRADA NOVČANICA I KOVANOG NOVCA BANKE ZA 2005.“** Hrvatska narodna banka, Zagreb, listopad 2004. / *povjerljivo*

124. **„PRIJEDLOG ZA IZMJENE I DOGRADNJU POSTOJEĆE SERIJE NOVČANICA HRVATSKE KUNE“**, Hrvatska narodna banka, Zagreb, travanj 1999. / *povjerljivo*

125 **„RUNS UMS GELD“**, Grundlagen für Experten zu Bargeld und Fälschungen, Stabilität und Sicherheit, Oesterreichische Nationalbank, DVR 0031577, Wien, 2008 / *povjerljivo*

126. **„SECURITY FEATURES“**, Martin Mund, European Central Bank, Technical Trainig Podgorica, July 2009., / *povjerljivo*

127. Sektor platnog prometa, Direkcija trezora, Odjel nacionalnih centara za borbu protiv krijotvorenja i analizu novčanica i kovanog novca, **„UPUTA ZA RAD SA SUMNJIVIM PRIMJERCIMA NOVČANICA I KOVANOG NOVCA I ZA KORIŠTENJE APLIKACIJE SUSTAV EVIDENCIJE KRIVOTVORINA“**, 2009. / *povjerljivo*

128. **„WISSENWERTES ÜBER ECHE BANKNOTEN UND IHRE FÄLSCHUNGEN“**, schulungsunterlagen für Expertenausbildung, Kommission zur Begutachtung von Banknoten und Wertpapieren, Oesterreichische Nationalbank, Druckerei für Wertpapiere, DVR 0031577, Wien, 1996. / *povjerljivo*

129. **„WIE MACHEN ES DIE FÄLSCHER - REPRODUKTIONSTECHNIKEN“** Nationales Analyse Center, Oesterreichische Banknoten-und Sicherheitsdruck GMBH, 2008. / *povjerljivo*

130. **„WORKFLOW NCC / NAC AUSTRIA“**, Nationales Analyse Center, Oesterreichische Banknoten-und Sicherheitsdruck GMBH, 2008. / *povjerljivo*

131. <http://www.usdollars.uss.gov> - USDollars Note Search Site, United States Secret Service / neophodna lozinka od strane United States Secret Service

## 8. POPIS SLIKA, TABLICA I DIJAGRAMA

### Popis slika

Slika 2. Barijere korištene u eksperimentalnom radu – uređaj docucenter expert Izvor: „Manual PIA 6000, Image Analysis Software for Forensic Laboratories“, Projectina, Switzerland	42
Slika 2. Razmak uvjetovan ručnim slaganjem olovnih linija, detalj francuske novčanice iz 1792 godine, inv.br. G1486. Imitacija bijelog svjetla, uvećanje 7.4 puta.	49
Slika 3. Razmak uvjetovan ručnim slaganjem olovnih linija, detalj krsnog lista iz 1926.godine, privatna arhiva. Imitacija bijelog svjetla, uvećanje 7,4 puta.	49
Slika 4. Tipografski elementi otisnuti knjigotiskom, detalj švedske novčanice iz 1717.godine, inv.br. G1397. Imitacija bijelog svjetla, mikroskop.	50
Slika 5. Tipografski elementi otisnuti knjigotiskom, detalj francuske novčanice iz 1792 godine, inv.br. G1486. Imitacija bijelog svjetla, mikroskop.	50
Slika 6. Detalj pozicije za upis oznake nominalne vrijednosti na banknoti iz 1848.godine, Karlovci, inv.br. 1458. Imitacija dnevnog svjetla, uvećanje 23 puta (A) i detalj pod mikroskopom (B)	51
Slika 7. Digitalni zapis svjedodžbe iz 1934.godine pod imitacijom bijele svjetlosti (A) i različitim IR valnim duljinama; 715 nm(A), 830 nm(B) i 1000 nm(C). Uvećanje 8,7 puta	52
Slika 8. Digitalni zapis svjedodžbe iz 1946.godine pod imitacijom bijele svjetlosti (A) i različitim IR valnim duljinama; 715 nm(A), 780 nm(B) i 830 nm(C). Uvećanje 13 puta.	53
Slika 9. Austrijska novčanica iz 1816.godine, inv.br. 1415. Imitacija bijelog svjetla, uvećanje 2,4 puta.	54
Slika 10. Detalj oznake nominalne vrijednosti na austrijskoj novčanici iz 1816.godine, inv.br. 1415. Imitacija bijelog svjetla, uvećanje 8,7 puta.	54
Slika 11 Austrijska novčanica iz 1825.godine, inv.br. 1414. Koso svjetlo, donji dio lica novčanice, uvećanje 8.7 puta (A), i detalji pod uvećanjem od 19 puta (B,C).	55
Slika 12. Komparacija odaziva boja pod različim valnim duljinama srpske novčanice iz 1893. godine, inv.br. 1465. Bijelo svjetlo s opcijom N (A), IR svjetlo od 715 nm(B), 830 nm(C) i 1000 nm(D).	56
Slika 13 Austrijska novčanica iz 1825.godine, inv.br. G1414. Propusno svjetlo, uvećanje 2,4 puta.	58
Slika 14 Detalj austrijske novčanice od 5 guldena iz 1796.godine, propusno svijetlo, uvećanje 3,4, inv.br. 1422	58
Slika 15 Detalj srpske novčanice iz 1893.godine, inv.br. 1465. Propusno svjetlo, uvećanje 5,9 puta.	59
Slika 16 Detalji austrijske novčanice iz 1796.godine, i.b. 1422, uvećanje 3,4 puta	60
Slika 17 Detalj slijepog tiska na austrijskoj novčanici iz 1825.godine, inv.br. 1414. Obostrano koso svjetlo. Naličje novčanice uvećano 19 puta.	61
Slika 18 Detalj austrijske novčanice iz 1825.godine, inv.br. 1414. Imitacija dnevnog svjetla, uvećanje 8,7 puta (A) i detalj uvećan pod mikroskopom (B).	63
Slika 19. Banknota iz 1848.godine, Karlovci, inv.br. 1458. imitacija dnevnog svjetla, uvećanje 2.4 puta.	64
Slika 20 Doznaka grada Zagreba iz 1919.godine, inv.br. 1449. Imitacija dnevnog svjetla, uvećanje 4,7 puta (A) i detalj pod mikroskopom (B).	64
Slika 21 Doznaka Crne Gore, 1917.godina, inv.br. 1454, imitacija bijelog svjetla. Lice vrijednosnice uvećano 3,4 puta (A) i detalj uvećan 8,7 puta (B). Naličje vrijednosnice uvećano 3,4 puta (C) i detalj uvećan 12 puta (D).	65

