

Проф. др Ивана БЈЕЛОВУК<sup>4</sup>

Криминалистичко-полицијски универзитет, Београд

Доц. др Јелена ЛАМОВЕЦ

Криминалистичко-полицијски универзитет, Београд

Радомир ВАСОВИЋ

Министарство унутрашњих послова Републике Србије

ДОИ: 10.5937/bezbednost2303029В

УДК: 343.982.34 343.982.3:669.37

Оригинални научни рад

Примљен: 2. 2. 2023. године

Ревизија: 3. 9. 2023. године

Датум прихватања: 13. 11. 2023. године

## Визуелизација латентних трагова папиларних линија на бакарним површинама таложењем метала

**Апстракт:** При контакту папиларних линија на кожи прстију, дланова и табана и додирнуће површине настаје трај папиларних линија, који може да се користи за идентификацију особе која га је оставила. Квалитет и употребљивост траја за идентификацију зависи од многа фактора. У циљу оправданости истраживања даје се статистички преглед броја извршених увиђаја на месту догађаја са пронађеним трајовима уопште, као и број пронађених трајова папиларних линија. С обзиром на то да је број пронађених трајова папиларних линија на месту догађаја на одређеном нивоу на територији ПУ за град Београд веома велики, а процена идентификације лица на основу трајова папиларних линија једноцифрен, постоји простор за његово повећање. Успешност идентификације би могла да буде побољшана увођењем нових метода за визуелизацију (изазивање) латентних трајова папиларних линија. У раду је даје преглед постојећих метода за визуелизацију латентних трајова папиларних линија на месту догађаја, као и поређење појединих метода за визуелизацију латентних трајова папиларних линија на металним површинама, конкретно бакру. У експерименту су

<sup>4</sup> ivana.bjelovuk@kpu.edu.rs

*коришћене методе таложења метала и примене дактилоскопских (конвенционалних) прашкова, и то на бази уљеника на металној површини као што је бакар. Извршено је поређење изазваних прагова и одређен је њихов квалитет, односно пошеницијал за идентификацију.*

**Кључне речи:** прагови папиларних линија, визуелизација, метална површина, бакар, дактилоскопски прашкови, таложење метала.

## Увод

Трагови папиларних линија могу се наћи на металним површинама код деликата са елементима насиља – на хладном или ватреном оружју, муницији и површинама неких украсних предмета. Како трагови папиларних линија представљају важан материјални доказ (Kesić, Bjelovuk, Marinković, 2020), испитивање ефикасности појединих метода за визуелизацију латентних трагова папиларних линија веома је значајно. Механизам настанка трага папиларних линија заснива се на чињеници да услед неравнотеже између кохезионих (силе између честица истих супстанци, у овом случају честица зноја) и адхезионих сила (силе између честица различитих супстанци, у овом случају зноја и коже односно зноја и подлоге) долази до одвајања слоја зноја од коже, односно папиларних линија. Папиларне линије, без обзира на то да ли се налазе на кожи прстију, дланова или табана, стално су влажне јер су прекривене слојем зноја. У контакту са додирнутом површином настаје траг папиларних линија. Управо та влага и омогућава адхезију током процеса визуелизације (изазивања латентних трагова папиларних линија), тако да су свежи трагови много лакши за визуелизацију.

Према Бусарчевићу и Симоновићу трагови се могу поделити на трагове обличја (одрази), трагове хемијских супстанци, трагове који чине делове целине и биолошке трагове (Бусарчевић, et al, 2001: 36; Симоновић, 2004: 344). Траг папиларних линија се може посматрати двојачо – и као траг супстанце (зној) и као морфолошки траг (траг обличја). Невидљиви или латентни трагови папиларних линија настају преношењем зноја са папиларних линија на додирнути предмет, односно у контакту чистих руку/ногу (без рукавица/чарапа/обуће и обојених супстанци на кожи) и предмета. Хемијски

