

**ПРИМЕНА ФОРЕНЗИЧКИХ МЕТОДА
У КРИМИНАЛИСТИЦИ**
ТЕМАТСКИ ЗБОРНИК РАДОВА

КРИМИНАЛИСТИЧКО-ПОЛИЦИЈСКА АКАДЕМИЈА
БЕОГРАД, 2011

ПРИМЕНА ФОРЕНЗИЧКИХ МЕТОДА У КРИМИНАЛИСТИЦИ
ТЕМАТСКИ ЗБОРНИК РАДОВА

Издавач
КРИМИНАЛИСТИЧКО-ПОЛИЦИЈСКА АКАДЕМИЈА
Београд, Цара Душана 196 (Земун)

За издавача
проф. др ГОРАН МИЛОШЕВИЋ
декан

Едиторски тим
проф. др ЉИЉАНА МАШКОВИЋ
проф. др ЖЕЉКО НИКАЧ

Рецензенти
проф. др СЛОБОДАН ЈОВИЧИЋ
проф. др ЂОРЂЕ ЂОРЂЕВИЋ
проф. др ДЕЈАН РАКОВИЋ

Тираж
200 примерака

Штампа
Scanner studio
Београд

2011 Криминалистичко-полицијска академија, Београд

ISBN 978-86-7020-205-4

САДРЖАЈ

БИОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЉУДСКЕ ШАКЕ Љиљана Машковић, Ана Бранковић, Марија Благојевић	1
МОГУЋНОСТИ И ОГРАНИЧЕЊА ПРИМЕНЕ ФОРЕНЗИЧКО- МЕДИЦИНСКИХ МЕТОДА У ИДЕНТИФИКАЦИЈИ Горан Илић	19
ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОСОБА У КРИМИНАЛИСТИЦИ НА ОСНОВУ КАРАКТЕРИСТИКА ЛИЦА Смиља Теодоровић, Љиљана Машковић	41
ПРИМЕНА МЕТИЛАЦИОНЕ АНАЛИЗЕ КАО МЕТОДЕ ЗА АУТЕНТИФИКАЦИЈУ ФОРЕНЗИЧКИХ ДНК ДОКАЗА Ана Бранковић, Смиља Теодоровић	61
ФОРЕНЗИЧАРИ И ДРУГА СТРУЧНА ЛИЦА У СВЕТЛУ НОВОГ КРИВИЧНОГ ЗАКОНОДАВСТВА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ Жељко Никач, Милан Милошевић	73
ПРЕПОЗНАВАЊЕ КАО МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ ЛИЦА ЗА КОЈИМА СЕ ТРАГА (ОГРАНИЧЕЊА И УНАПРЕЂЕЊА) Милан Жарковић, Ивана Бјеловук, Оливер Лајић	83
ПЛАГИЈАТИ АУТОРСКИХ КАРТОГРАФСКИХ ДЕЛА И САВРЕМЕНЕ ТЕНДЕНЦИЈЕ У ЊИХОВОМ ВЕШТАЧЕЊУ Бобан Милојковић, Дарко Маринковић	99
ПРАВНА РЕГУЛАТИВА КОРИШЋЕЊА БАЗА ДНК ПРОФИЛА У УЈЕДИЊЕНОМ КРАЉЕВСТВУ Александар Бошковић	115
ФОРЕНЗИЧКО-ИНЖЕЊЕРСКИ АСПЕКТИ РАЗВОЈА ПОЖАРА У ЗАТВОРЕНОМ – ПРИТВОРЕНОМ ПРОСТОРУ Радован Радовановић, Драган Млађан	127
МИКРОТРАГОВИ ВЛАКАНА КАО МАТЕРИЈАЛНИ ДОКАЗ У СУДСКИМ ПОСТУПЦИМА КОД СЛУЧАЈЕВА УБИСТАВА Војкан Зорић, Јован Шетрајчић, Слободан Гаџурић, Стево Јаћимовски	147
НЕКИ МОДЕЛИ ШИРЕЊА ЗЛОНАМЕРНИХ ПРОГРАМА У КОМПЈУТЕРСКИМ МРЕЖАМА Стево Јаћимовски, Слободан Миладиновић	177

ПРЕДГОВОР

Форензика као мултидисциплинарна област у којој се примењују методи фундаменталних и примењених наука, постала је изузетно популарна последњих деценија када је достигнут висок ниво развоја информационих технологија које су омогућиле препознавање пре свега, особа у широком опсегу апликација од криминалистичких до комерцијалних и идентификације материјала и трагова од интереса за криминалистичке истраге.

Познавање научних метода је први и најзначајнији корак у форензичкој обради криминалног догађаја који омогућава форензичке анализе, добијање поузданих идентификационих резултата, њихово представљање и тумачење на суду. Не мање значајан аспект примене форензичких метода је правни аспект њихове примене.