Slika 22 Švedska novčanica iz 1717.godine, i.b. 1397, uvećanje 3,4 puta. Imitacija dnevnog svjetla (A), infracrveno svjetlo od 715 nm (B), 830 nm (C) i 1000 nm (D).	67
Slika 23. Lice originalne novčanice od 500 eura sa označenim pozicijama propusnog skaniranja	72
Slika 24. Naličje originalne novčanice od 500 eura sa označenim pozicijama propusnog skaniranja	72
Slika 25. Detalj oznake VL1-E/50C47-11/14 (A) i oznake VL1-E/50C47-1/14 (B)	77
Slika 26. Detalj oznake VL1-E/50C47-11/15 (A) i oznake VL1-E/50C47-1/15 (B)	77
Slika 27. Detalj oznake VL1-E/50C47-11/01 (A) i oznake VL1-E/50C47-1/01 (B)	77
Slika 28. Detalj oznake VL2-E/50C47-11/01 (A) i oznake VL2-E/50C47-1/01 (B)	78
Slika 29. Detalj oznake VL2-E/50C47-11/15 (A) i oznake VL2-E/50C47-1/15 (B)	78
Slika 30. Detalj oznake VL2-E/50C47-11/01 (A) i oznake VL2-E/50C47-1/01 (B)	78
Slika 31. Detalj oznake VN-K/500-185-/3-01 (A) i oznake VN-K/500-185/5-01 (B)	79
Slika 32. Detalj oznake VN-K/500-185-/3-14 (A) i oznake VN-K/500-185/5-14 (B)	79
Slika 33. Detalj oznake VN-K/500-185-/3-15 (A) i oznake VN-K/500- 185/5-15 (B)	79
Slika 34 Detalji krivotvorenih novčanica indikativa C4 broj 2 i 3, P23 broj 1 i K0 broj 1 skanirani pod uvjetom WHITE 100% u video spektralnom i označeni u programu Photoshop, bez korekcije slika	81
Slika 35 Toniranje krivotvorenih novčanica sa slike 33, uvećanje 7,4 puta (A) i 19 puta (B)	82
Slika 36 Toniranje krivotvorenih novčanica, uvećanje 59 puta. Indikativ C4 broj 2 i 3 (A) i indikativ P23 broj 1 i K0 broj 1 (B)	82
Slika 37 Prikaz načina toniranja krivotvorenih novčanica, mikroskop. Indikativ C4 broj 2 (A), indikativ C4 broj 3, indikativ P23 broj 1 i indikativ K0 broj 1 (B)	83
Slika 38 Zaštitne niti na novčanici od 100 000 lira, propusno svjetlo	84
Slika 39.. Krivotvorena novčanica od 200 kuna, broj 516 (A) i krivotvorena novčanica od 500 kuna, broj 181 (B). Detalj reprodukcije zaštitne niti, imitacija bijelog svjetla, uvećanje 59 puta	86
Slika 40. Skenirani detalj krivotvorene novčanice od 100 USD, indikativa 22879B. Imitacija bijelog svjetla (A), propusno svjetlo (B) i UV svjetlo 365 nm (C).	86
Slika 41. Reprodukcija zaštitne niti na krivotvorenoj novčanici od 500 DEM, uvećanje 7.4 puta. Imitacija bijelog svjetla (A), propusno svjetlo (B) i ultraljubičasto svjetlo od 365 nm (C).	87
Slika 42. Reprodukcija mikroslova u pozitivu i negativu na krivotvorenim novčanicama od 200 eura indikativa P3, broj 5 (A), broj 10 (B) i broj 12 (C). Imitacija bijelog svjetla, uvećanje 59 puta.	92
Slika 43 Detalj krivotvorine od 20 EURa indikativa C18 (A) i P2 (B). Uvećanje 36 puta.	92
Slika 44 Detalj krivotvorine od 500 DEM (A), uvećanje 12 puta i 20 britanskih funti (B), uvećanje 19 puta.	93
Slika 45 Detalji prozirnog registra krivotvorenih novčanica od 500 kuna, indikativa 185. Propusno svjetlo, uvećanje 29 puta	94
Slika 46. Reprodukcija prozirnog registra sa problemima u aspektu pasera, propusno svjetlo, uvećanje 36 puta. Krivotvorena novčanica od 500 DEM (A,C) i 200 DEM (B).	95
Slika 47. Reprodukcija prozirnog registra sa problemima u aspektu pasera, propusno svjetlo, uvećanje 13 puta. Krivotvorena novčanica od 50 eura indikativa C47 broj 18 (A), 26 (B) i 1 (C).	96
Slika 48. Reprodukcija holograma na krivotvorenoj novčanici od 20 britanskih funta , uvećanje 7,4 puta. Ring skaniranje (A,B,C,D) i detalj uvećan 29 puta, imitacija bijelog svjetla (E).	96
Slika 49. Reprodukcija holograma na krivotvorenoj novčanici od 200 eura indikativa P3, uvećanje 13 puta.	97
Slika 50. Reprodukcija holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P13, uvećanje 13 puta. Infracrveno svjetlo od 630,645,715,780,830 i 1000 nm.	98