састав зноја је такав да се разликује од човека до човека (Љуштина, 2006) и садржи воду у највећем проценту ( $H_2O$ , и то 99%), кухињску со ( $NaCl$ ), калијум-хлорид ( $KCl$ ), сулфате, масне киселине, беланчевине и друге хемикалије зависно од тога како се особа храни, да ли и у којој мери конзумира лекове или алкохол, користи козметичка средства и сл. (Машковић, 2013). Квалитет трага папиларних линија зависи од много фактора као што је, на пример, физичко стање папиларних линија на кожи, јачина притиска на подлогу и количина зноја на папиларним линијама, с тим да превише зноја на трагу може довести до тога да траг буде неподесан за идентификацију, јер су идентификационе карактеристике недовољно изражене. Такође, на квалитет трага папиларних линија утиче и то да ли је површина порозна или није, као и финоћа обраде површине, односно карактер неравнина подлоге. Квалитет трага папиларних линија је у директној вези са бројем јасно изражених идентификационих карактеристика на трагу, које треба да се подударе са карактеристикама на отиску по локацији и врсти. Да би се успешно извршила идентификација лица на основу трага папиларних линија према Балтазаровом критеријуму, који се традиционално примењује, довољан број идентификационих карактеристика на трагу је 12.

На глатким, компактним и равним површинама, као што су стакло, емајл, керамика, порцулан, машински фино обрађен метал, пластика, офарбане или излакиране подлоге и сл., зној са папиларних линија преноси се готово тренутно, те је за формирање квалитетног трага довољан само додир (Бјеловук, 2022). Такви трагови се најпре уочавају голим оком, помоћу оптичких помагала или специјалним светлосним изворима из области видљивог или невидљивог дела спектра. Проналажење трагова папиларних линија врши се: мисаоном реконструкцијом, прегледом места догађаја (визуелно, помоћу лупе и уређаја са извором светлости у области видљивог или УВ светла, *dactylight*, *polylight* и др.), при чему је веома корисна и сарадња са криминалистичким инспектором у смислу коришћења изјава очевидаца и оштећеног, камера са видео-надзора и сл.

Пошто су латентни трагови папиларних линија тешко уочљиви, практично невидљиви, да би се могли фиксирати морају се претходно учинити видљивим поступком визуелизације, односно

„изазивањем”. Визуелизација латентних трагова папиларних линија врши се применом различитих метода, које се грубо могу поделити на физичке и хемијске (Митровић, Ступар, 2002). У стручној литератури може се наћи и подела на физичке, хемијске и физичко-хемијске методе (Чимбуровић, et al., 2011). Савремени приступ овој проблематици дефинисао је поделу на оптичке, физичке, хемијске и физичко-хемијске методе за откривање трагова папиларних линија (Christofidis, Morissey, Birkett, 2018). Избор и примена одређене методе у конкретном случају зависиће од тога на каквој су подлози остављени трагови папиларних линија.

Топографија, односно текстура подлоге, али и присуство електрицитета, утицаће на примену физичких метода, конкретно примену дактилоскопских прашкова. Присуство пуниоца и адитива у рециклираној пластици и папиру значајно утиче на резултате примене физичко-хемијских метода, као што су вакуумско таложење метала (*vacuum metal deposition* – VMD), таложење више метала (*multimetal deposition* – MMD) и примена физичког развијача (*Physical Developer* – PD).

Форензичка обрада и визуелизација латентних трагова папиларних линија на различитим металним површинама постале су последњих година предмет многих форензичких истраживања (Fischer, Oetken, 2019). На металним површинама на којима се врши визуелизација латентних трагова папиларних линија успех је мањи од очекиваног. Иако се метали могу сматрати непорозним површинама, они се разликују од других непорозних површина по томе што многи метали и њихове легуре хемијски реагују са трагом (Bleay, et al., 2019). Управо због тога је у овом раду посебна пажња поклоњена могућностима визуелизације латентних трагова папиларних линија на непорозним површинама какве су металне, у овом случају трагова на бакарним подлогама.

За проналажење и изазивање (визуелизацију) латентних трагова папиларних линија на непорозним површинама примењују се следеће методе: визуелно испитивање, флуоресцентно испитивање, вакуумско таложење метала, употреба дактилоскопских прашкова и њихових суспензија, употреба цијаноакрилатних естара, тј. супер-лепак. ([https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/936196/2020\\_Oct\\_Dstl\\_Fingermark\\_Visualisation\\_Newsletter\\_\\_6\\_v1.0\\_O.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/936196/2020_Oct_Dstl_Fingermark_Visualisation_Newsletter__6_v1.0_O.pdf))