Примена форензичких метода обухвата три области: криминалистичку, државну и комерцијалну.

У области *криминалистичких истраживања* и доказивања кривичних дела на суду користе се форензички методи за идентификације учинилаца кривичних дела преко биометријских физиолошких или понашајних карактеристика њиховог тела и методи којима се идентификују предмети и трагови присутни на месту криминалног догађаја. У ту сврху користе се научни методи који припадају пре свега фундаменталним наукама (биологија, физика, хемија и математика).

Област апликација форензичких метода у *државном сектору* односи се на биометријска документа грађана (личне карте, путне исправе, саобраћајне и возачке дозволе,...), приступе државним институцијама, заштите система и сл.

Комерцијална форензика је област у којој је обим примене форензичких метода за идентификације особа највећи. Аутоматски биометријски системи који користе непроменљиве карактеристике људског тела (отисак прста, геометрија шаке, црте лица, термограм лица и тела, очну дужицу и ретину, генетске материјале...) за брзе идентификације су присутни у свим комерцијалним корпорацијама.

Овако широк обим примене форензичких метода захтева и правну регулативу како за употребу система, стварање регистрационих збирки криминалаца и грађана, тако и етичку оправданост која не ремети личну сигурност корисника ових технологија.

Истраживања на пројекту *Правни аспекти примене форензичких метода у криминалистици* обухватила су готове све наведене аспекте примене форензичких метода. Истраживања су одобрена и подржана од Криминалистичко-полицијске академије и трајала су од 30. 1. 2009. године до 30. 1. 2012. године. Истраживачки тим био је подељен у одређене припадајуће *истраживачке групе*.

Једна истраживачка група бавила се биометријско-форензичким идентификацијама особа, друга група је обрадила правне аспекте употре-

бе и примене форензичких метода код нас и у свету и последња, трећа по реду, истраживачка група је пратила и компарирала форензичка достигнућа у неким карактеристичним областима. Резултати ових истраживања су објављени радови у домаћим и иностраним часописима, презентације на научним и стручним скуповима, објављене монографије, докторским дисертацијама, мастер и специјалистичким радовима. Посебна и велика корист коју су донела ова истраживања је проширење научног сазнања истраживача што је довело до подизања нивоа и квалитета предавања на мастер и специјалистичким студијама Криминалистичко-полицијске академије и подизање стручног нивоа припадника полиције преко објављених публикација.

Састав истраживачког тима омогућио је професионални и колегијални однос током постизања значајних научних резултата и оправдао постојање једног оваквог пројекта.

У овим истраживањима учествовали су:

- др Љиљана Машковић, редовни професор КПА, руководилац пројекта,
- др Мирољуб Благојевић, редовни професор КПА,
- др Милан Жарковић, ванредни професор КПА,
- др Драган Млађан, ванредни професор КПА,
- др Бобан Милојковић, ванредни професор КПА,
- др Горан Илић, ванредни професор,
- др Дарко Маринковић, доцент КПА,
- др Слободан Миладиновић, доцент КПА,
- др Смиља Теодоровић, доцент КПА,
- др Александар Чудан, доцент КПА,
- др Александар Бошковић, доцент КПА,
- др Александра Љуштина, доцент КПА,
- мр Оливер Лајић, предавач КПА,
- мр Ненад Коропановски, асистент КПА,
- Ана Бранковић, МА, асистент КПА,
- мр Марија Благојевић, истраживач–сарадник, НИЦ КПА.

Сви остварени резултати истраживачког тима заслужују и кратак приказ у *Тематском зборнику радова 'Примена форензичких метода у криминалистици'* Криминалистичко-полицијске академије, што даје могућност да и заинтересована шира научна и стручна јавност стекне увид у постигнуте резултате истраживачког тима у оквиру пројекта *Правни аспекти примене форензичких метода у криминалистици*.

Руководилац пројекта
проф. др Љиљана Машковић

Продекан за НИР:
проф. др Жељко Никач

БИОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ЉУДСКЕ ШАКЕ

Љиљана Машковић
Ана Бранковић
Марија Благојевић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: У раду је извршена анализа биометријских карактеристика људске шаке преко којих су могуће брзе и поуздане идентификације особа како у криминалистици, тако и у комерцијалним областима апликације. Карактеристике људске шаке су изузетно значајне не само због својих бројних јединствених физиолошких и понашајних карактеристика већ и због своје лоцираности на малом и лако доступном подручју. То омогућава брзе и једноставне идентификације преко само једне биометријске карактеристике или фузијом више њих. Презентовани су поступци препознавања следећих биометријских технологија које припадају људској шаци преко којих се врши аутоматска идентификација или верификација: отисак прста, отисак длана, главне линије длана, геометријске карактеристике шаке, термограм шаке, шема крвних судова шаке, бактерије шаке, пулсирања крвотока шаке, динамика стиска шаке, радио фреквентна идентификација. Презентоване су и оне технологије које могу послужити као помоћне идентификације или верификације: потпис и рукопис, динамика куцања и гестикације шаке. Дат је и преглед комерцијалних примена сваке од анализираних биометријских карактеристика.