Slika 51. Reprodukcijska holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P7, uvećanje 13 puta. Infracrveno svjetlo od 630,645,715,780,830 i 1000 nm.	98
Slika 52. Reprodukcijska holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P7, uvećanje 13 puta, opcija ring svjetla.	99
Slika 53. Reprodukcijska holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P12, uvećanje 13 puta, opcija ring svjetla.	99
Slika 54. Reprodukcijska holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P7, uvećanje 13 puta, propusno svjetlo.	100
Slika 55. Reprodukcijska holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P13, uvećanje 13 puta, propusno svjetlo.	100
Slika 56. Reprodukcijska holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P7, uvećanje 13 puta, koso obostrano svjetlo.	101
Slika 57. Reprodukcijska holograma na krivotvorenoj novčanici od 100 eura indikativa P13, uvećanje 13 puta, koso obostrano svjetlo.	101
Slika 58. Folija Sparkle Bright SB Clouds pod ring svjetlom (4 faze) i fotokopirani detalj pod imitacijom bijelog svjetla	102
Slika 59. Folija Sparkle Bright SB Abalone pod ring svjetlom (5 faza) i fotokopirani detalj pod imitacijom bijelog svjetla	103
Slika 60. Folija Sparkle Bright SB Borg pod ring svjetlom (5 faza) i fotokopirani detalj pod imitacijom bijelog svjetla	104
Slika 61 Detalji krivotvorina ; UL-E/200P3-37/15 (A), UL-E/200P3-43/15 (B), UL-E/200P1-1/15 (C)	109
Slika 62 Detalji krivotvorina ; UL-E/200P3-37/30 (A), UL-E/200P3-43/30 (B), UL-E/200P1-1/30 (C)	109
Slika 63 Detalji krivotvorina ; UL-E/200P3-37/45 (A), UL-E/200P3-43/45 (B), UL-E/200P1-1/45 (C)	110
Slika 64 Istovremena komparacija detalja krivotvorina indikativa 200 P3 broj 45 i 46 pod UV svjetlom od 365 nm, uvećanje 5.9	110
Slika 65 Istovremena komparacija detalja krivotvorina indikativa 200 P3 broj 45 i 46 pod UV svjetlom od 365 nm, uvećanje 5.9	111
Slika 66 Istovremena komparacija detalja krivotvorina indikativa 200 P3 broj 45 i 46 pod UV svjetlom od 365 nm, uvećanje 5.9	111
Slika 67 Komparacija odaziva boja pod infracrvenim zračenjem originalne novčanice od 100 000 lira i krivotvorine. IR zračenje od 735 nm, original (A), krivotvorina (B). IR zračenje od 830 nm, original (A), krivotvorina (B).	115
Slika 68 Detalji krivotvorine od 20 britanskih funti ; IL-F/20P1-2/69 (A), IL-F/20P1-2/114 (B), IL-F/20P1-2/159 (C)	118
Slika 69 Detalji krivotvorine od 200 kuna, oznake 533, pod imitacijom bijelog svjetla i infracrvenim svjetlom od 715 i 830 nm	121
Slika 70 Detalji krivotvorine od 200 kuna, oznake 529, pod imitacijom bijelog svjetla i infracrvenim svjetlom od 715 i 830 nm	121
Slika 71 Detalji krivotvorine od 200 kuna, oznake 151, pod imitacijom bijelog svjetla i infracrvenim svjetlom od 715 i 830 nm	121
Slika 72 Detalji krivotvorine od 50 eura, infracrveno svjetlo od 830 nm. Indikativ C4 (A), L1 (B), C47 (C), P2 (D), P5 (E) i P12 (F).	122
Slika 73 Komparacija krivotvorenih novčanica od 100 eura indikativa L0 (gore lijevo), P16 (sredina lijevo), P15 (dolje lijevo), P3 (gore desno), C6 (sredina desno) i P12 (dolje desno)	123

Slika 74	Detalji krivotvorenih novčanica od 100 eura. IR 645 (A), IR 715 (B), IR 780 (C), i IR 1000 (D)	123
Slika 75	Donji lijevi dio lica krivotvorenih novčanica od 20 i 50 eura različitih indikativa, infracrveno svjetlo od 830 nm	124
Slika 76	Horizontalna komparacija detalja zastave na krivotvorini od 20 eura P2 (donja slika) i krivotvorinama od 100 eura C6 (A), L0 (B), P3 (C), P12 (D), P15 (E), P16 (F) i P18 (G)	126
Slika 77	Izlaganje infracrvenom zračenju od 830 nm krivotvorine od 20 eura P2 i krivotvorine od 100 eura P18 (A) i P3 (B). Vertikalna komparacija (C) i detalj oznake valute na krivotvorinama 20 P2 i 100 P18	127
Slika 78.	Vodeni znak na novčanici od 200 kuna, propusno svjetlo	135
Slika 79	Detalji sa novčanice od 20 britanskih funti. Portret kraljice Elizabete pod propusnim svjetlom i pod imitacijom dnevnog svjetla	136
Slika 80	Detalj vodenog znaka na novčanici od 20 eura, propusno svjetlo. Prijedlog promjene boja pod dnevnim svjetlom i ultraljubičastim od 365 i 254 nm.	137
Slika 81.	Prijedlog kombiniranja vodenog znaka i infracrvenih boja. Dnevno svjetlo i infracrveno zračenje od 850 i 1000 nm	138
Slika 82.	Prijedlog prozirnog registra sa kontroliranim odazivom u IR spektru. Segmenti na licu novčanice (A), segmenti na naličju novčanice (B), bijelo svjetlo. Prozirni registar pod propusnim svjetlom (C) i odaziv segmenata na licu (D) i naličju (E) pod IR svjetlom od 850 nm.	139
Slika 83	Prijedlog jednotonskog vodenog znaka na otisnutom dijelu novčanice	140
Slika 84	Prijedlog višetonskog vodenog znaka na otisnutom dijelu novčanice	140
Slika 85	Uvećani prikaz rastriranog miniteksta i njegove fotokopije	142
Slika 86	Prijedlog pozicioniranja zaštitnih elemenata. Prijedlog A: kuna zlatica izvedena kao zaštitni element prozirni registar (gore lijevo), hologram (gore desno), optički varijabilna boja (dolje lijevo) i vodeni znak (dolje desno). Prijedlog B: kuna zlatica otisnuta intaglio tiskom (gore lijevo), UV bojom (gore desno), IR bojom (dolje lijevo) i kao latentna slika (dolje desno)	143
Slika 87.	Prijedlog optički varijabilne boje	145
Slika 88.	Prijedlog pozicioniranja hrapavosti na licu novčanica	146
Slika 89.	Prijedlog grupiranja taktilnih elemenata na novčanicama	146
Slika 90.	Prijedlog nominalne vrijednosti otisnute intaglio tiskom (A) i njen odaziv pod IR svjetlom (B)	147
Slika 91.	Prijedlog zaštitne niti pod propusnim (A), UV (B) i IR svjetlom (C)	147
Slika 92	Kontinuirani prijelaz boje na vidljivom svjetlu (A) i pod IR svjetlom od 830 nm (B)	148
Slika 93	Prijedlog broj 1. Imitacija dnevnog svjetla (A), ultraljubičasto svjetlo od 365 nm (B), 313 nm (C) i 254 nm (D).	149
Slika 94.	Prijedlog broj 2. Imitacija dnevnog svjetla (A), ultraljubičasto svjetlo od 365 nm (B), 313 nm (C) i 254 nm (D).	150
Slika 95.	Prijedlog serijskog broja s kombiniranim odazivom u nevidljivom dijelu spektra. Dnevno svjetlo (A), ultraljubičasto svjetlo (B) i infracrveno svjetlo (C).	151
Slika 96.	Prijedlog skrivene numeracije pod vidljivim svjetlom (A), IR svjetlom od 830 nm (B) i očekivana imitacija (C)	154
Slika 97.	Prijedlog skrivene numeracije pod vidljivim svjetlom (A), IR svjetlom od 830 nm (B) i očekivana imitacija (C)	155
Slika 98.	Prijedlog parcijalnog odaziva teksta	155
Slika 99.	Skansirane boje A2, A3 i A4 u ovisnosti o valnim duljinama, otisnute Xeikon digitalnim tiskarskim strojem (izvor: 16, Pap, Žiljak, add, pp 010502-4, slika 4-dio i tabela 1-dio)	158
Slika 100:	Nominalna vrijednost kombiniranih odaziva pod IR svjetlom. Vidljivo svjetlo (A) i IR svjetlo (B)	158