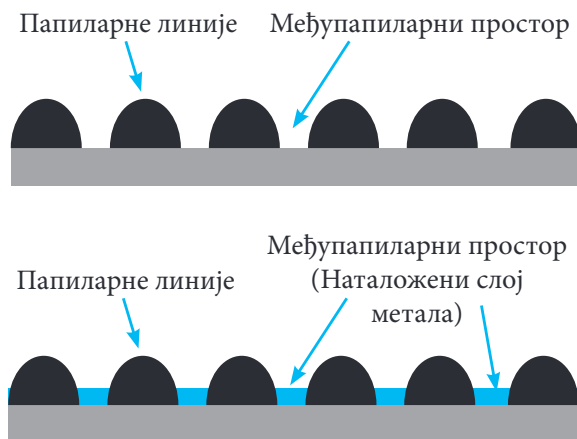
Визуелно испитивање подразумева примену оптичких метода у области видљивог дела спектра, док флуоресцентно испитивање подразумева коришћење метода у области ван видљивог дела спектра. Вакуумско таложење метала је процес који се одвија на следећи начин: најпре се узорак са трагом ставља у комору са вакуумом; узорци се напарављају честицама злата које се таложе у међупапиларном простору, а не на папиларним линијама, јер масноћа из зноја са папиларних линија спречава честице да се залепе за траг; у следећој фази се узорци напарављају цинком, који се лепи за честице злата и појачава развијену слику. Резултат је негатив отиска прста. Овај поступак се примењује на непорозним и немасним површинама, као што су фини текстил, пена, стакло, пластика и сл. Код старијих трагова вакуумско таложење метала обично даје боље резултате од цијаноакрилатне методе. Ова метода је први пут примењена у Великој Британији 1976. године и веома је скупа. (International Fingerprint Research Group (IFRG) – Guidelines for the assessment of fingerprint detection techniques, 2014)



*Слика 1. Уређај за визуелизацију латентних трагова папиларних линија помоћу вакуумског таложења метала (Vacuum Metal Deposition – VMD)<sup>5</sup>*

<sup>5</sup> Фотографија направљена у шведској државној криминалистичко-техничкој, односно форензичкој лабораторији (Staten Kriminaltekniska Laboratorium – SKL Linköping, Sweden).

Након визуелизације трагови се фиксирају размерном фотографијом (размера 1: 1) тако да оса објектива фото-апарата буде нормална на раван трага. Шематски приказ визуелизације латентног трага папиларних линија методом таложења метала дат је на Слици 2.



*Слика 2. Шематски приказ визуелизације латентног трага папиларних линија*

На сличном принципу, који подразумева наношење слоја метала између папиларних линија, заснива се и метода електрохемијског таложења метала.

Методe за визуелизацију латентних трагова папиларних линија у домаћој форензичкој пракси

У домаћој форензичкој пракси веома велика пажња поклоњена је траговима папиларних линија, који се увек траже при вршењу увиђаја на месту догађаја. Број извршених увиђаја на месту догађаја, број увиђаја са пронађеним траговима, број пронађених трагова папиларних линија на месту догађаја приликом увиђаја и број идентификација на територији ПУ за град Београд (Васовић, 2022) дат је у табели 1. Табела такође садржи и процентуални удео броја увиђаја са пронађеним траговима уопште у односу на укупан број увиђаја, као и процентуални удео броја идентификација лица на основу трагова папиларних линија у односу на укупан број пронађених трагова папиларних линија.

**Табела 1.** Број извршених увиђаја на месту догађаја, број увиђаја са пронађеним траговима, број пронађених трагова папиларних линија на месту догађаја приликом увиђаја и број идентификација на територији ПУ за траг Београд са процентним уделом у укупном броју пронађених трагова папиларних линија

Редни број	Година	Укупан број увиђаја	Број увиђаја са пронађеним траговима (процентни удео)	Укупан број пронађених трагова папиларних линија	Број идентификација на основу трагова папиларних линија (процентни удео)
1.	2017.	8.287	5.855 (70,65%)	9.837	444 (4,51%)
2.	2018.	8.360	5.316 (63,59%)	8.774	438 (4,99%)
3.	2019.	9.354	6.340 (67,78%)	7.993	410 (5,13%)
4.	2020.	11.416	7.360 (64,47%)	6.388	400 (6,26%)
5.	2021.	11.035	7.132 (64,63%)	6.389	323 (5,06%)

Из табеле се види да је проценат проналажења трагова на месту догађаја у односу на укупан број увиђаја веома велики, као и да је број пронађених трагова папиларних линија такође велики.