Slika 101. Transformacija informacije u ovisnosti o valnim duljinama, imitacija bijelog svjetla (A), 570 nm (B), 590 nm (C), 610 nm.	161
Slika 102. Transformacija informacije u ovisnosti o valnim duljinama, 630 nm (A), 645 nm (B), 665 nm (C), 695 nm (D), 715 nm (E) i 735 nm (F).	162
Slika 103. Prikaz skrivene informacije pod 780 nm (A), 830 nm (B) i 850 nm (C).	163
Slika 104. Imitacija objekta pod bijelim svjetlom (A), 715 nm (B) i 830 nm (C).	163
Slika 105. Struktura tipografskih elemenata uvećana 95 puta (A) i pod mikroskopom (B).	164
Slika 106. Kontrolirani nanos boje, uvećanje 95 puta. Koso obostrano skaniranje (A), desno koso skaniranje (B) i lijevo koso skaniranje (C).	165
Slika 107. Put nestajanja CMY i K komponenti, uvećanje 47 puta, koso obostrano svjetlo, 570 nm (A), 630 nm (B), 665 nm (C), 695 nm (D), 715 nm (E) i 830 nm (F).	166
Slika 108. Izgled kvadratića boja, stereo mikroskop	167
Slika 109. Put nestajanja i pojavljivanja informacija, uvećanje 3,4 puta. Imitacija bijelog svjetla (A), 570 nm (B), 645 nm (C), 665 nm (D), 695 nm (E), 735 nm (F), 780 nm (G) i 830 nm (H).	168
Slika 110. Imitacija objekta pod bijelim svjetlom (A), 630 nm (B), 715 nm (C) i 830 nm (D).	169
Slika 111. Portret SARA skriven unutar grafike 1000 IR boja, uvećanje 2,9 puta (A), detalj pod mikroskopom (B)	170
Slika 112. Kontinuirani slijed otkrivanja infracrvenog portreta SARA, uvećanje 2,4 puta; 570 nm (A), 590 nm (B), 610 nm (C), 630 nm (D), 645 nm (E), 665 nm (F), 695 nm (G), 715 nm (H), 735 nm (I), 780 nm (J), 830 nm (K) i 850 nm (L).	171
Slika 113. Gubitak informacije skaniranjem šarene grafike, uvećanje 2,4 puta; 630 nm (A), 715 nm (B) i 830 nm (C).	172

## Popis tablica

Tablica 1. Podjela zaštitnih obilježja prvog stupnja prema osjetima	19
Tablica 2. Podjela zaštitnih obilježja prvog stupnja prema načinu provjere	20
Tablica 3. Zaštitna obilježja prema stupnjevima namjene	21
Tablica 4. Specifikacija zaštićenog papira za novčanice kuna	30
Tablica 5. Ispitivanja kakvoće zaštićenog papira	30
Tablica 6. Poznavanje zaštitnih elemenata – anketa	45
Tablica 7. Komparacija tehničkih karakteristika tradicionalnog i digitalnog graviranja	62
Tablica 8. Osnovni parametri za komparaciju reprodukcije vodenog znaka	73
Tablica 9. Popis analiziranih krivotvorina	76
Tabela 10. Kontinuirano nestajanje u ovisnosti o valnim duljinama spektra na detalju zastave krivotvorenih novčanica od 100 eura	125
Tablica 71. Statistički podaci o krivotvorenim novčanicama u razdoblju od 2005. do 2009. godine, podijeljeni prema nominalnoj vrijednosti. Izvor Direkcija trezora, Hrvatska narodna banka	130
Tabela 12. Količine originalnih i krivotvorenih novčanica u optičaju	131
Tablica 13. Novčanice eura u cirkulaciji – izvor Europska središnja banka	141
Tablica 14. Opis kriterija oštećenja novčanica	174

## **Popis dijagrama**

Dijagram 1.	Redoslijed tiska većine vrijednosnica	32
Dijagram 2.	Redoslijed tiska nižih i viših nominalnih vrijednosti eura	33
Dijagram 3.	Proces vještačenja korištenjem digitalne baze podataka	177

## **Popis grafikona**

Grafikon 1.	Prikaz krivotvorina prema nominalnoj vrijednosti od 2005. do 2010.godine	131
Grafikon 2.	Količina (kom) krivotvorenih novčanica izuzeta iz optičaja u posljednjih deset godina	132

## POPIS KRATICA I POJAŠNJENJE POJMOVA

**CMS** – (eng. *Counterfeit Monitoring System*) aplikacija Europske središnje banke za sustavno praćenje registriranih krivotvorina

**CMYK** – (eng. *cyan magenta yellow karbon*) suptraktivni sustav koji je definiran pomoću četiri osnovne komponente cijan, magenta, žuta i karbon. Boje nastaju oduzimanjem (supstrakcijom) komponenti i definiraju se u postotku od 0-100 % intenziteta pojedinih komponenti.

**DIA** – (eng. *transmitted light*) propusno svjetlo

**DOVID** – (eng. *Diffractive optically variable device*) difraktivni element sa optički varijabilnim slikama; termin za označavanje holograma i kinegrama

**ECB** – (eng. *European Central Bank*) Europska središnja banka – **ESB**

**EPI** – (eng. *inclined surface light*) koso površinsko bočno svjetlo

**GCR metoda** – (eng. *Gray Component Replacement*) temelji se na zamjeni CMY boja crnom bojom na sivim (akromatskim) mjestima.

**HNB** – Hrvatska narodna banka

**IR** – (eng. *infrared*) infracrveno zračenje, obuhvaća elektromagnetsko zračenje s valnim duljinama većim od valnih duljina vidljive crvene svjetlosti (570 nm – 770 nm, bliski IR), a manjim od valne duljine radiovalova. Mjeri se od približno 770 nm do 1000 nm.

**ISARD** – (eng. *Intaglio Scanning Anti Recognition Device*) zaštitni element za strojno očitavanje otisnut intaglio tiskom

**LUMI** – (eng. *Luminiscence*) pojava emisije svjetlosti koja nije direktni rezultat žarenja materijala. Može biti izazvana na razne načine, a zapaža se na materijalima koji sadrže ione nečistoće. Pokriva fluorescenciju i fosforescenciju valnih duljina od 380 nm do 570 nm.

Fluorescencija je vidljiva samo za trajanja ekspozicije materijala nekom zračenju npr. UV, a fosforescencija se nastavlja i nakon prestanka ekspozicije bilo dnevnoj svjetlosti ili svjetlosti svjetiljke.

**MUP** – Ministarstvo unutarnjih poslova

**NAC** – Nationales Analyse Center

**NCAN** – Nacionalni centar za analizu novčanica

**NCAK** – Nacionalni centar za analizu kovanog novca

**NCBK** – Nacionalni centar za borbu protiv krivotvorenja

**OeBS** – Oesterreichische Banknoten und Sicherheitsdruck GmbH, Beč, Austrija

**RGB** – (eng. *red green blue*) aditivni sustav koji definira sve boje pomoću tri osnovne: crvene, zelene i plave. Mogu imati vrijednosti od 0 do 255, a njihovim miješanjem tj. dodavanjem (adicijom) nastaju sve ostale boje.

**RETRO** – (eng. *retro reflective*) koristi se za analizu retro reflektivnih površina poput folija.

**RING** – kružno parcijalno osvjetljavanje, služi za analizu DOVID zaštitnih elemenata

**SEK** – (*Sustav Evidencije Krivotvorina*) aplikacija Hrvatske narodne banke za sustavno praćenje krivotvorina prema indikativima



**SETRA** – (eng. *Seizure Tracking Application*) aplikacija Austrijske središnje banke za sustavno praćenje krivotvorina prema indikativima

**OVI** – (eng. *Optically variable ink*) optički varijabilne boje koje mijenjaju boje iz jedne u drugu ovisno o kutu gledanja

**UCA metoda** – (eng. *Under Color Addition*) dodavanje CMY boja na sivim mjestima. Koristi se za pojačavanje doživljaja dubine u CIE-Lab, RGB ili HSB kolor sistemu.

**UCR metoda** – (eng. *Under Color Removal*) temelji se na zamjeni CMY boja crnom bojom na tamnim mjestima.

**UV** – (eng. *ultraviolet*) ultraljubičasto zračenje, obuhvaća elektromagnetsko zračenje s valnim duljinama manjim od vidljive svjetlosti, ali većim od valnih duljina mekih x-zraka. Dijeli se na dugovalno UV (400 nm – 315 nm), srednjevalno (315 nm – 280 nm) ili kratkovalno (< 280 nm).

**WHITE** – imitacija vidljive svjetlosti valnih duljina od 380 nm do 770 nm

## 9. PRILOZI

**Prilog broj 1:** Tablični prikaz skeniranih detalja za krivotvorenu novčanicu od 50 eura indikativa C47 broj 11

OZNAKA ANALIZ. DIJELA	UREĐAJ INSTRUMENT	PARAMETRI				OZNAKA SKENIRANOG DIJELA
		LIGHT	EMISSION	IRIS	ZOOM	
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VL1-E/50C47-11/01
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VL1-E/50C47-11/02
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VL1-E/50C47-11/03
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VL1-E/50C47-11/04
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VL1-E/50C47-11/05
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◄	BG38	6.0	7,4	VL1-E/50C47-11/06
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◄	BG38	6.0	7,4	VL1-E/50C47-11/07
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VL1-E/50C47-11/08
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◄	850	6.0	7,4	VL1-E/50C47-11/09
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◄	850	6.0	7,4	VL1-E/50C47-11/10
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VL1-E/50C47-11/11
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VL1-E/50C47-11/12
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VL1-E/50C47-11/13
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VL1-E/50C47-11/14
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VL1-E/50C47-11/15
VL1-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VL1-E/50C47-11/16
VL1-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VL1-E/50C47-11/17
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VL2-E/50C47-11/01
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VL2-E/50C47-11/02
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VL2-E/50C47-11/03
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VL2-E/50C47-11/04
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VL2-E/50C47-11/05
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◄	BG38	6.0	7,4	VL2-E/50C47-11/06
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◄	BG38	6.0	7,4	VL2-E/50C47-11/07
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VL2-E/50C47-11/08
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◄	850	6.0	7,4	VL2-E/50C47-11/09
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◄	850	6.0	7,4	VL2-E/50C47-11/10
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VL2-E/50C47-11/11
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VL2-E/50C47-11/12
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VL2-E/50C47-11/13
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VL2-E/50C47-11/14
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VL2-E/50C47-11/15
VL2-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VL2-E/50C47-11/16
VL2-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VL2-E/50C47-11/17
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	13	VL3-E/50C47-11/01
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VL3-E/50C47-11/02
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VL3-E/50C47-11/03
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	95	VL3-E/50C47-11/04
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	13	VL3-E/50C47-11/05
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◄	BG38	6.0	13	VL3-E/50C47-11/06
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◄	BG38	6.0	13	VL3-E/50C47-11/07
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	13	VL3-E/50C47-11/08
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◄	850	6.0	13	VL3-E/50C47-11/09
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◄	850	6.0	13	VL3-E/50C47-11/10
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	13	VL3-E/50C47-11/11
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	13	VL3-E/50C47-11/12
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	13	VL3-E/50C47-11/13
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	13	VL3-E/50C47-11/14
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	13	VL3-E/50C47-11/15
VL3-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VL3-E/50C47-11/16
VL3-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VL3-E/50C47-11/17
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VN1-E/50C47-11/01
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VN1-E/50C47-11/02
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VN1-E/50C47-11/03
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VN1-E/50C47-11/04
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VN1-E/50C47-11/05
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◄	BG38	6.0	7,4	VN1-E/50C47-11/06
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◄	BG38	6.0	7,4	VN1-E/50C47-11/07
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VN1-E/50C47-11/08
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◄	850	6.0	7,4	VN1-E/50C47-11/09
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◄	850	6.0	7,4	VN1-E/50C47-11/10
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VN1-E/50C47-11/11
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VN1-E/50C47-11/12
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VN1-E/50C47-11/13
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VN1-E/50C47-11/14
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VN1-E/50C47-11/15
VN1-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VN1-E/50C47-11/16
VN1-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VN1-E/50C47-11/17
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VN2-E/50C47-11/01
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VN2-E/50C47-11/02
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VN2-E/50C47-11/03

VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VN2-E/50C47-11/04
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VN2-E/50C47-11/05
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	7,4	VN2-E/50C47-11/06
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	7,4	VN2-E/50C47-11/07
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VN2-E/50C47-11/08
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	7,4	VN2-E/50C47-11/09
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	7,4	VN2-E/50C47-11/10
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VN2-E/50C47-11/11
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VN2-E/50C47-11/12
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VN2-E/50C47-11/13
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VN2-E/50C47-11/14
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VN2-E/50C47-11/15
VN2-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VN2-E/50C47-11/16
VN2-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VN2-E/50C47-11/17
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	13	VN3-E/50C47-11/01
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VN3-E/50C47-11/02
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VN3-E/50C47-11/03
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	95	VN3-E/50C47-11/04
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	13	VN3-E/50C47-11/05
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	13	VN3-E/50C47-11/06
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	13	VN3-E/50C47-11/07
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	13	VN3-E/50C47-11/08
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	13	VN3-E/50C47-11/09
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	13	VN3-E/50C47-11/10
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	13	VN3-E/50C47-11/11
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	13	VN3-E/50C47-11/12
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	13	VN3-E/50C47-11/13
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	13	VN3-E/50C47-11/14
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	13	VN3-E/50C47-11/15
VN3-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VN3-E/50C47-11/16
VN3-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VN3-E/50C47-11/17

**Prilog broj 2:** Tablični prikaz skeniranih detalja za krivotvorenu novčanicu od 50 eura indikativa C47 broj 1

OZNAKA ANALIZ. DIJELA	UREĐAJ INSTRUMENT	PARAMETRI				OZNAKA SKENIRANOG DIJELA
		LIGHT	EMISSION	IRIS	ZOOM	
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VL1-E/50C47-1/01
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VL1-E/50C47-1/02
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VL1-E/50C47-1/03
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VL1-E/50C47-1/04
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VL1-E/50C47-1/05
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	7,4	VL1-E/50C47-1/06
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	7,4	VL1-E/50C47-1/07
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VL1-E/50C47-1/08
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	7,4	VL1-E/50C47-1/09
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	7,4	VL1-E/50C47-1/10
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VL1-E/50C47-1/11
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VL1-E/50C47-1/12
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VL1-E/50C47-1/13
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VL1-E/50C47-1/14
VL1-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VL1-E/50C47-1/15
VL1-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VL1-E/50C47-1/16
VL1-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VL1-E/50C47-1/17
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VL2-E/50C47-1/01
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VL2-E/50C47-1/02
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VL2-E/50C47-1/03
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VL2-E/50C47-1/04
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VL2-E/50C47-1/05
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	7,4	VL2-E/50C47-1/06
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	7,4	VL2-E/50C47-1/07
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VL2-E/50C47-1/08
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	7,4	VL2-E/50C47-1/09
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	7,4	VL2-E/50C47-1/10
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VL2-E/50C47-1/11
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VL2-E/50C47-1/12
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VL2-E/50C47-1/13
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VL2-E/50C47-1/14
VL2-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VL2-E/50C47-1/15
VL2-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VL2-E/50C47-1/16
VL2-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VL2-E/50C47-1/17
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	13	VL3-E/50C47-1/01
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VL3-E/50C47-1/02
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VL3-E/50C47-1/03
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	95	VL3-E/50C47-1/04
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	13	VL3-E/50C47-1/05
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	13	VL3-E/50C47-1/06
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	13	VL3-E/50C47-1/07

VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	13	VL3-E/50C47-1/08
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	13	VL3-E/50C47-1/09
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	13	VL3-E/50C47-1/10
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	13	VL3-E/50C47-1/11
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	13	VL3-E/50C47-1/12
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	13	VL3-E/50C47-1/13
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	13	VL3-E/50C47-1/14
VL3-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	13	VL3-E/50C47-1/15
VL3-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VL3-E/50C47-1/16
VL3-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VL3-E/50C47-1/17
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VN1-E/50C47-1/01
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VN1-E/50C47-1/02
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VN1-E/50C47-1/03
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VN1-E/50C47-1/04
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VN1-E/50C47-1/05
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	7,4	VN1-E/50C47-1/06
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	7,4	VN1-E/50C47-1/07
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VN1-E/50C47-1/08
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	7,4	VN1-E/50C47-1/09
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	7,4	VN1-E/50C47-1/10
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VN1-E/50C47-1/11
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VN1-E/50C47-1/12
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VN1-E/50C47-1/13
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VN1-E/50C47-1/14
VN1-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VN1-E/50C47-1/15
VN1-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VN1-E/50C47-1/16
VN1-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VN1-E/50C47-1/17
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VN2-E/50C47-1/01
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VN2-E/50C47-1/02
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VN2-E/50C47-1/03
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VN2-E/50C47-1/04
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VN2-E/50C47-1/05
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	7,4	VN2-E/50C47-1/06
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	7,4	VN2-E/50C47-1/07
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VN2-E/50C47-1/08
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	7,4	VN2-E/50C47-1/09
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	7,4	VN2-E/50C47-1/10
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VN2-E/50C47-1/11
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VN2-E/50C47-1/12
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VN2-E/50C47-1/13
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VN2-E/50C47-1/14
VN2-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VN2-E/50C47-1/15
VN2-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VN2-E/50C47-1/16
VN2-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VN2-E/50C47-1/17
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	13	VN3-E/50C47-1/01
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VN3-E/50C47-1/02
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VN3-E/50C47-1/03
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	95	VN3-E/50C47-1/04
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	13	VN3-E/50C47-1/05
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	13	VN3-E/50C47-1/06
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	13	VN3-E/50C47-1/07
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	13	VN3-E/50C47-1/08
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	13	VN3-E/50C47-1/09
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	13	VN3-E/50C47-1/10
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	13	VN3-E/50C47-1/11
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	13	VN3-E/50C47-1/12
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	13	VN3-E/50C47-1/13
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	13	VN3-E/50C47-1/14
VN3-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	13	VN3-E/50C47-1/15
VN3-E	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VN3-E/50C47-1/16
VN3-E	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VN3-E/50C47-1/17

**Prilog broj 3:** Tablični prikaz skeniranih detalja za krivotvorenu novčanicu od 500 kuna oznake 185 broj 3

OZNAKA ANALIZ. DIJELA	UREĐAJ INSTRUMENT	PARAMETRI				OZNAKA SKENIRANOG DIJELA
		LIGHT	EMISSION	IRIS	ZOOM	
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VL-K/500-185-3/01
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VL-K/500-185-3/02
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VL-K/500-185-3/03
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VL-K/500-185-3/04
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VL-K/500-185-3/05
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	7,4	VL-K/500-185-3/06
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	7,4	VL-K/500-185-3/07
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VL-K/500-185-3/08
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	7,4	VL-K/500-185-3/09
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	7,4	VL-K/500-185-3/10
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VL-K/500-185-3/11