У домаћој форензичкој пракси се традиционално и најчешће примењују: метода дактилоскопских прашкова (графитни, аргенторат, златни, флуоресцентни и магнетни прашкови), физички развијач (*physical developer* – PD), СПР (*small particle reagent* – SPR, реагенс који садржи ситне честице, тзв. суспензија), мокри прах (*wet powder*), амидо-црни, јодне паре, цијаноакрилатни естри (суперлепак), сребронитрат, нинхидрин и IND1,2 (*indanedione*). Примењују се и реагенси *basic yellow*, *basic green* и др.

Такође, у примени су и оптичке методе, односно светлосни извори за изазивање латентних трагова папиларних линија (Stoilovic, Lenard, 2010). Спектар електромагнетног зрачења садржи за људско око видљив и невидљив део. Приликом тражења трагова папиларних линија на месту догађаја, коришћењем светлосног извора, светлосни сноп се понаша према оптичким законима упијања, преламања, савијања, одбијања, расипања, интерференције. Методе које се примењују за визуелизацију латентних трагова папиларних линија заснивају се на апсорпцији, дифузној рефлексији и фотолуминисценцији. Најпознатији уређаји који се користе јесу: *dactylight*, *polylight*, RUVIS и др. У домаћој форензичкој пракси не примењује се метода таложена метала, што је ауторима послужило као додатна инспирација за испитивање могућности њене примене.

На глатким и чврстим материјалима, какав је метал, трагови папиларних линија су јасно изражени, јер су папиларне линије целом својом дужином дошле у контакт са предметом, при чему се

на додирнуту површину пренео и зној (Васовић, 2022). Извршиће се компаративна анализа резултата добијених применом методе дактилоскопских прашкова, која се најчешће користи, и применом методе електрохемијског таложења метала на бакарној подлози. Техника електрохемијског таложења (депозиције) метала базира се на чињеници да се веома танак слој метала наноси искључиво у међупапиларни простор, а боја трага зависиће од боје подлоге и метала који се таложи. (Tutulugđžija, Radovanović, Lamovec, 2017).

## Материјал и метод

За извођење експеримента коришћена је чиста сува подлога од хладно ваљаног бакарног лима дебљине 0,24 mm, ширине 10 mm и дужине 40 mm. Бакар је прелазни метал црвенкасте боје, температуре топљења  $T_t = 1.083^{\circ}\text{C}$ , тачке кључања  $2.567^{\circ}\text{C}$ , тврдоће по Бринелу 250 МПа, затезне чврстоће  $\sigma = 210$  МПа, густине  $8.920$  kg/m<sup>3</sup>. Бакар је одличан проводник електричне струје. Убраја се у дијамагнетне материјале, односно има негативну магнетну осетљивост и не може се намагнетисати у магнетном пољу. (<https://material-properties.org/copper-mechanical-properties-strength-hardness-crystal-structure>)

Аутори су трагове папиларних линија остављали на следећи начин. Чисте, сапуном опране руке остављане су на ваздуху да се природно озноје у условима какви владају у затвореној просторији на собној температури. Након тога, прсти руку су долазили у контакт са металном подлогом, приликом чега су настајали латентни трагови папиларних линија.

Трагови су визуелизовани (изазвани) стандардном методом која се најдуже користи у форензичкој пракси, применом дактилоскопских прашкова и четкица са длакама природног порекла. У експерименту је коришћен црни графитни прах „инстант црни” – *instant black* (произвођач БВДА – [www.bvda.com](http://www.bvda.com), доступан 18. 1. 2023). Траг је визуелизован, односно изазван, и постао је обојен (за папиларне линије залепиле су се честице праха силом адхезије). Папиларне линије на трагу су црне боје, док је међупапиларни простор боје подлоге.

Поређења ради, за визуелизацију другог трага, који је настао на исти начин, коришћена је метода електрохемијског таложења



метала у међупапиларном простору трага. За електрохемијско таложење одабран је никл (Ni), због одличних развијених технолошких процедура за његово таложење, могућности добре контроле дебљине (висине) металног филма променом густине струје, добре адхезије на бакарним подлогама и доброг контраста у боји, што је значајно за визуелизацију трага.

Електролит који је коришћен за таложење никла је смеша и садржи никл-сулфат, никл-хлорид, борну киселину и сахарин. Вредности рН и температуре износиле су 4,00 и 50°C. Густина струје у експерименту одржавана је на 50 mA/cm<sup>2</sup>. Изабрани састав електролита и вредности процесних параметара омогућавају да се добију филмови ситнозрне структуре са величином кристалног зрна (кристалита) испод 1 μm, мале храповости и малих унутрашњих напрезања, што је значајно за добру адхезију на бакарној подлози. Трајање процеса је дефинисано на основу измерене површине за електрохемијско таложење, жељене дебљине филма и густине струје, и у приказаном случају је износило два минута. На Слици 3 је приказана лабораторијска поставка за електрохемијско таложење металних филмова. Апаратура се састоји од извора константне струје (за рад у ДЦ галваностатском режиму), металних проводника, кадице са електролитом, металних електрода и магнетне мешалице са температурном сондом за прецизну регулацију температуре.



*Слика 3. Лабораторијска апаратура за електрохемијско таложење металних филмова: извор константне струје (1), кадица са електролитом за електрохемијско таложење никла (2), магнетна мешалица са регулацијом температуре (3), десиливана вода за испирање након таложења (4)*

Процес електрохемијског таложења почиње успостављањем затвореног електричног кола између извора струје, проводника, електрода и раствора електролита. Бакарна плочица на којој се налази латентни траг папиларних линија има улогу катоде (негативне електроде, Слика 4в). Као анода (позитивна електрода) користи се никлена фолија квадратног облика странице 20 mm, која обезбеђује константну концентрацију јона никла у раствору. Расстојање између електрода је 5 cm. Никл из електролита се таложи на бакарној плочици на местима која нису заштићена папиларним линијама (оне имају својства електричних изолатора), тј. таложи се у међупапиларном простору. Део узорка на коме се налазе папиларне линије остаће нетакнут, због чињенице да није у директном контакту са електролитом. Зато је важно да састав електролита буде такав да се никл може издвојити ради таложења на електроди, односно супстрату. Када се узорак извади из ћелије за електролизу, на њему ће бити уочљив траг папиларних линија са папиларним линијама црвенкасте боје бакра, док ће међупапиларни простор бити сребрнкасте, односно боје никла (простор на коме се таложио никл из електролита). Тако изазван траг се фотографише применом технике размерне фотографије (Слика 4в).

Такође, дактилоскопирањем на класичан начин (дактилоскопска боја нанесена ваљком на стаклену подлогу и пренета на бели папир) узет је отисак папиларних линија истог прста истог донора отиска папиларних линија који је коришћен за остављање трагова (Слика 4а). На Слици 4б приказан је изглед трага папиларних линија који је визуелизован (изазван) коришћењем црног дактилоскопског прашка (инстант црни). На трагу и отиску папиларних линија може се уочити да су папиларне линије црне, а међупапиларни простор беле боје. Отисак и оба трага су фотографисани фото-апаратом марке никон Д5600 уз коришћење размерника (техника макрофотографије). Резултати експеримента приказани су на сликама у наставку.



*Слика 4а. Фојфографија отиска прста узетио дактилоскопиранием*



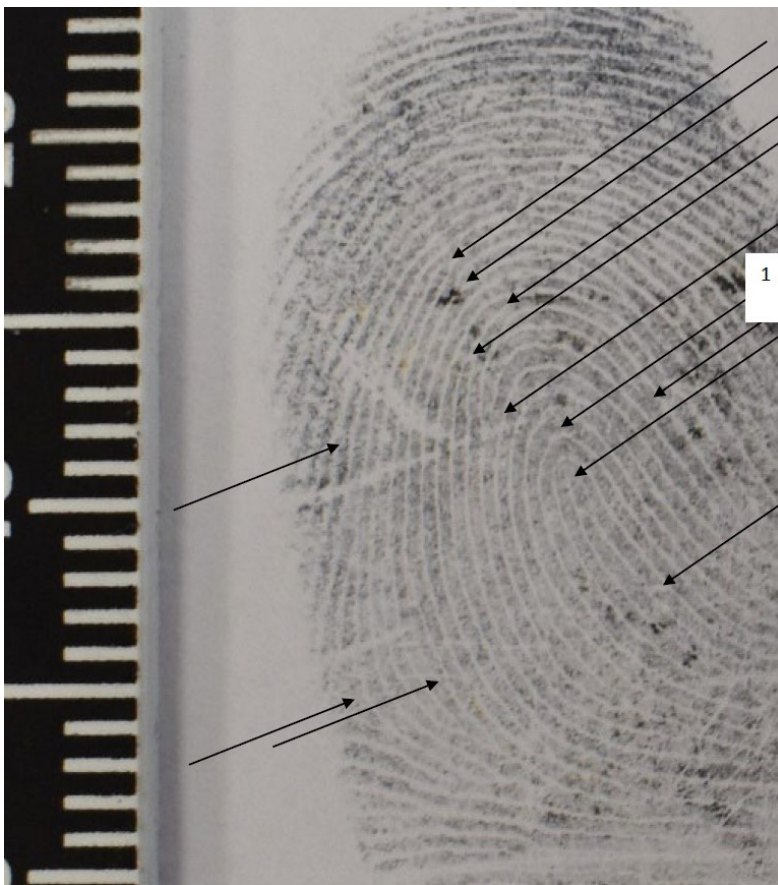
*Слика 4б. Фојфографија прста папиларних линија изазваној дактилоскопским прашком „инстант црни” и јодинојој трансјаренином фолијом са белом подлоом*