VL-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VL-K/500-185-3/12
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VL-K/500-185-3/13
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VL-K/500-185-3/14
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VL-K/500-185-3/15
VL-K	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VL-K/500-185-3/16
VL-K	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VL-K/500-185-3/17
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VN-K/500-185-3/01
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VN-K/500-185-3/02
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VN-K/500-185-3/03
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VN-K/500-185-3/04
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VN-K/500-185-3/05
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	7,4	VN-K/500-185-3/06
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	7,4	VN-K/500-185-3/07
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VN-K/500-185-3/08
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	7,4	VN-K/500-185-3/09
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	7,4	VN-K/500-185-3/10
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VN-K/500-185-3/11
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VN-K/500-185-3/12
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VN-K/500-185-3/13
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VN-K/500-185-3/14
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VN-K/500-185-3/15
VN-K	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VN-K/500-185-3/16
VN-K	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VN-K/500-185-3/17

**Prilog broj 4:** Tablični prikaz skeniranih detalja za krivotvorenu novčanicu od 500 kuna oznake 185 broj 5

OZNAKA ANALIZ. DIJELA	UREĐAJ INSTRUMENT	PARAMETRI				OZNAKA SKENIRANOG DIJELA
		LIGHT	EMISSION	IRIS	ZOOM	
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VL-K/500-185-5/01
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VL-K/500-185-5/02
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VL-K/500-185-5/03
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VL-K/500-185-5/04
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VL-K/500-185-5/05
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	7,4	VL-K/500-185-5/06
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	7,4	VL-K/500-185-5/07
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VL-K/500-185-5/08
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	7,4	VL-K/500-185-5/09
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	7,4	VL-K/500-185-5/10
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VL-K/500-185-5/11
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VL-K/500-185-5/12
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VL-K/500-185-5/13
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VL-K/500-185-5/14
VL-K	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VL-K/500-185-5/15
VL-K	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VL-K/500-185-5/16
VL-K	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VL-K/500-185-5/17
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	7,4	VN-K/500-185-5/01
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	23	VN-K/500-185-5/02
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	47	VN-K/500-185-5/03
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	WHITE	BG38	8.0	59	VN-K/500-185-5/04
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	BG38	6.0	7,4	VN-K/500-185-5/05
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	BG38	6.0	7,4	VN-K/500-185-5/06
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	BG38	6.0	7,4	VN-K/500-185-5/07
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►	850	6.0	7,4	VN-K/500-185-5/08
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ◀	850	6.0	7,4	VN-K/500-185-5/09
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	EPI ►◀	850	6.0	7,4	VN-K/500-185-5/10
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	715	4.0	7,4	VN-K/500-185-5/11
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	830	4.0	7,4	VN-K/500-185-5/12
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	IR	1000	4.0	7,4	VN-K/500-185-5/13
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	DIA	BG38	8.0	7,4	VN-K/500-185-5/14
VN-K	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	BG38	2.5	7,4	VN-K/500-185-5/15
VN-K	STEREO MIKROSKOP	WHITE			MAX	VN-K/500-185-5/16
VN-K	STEREO MIKROSKOP	DIA			MAX	VN-K/500-185-5/17

**Prilog broj 5:** Tablični prikaz skeniranih detalja za krivotvorene novčanice od 200 eura indikativa P3 ( broj 37 i 43) i P1 broj 1

OZNAKA ANALIZ. DIJELA	UREĐAJ INSTRUMENT	PARAMETRI					OZNAKA SKENIRANOG DIJELA
		LIGHT	EXCITATION	EMISSION	IRIS	ZOOM	
UL1-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 365	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P3-37/01









UL5-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P1-1/35
UL6-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P1-1/36
UL7-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P1-1/37
UL8-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P1-1/38
UL9-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P1-1/39
UL10-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P1-1/40
UL11-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P1-1/41
UL12-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P1-1/42
UL13-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P1-1/43
UL14-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P1-1/44
UL15-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UL-E/200P1-1/45
UN1-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/31
UN2-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/32
UN3-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/33
UN4-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/34
UN5-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/35
UN6-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/36
UN7-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/37
UN8-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/38
UN9-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/39
UN10-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/40
UN11-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/41
UN12-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/42
UN13-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/43
UN14-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/44
UN15-E	DOCUCENTER EXPERT	UV 254	DOCU	BG38	2.5	8.7	UN-E/200P1-1/45

**Prilog broj 6:** Tablični prikaz skeniranih detalja za krivotvorenu novčanicu od 20 britanskih funti indikativa P1, broj 1

OZNAKA ANALIZ. DIJELA	UREĐAJ INSTRUMENT	PARAMETRI					OZNAKA SKENIRANOG DIJELA
		LIGHT	EXCITATION	EMISSION	IRIS	ZOOM	
UL1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/01
UL2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/02
UL3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/03
UL4-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/04
UL5-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/05
UL6-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/06
UL7-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/07
UL8-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/08
UL9-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/09
UL10-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/10
UL11-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/11
UL12-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/12
UL13-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/13
UL14-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/14
UL15-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/15
UN1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/1
UN2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/2
UN3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/3
UN4-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/4
UN5-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/5
UN6-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/6
UN7-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/7
UN8-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/8
UN9-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/9
UN10-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/10
UN11-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/11
UN12-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/12
UN13-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/13
UN14-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/14
UN15-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	570	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/15
UL1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/16
UL2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/17
UL3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/18
UL4-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/19
UL5-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/20
UL6-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/21
UL7-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/22
UL8-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/23
UL9-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/24
UL10-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/25
UL11-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/26
UL12-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/27
UL13-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	590	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/28









UL8-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/188
UL9-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/189
UL10-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/190
UL11-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/191
UL12-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/192
UL13-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/193
UL14-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/194
UL15-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IL-F/20P1-2/195
UN1-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/181
UN2-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/182
UN3-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/183
UN4-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/184
UN5-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/185
UN6-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/186
UN7-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/187
UN8-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/188
UN9-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/189
UN10-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/190
UN11-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/191
UN12-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/192
UN13-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/193
UN14-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/194
UN15-E	DOCUCENTER EXPERT	IR	DOCU	1000	4.0	8.7	IN-F/20P1-2/195

## 10. ŽIVOTOPIS

Petra Poldrugač, stručni suradnik u Hrvatskoj narodnoj banci, rođena je 05.09.1975. godine u Zagrebu. Maturirala je u Gornjogradskoj gimnaziji u Zagrebu. Diplomski studij upisuje 1994.godine na Grafičkom fakultetu u Zagrebu. Diplomirala je na temu „Dokumentacija za praćenje kvalitete u tiskari“, pod mentorstvom Diane Milčić, prof.dr.sc., nakon čega upisuje doktorski studij.

Zapošljava se 1998. godine u obrtu „Hogar 2“, a 2000.godine prelazi u odjel računovodstva dječjeg vrtića „Vjeverica“. Od 2002. godine zaposlena je u Financijskoj agenciji, gdje započinje sustavno proučavanje krivotvorenih novčanica. U Odjel trezora Hrvatske narodne banke prelazi 2008. godine. Sudjeluje u oformljavanju Odjela nacionalnih centara za borbu protiv krivotvorenja i analizu novčanica i kovanog novca. Stručno osposobljavanje za vještačenje novčanica provodi u Beču u Nacionalnom centru za analizu Austrijske središnje banke i tiskari novčanica Oesterreichische Banknoten und Sicherheitsdruck GmbH (OeBS). Održala je niz predavanja na međunarodnim i domaćim skupovima, te je autor slijedećih znanstvenih radova:

Znanstveni rad objavljen u časopisu citiranom u tercijarnim publikacijama

1. **P. Poldrugač**, E. Šop, „INFRARED BARRIER SCANNING OF CONTINUOUS COLOR DISAPPEARING ON FORGERY VALUABLES“, pp 125-131, Technical Gazette, Vol. 18 No.1 (2011), ISSN 1330-3651

Znanstveni rad objavljen u časopisu citiranom u sekundarnim publikacijama

2. **P.Poldrugač**, I.Ž. Stanimirović, „COUNTERFEIT BANKNOTES TYPOGRAPHY“, //Acta Graphica 22 (2011), ISSN 0353-4707

3. **P. Poldrugač**, A. Koren, I. Žiljak, T. Koren, " INFORMACIJE NA VRIJEDNOSNICAMA I NJIHOVA ZAŠTITA ", // Informatologia. 43, (2010), ISSN 1330-0067, 3; Vol. 43, No. 3., p.160-169: (ed. M. Plenković)

4. **P. Poldrugač**, M. Barišić, J.Ž. Vujić, „TIPOGRAFIJA HRVATSKIH KRSNIH LISTOVA, DOMOVNICA I SVJEDODŽBI IZ PRVE POLOVICE 20. STOLJEĆA“, // Libellarium, Godište II, svezak 1, ed. Z.Velagić, ISSN 1846-8527, UDK 002.2:930.85, p. 81-110, Zadar, 2009

Znanstveni rad recenziran, objavljen u zborniku radova s međunarodnog znanstvenog skupa

5. **P. Poldrugač**, E. Šop, „ TECHNOLOGY FOR TACTILITY IN SECURITY PRINTING“, TISKARSTVO 2011 / V.Žiljak (ed.), Stubičke toplice - Zagreb : Akademija tehničkih znanosti hrvatske, Grafički fakultet Zagreb, Athens technological educational institute (ATEI) the department of graphic arts technology Greece, Print media academy Heidelberg India, Faculty of tehcnical science University of Novi Sad RS , 2011.

6. **P.Poldrugač**, J.Ž.Vujić, »EXPERIENCES OF COUNTERFEITING IN CROATIA AND NEW SECURITY FEATURES IN THE PROTECTION OF DOCUMENTS“, 11 th annual Security Printing & Alternative Solutions in Central & Eastern Europe and Russia, January 2011, Zagreb (PIRA)

7. J. Žiljak-Vujić, V. Uglješić, A. Bernašek, **P. Poldrugač**, D. Posavec "THE OLD SHARES SECURITY GRAPHICS APPLIED TO THE NEW SECURITY DOCUMENTS" Proceedings of the 11 th International Design Conference DESIGN 2010, Workshop: Design Graphics with security elements, Vol.4, p: 1875-1880, (ed. V. Žiljak, D. Milčić), ISBN: 978-953-96020-8-4, Dubrovnik, (2010)

8. J. Žiljak-Vujić, **P. Poldrugač**, T. Koren, V. Uglješić, "SECURITY DESIGN" Proceedings of the 11 th International Design Conference DESIGN 2010, Workshop: Design Graphics with security elements, Vol.4, p: 1881-1886, (ed. V. Žiljak, D. Milčić), ISBN: 978-953-96020-8-4, Dubrovnik, (2010)

Znanstveni rad recenziran, objavljen u zborniku radova s domaćeg znanstvenog skupa

9. **Poldrugač**, I. Žiljak Stanimirović: "TEHNOLOGIJE VJEŠTAČENJA KRIVOTVORINA", TISKARSTVO 2010 / V. Žiljak (ur.), Stubičke toplice - Zagreb : Akademija tehničkih znanosti hrvatske, Centar za grafičko inženjerstvo, Grafički fakultet , 2010. pp. 29, ISBN: 978-953-7064-14-3, NSK: 703787

10. **P. Poldrugač**, N. Stanić Loknar: "KRIVOTVORENE GRAFIKE IZ PODRUČJA VRIJEDNOSNICA", TISKARSTVO 2010 / V. Žiljak (ur.), Stubičke toplice - Zagreb : Akademija tehničkih znanosti hrvatske, Centar za grafičko inženjerstvo, Grafički fakultet , 2010. pp. 44, ISBN: 978-953-7064-14-3, NSK: 703787

Djeluje na području uvođenja europskih regulativa u vještačenje novčanica na području Republike Hrvatske, kao i poboljšanje istih. Autor je niza stručnih radova, od kojih je izdvojeno:

11. **P. Poldrugač**, M. S. Božičević „UPUTE ZA RAD SA SUMNJIVIM PRIMJERCIMA NOVČANICA I KOVANOG NOVCA I ZA KORIŠTENJE APLIKACIJE SEK“, Nacionalni centar za borbu protiv krivotvorenja, analizu novčanica i kovanog novca, Hrvatska narodna banka, Zagreb, 2009.
12. **P. Poldrugač** „KNJIGA TISKARSKIH GREŠAKA NA KRIVOTVORENIM NOVČANICAMA“, Nacionalni centar za analizu novčanica, HNB, Zagreb, 2009
13. **P. Poldrugač** et al. „INFORMACIJE O KRIVOTVORENIM NOVČANICAMA OD 100 EURA“, pp: 1-4, broj 1., 2009
14. **P. Poldrugač** et al. „INFORMACIJE O KRIVOTVORENIM NOVČANICAMA OD 20 EURA“, pp: 1-4, broj 2., 2009
15. **P. Poldrugač** „The Probable Relationship of EUA20 P2 & EUA100 P18“

Aktivno sudjeluje u realizaciji stručnih projekata provođenjem Nacionalnog programa za obuku zaposlenika banaka i financijskih institucija za postupak provjere autentičnosti novčanica i kovanog novca, od 2009. godine i specijalističke obuke: Novčanice američkog dolara i proizvodnja papirnih novčanica, od 2010. godine. U tu je svrhu dosad održala više od 30 stručnih seminara predstavnicima financijskih i kreditnih institucija, te djelatnicima Ministarstva unutarnjih poslova.

Od 2010. godine izvodi vježbe i seminare na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u svojstvu honorarnog asistenta.