*Слика 4в. Фојфографија прста папиларних линија изазваној методом таложења мейала (Ni на прлочи Cu)<sup>6</sup>*

Ради утврђивања квалитета трага и могућности идентификације лица на основу трага, траг је у оба случаја класификован по Вучетићевој методи и пронађене су идентификационе карактеристике. Такође, класификован је и отисак прста добијен дактилоскопиранием, и то притиском. У питању је петљани отисак удесно (ШП6). На траговима и отиску пронађено је следећих 12 карактеристика (минуција): спојен врх папиларне линије са петљом у центру отиска (карактеристика 1); задебљање на другој папиларној линији изнад карактеристике 1; прекид папиларне линије у центру отиска; рачва шесте папиларне линије десно изнад карактеристике 1; рачва пете папиларне линије лево изнад карактеристике 1; рачва осме папиларне линије изнад карактеристике 1; рачва девете папиларне линије лево од делте; завршетак осме папиларне линије лево изнад карактеристике 1; рачва петнаесте папиларне линије лево од карактеристике 1; делта; рачва дванаесте папиларне линије лево изнад карактеристике 1 и завршетак девете папиларне линије десно изнад карактеристике 1.

<sup>6</sup> Бакарне плочице са траговима папиларних линија изазваним таложењем никла налазе се на Криминалистичко-полицијском универзитету, код доц. др Јелене Ламовец.



*Слика 5. Карактеристични детаљи (минуције) на отisku прста*

### Дискусија о резултатима експеримента

Као резултат експеримента настао је траг папиларних линија који у поређењу са отиском прста представља позитив (црне папиларне линије, међупапиларни простор светао) када се третира црним дактилоскопским прашком. Када се користи метода таложења метала, врши се попуњавање међупапиларног простора ситним честицама метала, те ће траг представљати негатив у поређењу са отиском (уколико је међупапиларни простор тамнији од папиларних линија). За такав траг потребна је додатна фотограф-

ска обрада у неком од програма за обраду фотографије, као што је фотошоп (*Photoshop*). У овом случају, када су коришћене честице никла (Ni) за таложење на подлози од бакра (Cu), папиларне линије ће бити светлије, те ће траг представљати позитив у поређењу са отиском и није потребна његова додатна фотографска обрада.

Квалитет трага је у директној вези са могућношћу његове идентификације. У том смислу значајно је установити у којој мери су изражени карактеристични детаљи на трагу папиларних линија, тзв. минуције, које се посматрају и анализирају у поступку идентификације. За идентификацију особе од које потиче траг папиларних линија пронађен на месту догађаја користи се аутоматски биометријски систем АФИС (*Automated Fingerprint Identification System* – AFIS). У недостатку аутоматског система за идентификацију, за анализу минуција на отиску прста коришћена је метода компарације на класичан начин.

Када су у питању практичност примене, брзина визуелизације (изазивања) латентних трагова папиларних линија на месту догађаја, цена потребне опреме и прибора, сложеност обуке техничара и сложеност дактилоскопске обраде изазваног трага, предност треба дати примени дактилоскопских прашкова.

Ограничења методе су неопходност постојања проводног супстрата, односно подлоге на којој се налазе трагови, с обзиром на то да се метода заснива на електрохемијском таложењу метала, тако да је апаратура за таложење метала сложенија. У форензичкој пракси се веома ретко срећу бакарне површине на којима се проналазе латентни трагови папиларних линија.

Неопходан је извор једносмерне струје, тзв. извор константне струје, електролит контролисаног састава и дефинисани процесни услови. Такође, да би се могла применити ова метода, траг се мора налазити на покретном предмету који је мањих димензија од хелије за електролизу, како би се могао уронити у њу. Када је у питању деструктивност ове методе, поступак враћања бакарног предмета у првобитно стање компликованији је у поређењу са применом дактилоскопског прашка, код које се предмет након визуелизације трага папиларних линија једноставно обрише сувом крпом. Предмет са траговима папиларних линија би се након визуелизације електрохемијским таложењем никла могао вратити у првобитно стање након низа поступака. За примену ове методе потребна је,

сем наведене опреме и лабораторијског простора у ком би она била смештена, и посебна обученост техничара који би је примењивали. Метода се не би могла применити на месту кривичног догађаја, с обзиром да је опрема компликована за транспорт и монтирање.

## Закључак

С обзиром на то да се трагови папиларних линија учиниоца кривичних дела налазе на месту догађаја, веома је важно унапредити постојеће методе за визуелизацију односно изазивање латентних трагова папиларних линија. Из табеларног прегледа броја идентификација на основу трагова папиларних линија, односно процента успешности идентификације учиниоца, на први поглед се може учинити да је тај проценат мали. Међутим, у тај број не улазе трагови папиларних линија укућана и других лица која легално бораве на простору на ком се увиђај врши (такозвани отисци за елиминацију), иако они реално постоје на месту догађаја. Такође, веома често већина трагова папиларних линија пронађених на месту догађаја потиче од једног лица, па се за идентификацију пише односно рачуна лице, а не сви трагови који потичу од њега.

Постоји више различитих метода за визуелизацију (изазивање) латентних трагова папиларних линија. Када је у питању сложеност примене ових метода, најјефтинија, најједноставнија и најдуже коришћена метода у форензичкој пракси јесте метода примене дактилоскопских прашкова. Када су у питању металне бакарне површине, та метода је као резултат дала визуелизовани траг задовољавајућег квалитета.

Примена електрохемијског таложења метала дала је такође задовољавајуће резултате у погледу визуелизације, односно изазивања латентних трагова папиларних линија, с тим што за њену примену постоје извесна ограничења. Наиме, она је применљива искључиво када се траг папиларних линија нађе на проводном супстрату (у овом случају испитивана је бакарна подлога, јер је бакар проводник) и за њену примену је неопходна опрема смештена у лабораторији, уз услов да је предмет са латентним трагом папиларних линија покретан и одговарајућих димензија и масе да се може уронити у ћелију за електролизу. Експериментална испитивања су показала да је метода електрохемијског таложења метала функцио-

нална, с тим што, када је у питању практичност примене ове методе у поређењу са традиционалним дактилоскопским прашковима, предност треба дати методи примене дактилоскопских прашкова. У том смислу, ово истраживање представља покушај да се направи искорак у односу на примену традиционалне методе дактилоскопских прашкова, што не значи нужно и обавезно увођење у рутинску примену у форензичкој пракси. Ова метода би се могла примењивати за подлоге од бакра уз наведена ограничења.

## Литература

1. Бјеловук, И. (2022). *Криминалистичка техника*. Београд: Криминалистичко-полицијски универзитет.
2. Bleay, S. M., Kelly, P. F., King, R. S. P., Thorngate, S. G. (2019). A comparative evaluation of the disulfur dinitride process for the visualisation of fingermarks on metal surfaces. *Science & Justice*, 59(6): 606-621.
3. Бусарчевић, М., Радмилац, Д., Крстић, Д., Цветковић, Љ., Глушица, Б., Пољак, Ђ. (2001). *Основи криминалистичких вештачења*. Београд: Министарство унутрашњих послова Републике Србије.
4. Christofidis, G., Morissey, J., Birkett, J. (2018). Detection of fingermarks – Applicability to Metallic Surfaces: A literature Review. *Journal of Forensic Sciences*, 63(6): 1616-1627.
5. Чимбуровић, Љ., Ивановић, Б. А., Ивановић, Р. А. (2011). *Криминалистичка техника*. Универзитет у Новом Пазару.
6. Fingermark\_Visualisation\_Newsletter [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/936196/2020\\_Oct\\_Dst1\\_Fingermark\\_Visualisation\\_Newsletter\\_\\_6\\_v1.0\\_O.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/936196/2020_Oct_Dst1_Fingermark_Visualisation_Newsletter__6_v1.0_O.pdf). доступан 14. 12. 2022.
7. Fischer, R., Oetken, M. (2019). Visualization of Latent Fingerprints on Aluminum. *Chimia*, 73(11): 945-946.
8. International Fingerprint Research Group (IFRG) – Guidelines for the assessment of fingermark detection techniques <https://ifrg.unil.ch/wp-content/uploads/2014/06/IFRG-Research-Guidelines-v1-Jan-2014.pdf>, доступан 14. 12. 2022.
9. Kesić, T., Bjelovuk, I., Marinković, D. (2020). *Evidentiary significance of fingerprints*, In: International Scientific Conference “Towards a

- Better Future: Human Rights, Organized crime and Digital society”, Conference Proceedings, Vol. I, Faculty of Law – Kicevo, University “St. Kliment Ohridski”, Bitola, p. 88-97.
10. Љуштина, А. (2006). Неки облици угрожавања безбедности припадника полиције при обради латентних трагова папиларних линија. *Безбедност*, 48(2): 296-302.
  11. Машковић, Љ. (2013). *Криминалистичка техника – 2. Измењено и допуњено издање, електронски оптички диск (ЦД-РОМ)*. Београд: Криминалистичко-полицијска академија.
  12. Митровић, В., Ступар, Љ. (2002). *Криминалистика – техника*. Београд – Земун: Виша школа унутрашњих послова.
  13. Симоновић, Б. (2004). *Криминалистика*. Крагујевац: Правни факултет, Институт за правне и друштвене науке.
  14. Stoilović, M., Lenard, C. (2010). *Fingerprint Detection & Enhancement Incorporating Light Theory and General Forensic Applications of Optical Enhancement Techniques, Workshop manual, 4th Edition*. National centre for forensic studies.
  15. Tutulugđžija, A., Radovanović, R., Lamovec, J. (2017). *Visualization of latent fingerprints by electrochemical deposition of metallic thin films*, In: Thematic conference proceedings of international significance Archibald Reiss Days, Belgrade, Vol. III, p. 321-328.
  16. Васовић, Р. *Доказни значај трагова папиларних линија – специјалистички рад, одбрањен на Криминалистичко-полицијском универзитету 11. октобра 2022. (ментор проф др Ивана Бјеловук)*.
  17. [www.bvda.com](https://material-properties.org/copper-mechanical-properties-strength-hardness-crystal-structure), доступан 18. 1. 2023. <https://material-properties.org/copper-mechanical-properties-strength-hardness-crystal-structure>, доступан 31. 8. 2023.



## Visualization of Latent Fingermarks on Copper Surfaces by Metal Deposition

**Abstract:** *When the papillary lines of the skin of fingers, palms and soles come into contact with the touched surface, a fingermark is created, which can be used to identify the person who left the evidence. The quality and usability of a fingermark as evidence for identification may depend on many factors. In order to justify the research, a statistical overview of the number of investigations performed at the crime scene with evidence found in general, as well as the number of fingermarks found, was presented. Given that the number of fingermarks found at the scene of crime in the territory of the police unit for the city of Belgrade is very large, and the percentage of identification of persons based on fingerprints is in the single digits, there is space for its increase. The success of personal identification could be improved by introducing new methods for visualizing fingermarks. The paper provides an overview of existing methods for visualizing latent fingermarks at the scene, as well as a comparison of individual methods for visualizing latent fingermarks on metal surfaces, such as copper. The method of metal deposition and the method of applying fingerprint (conventional) powders, based on carbon (instant black), on a metal surface such as copper, were used. A comparison of the visualized fingermarks was performed and their quality, i.e. potential for identification of persons was determined. The application of electrochemical metal deposition for the visualization of latent fingermarks gave satisfactory results with certain limitations, including the following: it is necessary to find a fingermark on an electrically conductive substrate; it is necessary to apply the method on the equipment located in the laboratory, on condition that the object with the latent fingermark is portable and of suitable dimensions and mass so that it can be immersed in the cell for electrolysis.*

**Keywords:** *fingermarks, visualization, metal surface, copper, fingerprint powders, metal deposition*