Ључне речи: биометрија, људска шака, идентификационе карактеристике.

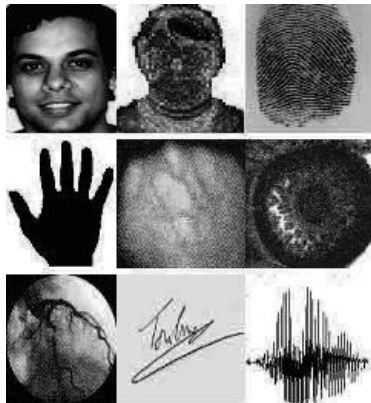
1. Увод

Биометрија је део форензичке мултидисциплинарне научне области која користи савремена знања фундаменталних (биологија, хемија, физика и математика) и примењених (техника, технологија, медицина...) наука. Примењујући савремене информационе технологије (Baldi, P., Brunak, S., 2001) биометрија је у могућности да мери непроменљиве карактеристике људског тела (физиолошке и понашајне) преко којих врши аутоматску идентификацију или верификацију особе којој те карактеристике припадају (Rejman-Greene, M., 2005). Непроменљиве карактеристика људског тела током живота, познате су још од настанка људске врсте, али је поступак њиховог идентификационог мерења уследио тек у 20. веку. Познати су и покушаји мерења ових карактеристика током историје. Још од 14. века кинески трговци користе отиске дечјих дланова и стопала на

папиру да би их могли међусобно разликовати. У земљама западне културе тек је 19. век обележио примене биометријских карактеристика. Треба истаћи француске криминалисте, пре свих Алфонса Бертијона, који је развио антропометријски метод. То је био први научни метод који је нашао широку примену у идентификацији криминалаца.

Антропометријски метод се базирао на мерењу ширина и дужина главе и тела, бележењу тетоважа или ожиљака на телу. Биометрија је захваљујући њему постала научна дисциплина. Овај метод ј је био одлично прихваћен све док његове мане нису постале очигледне. Научно је доказано да постоји променљивост дужине људских костију током времена. После тога, почињу да се користе друге непроменљиве биометријске идентификационе карактеристике људског организма.

Могућности поузданог мерења биометријских карактеристика настале су у другој половини 20. века са развојем рачунарских система. Тек деведесетих година 20. века формирају се посебни биометријски идентификациони системи, тј. биометрија улази у свакодневну употребу. Данас постоји много врста идентификационих система који служе за препознавање корисника. Најзначајнији су аутоматски биометријски системи који идентификацију врше на основу препознавања физиолошких или карактеристика понашања човека препознавањем отиска прста, дужице ока, лица, гласа, ДНК, геометрије шаке, термограма појединих делова људског тела и слика (Слика 1) (Komarinski, P. 2005; Jain, A. and Pankanti, S. 2001; Jain, A. et al. 2000). Постоје још и такви идентификациони системи који се заснивају на читању контактне картице или системи који помоћу радио таласа (РФДИД системи) размјењују податке са корисником без директног контакта.



Слика 1 - Неке биометријске карактеристике

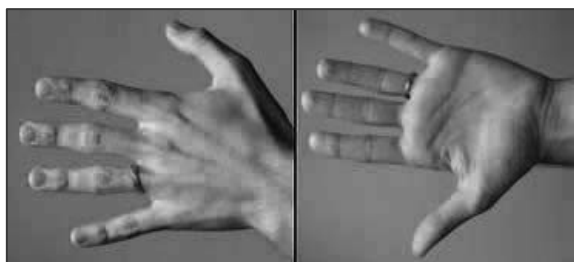
Област примене аутоматских идентификационих система је веома широка. Осим идентификација особа, идентификациони системи се могу користити за контролу приступа, праћење људи, животиња или ствари, магацинска пословања, у здравству, за безготовинска плаћања,

заштиту од крађе, контролу квалитета производа, контролу хране, побољшање продуктивности, за борбу против тероризма, итд. (Vain, B. 2008; Wang, N. W., Huang, Y. M., 2009).

На бази појединих јединствених биометријских карактеристика људског организма формирани су једномодулни идентификациони системи. Данас су све више у употреби мултимодулни системи који комбинацијом више биометријских карактеристика (више једномодулних система), поступцима биометријске фузије, постижу већу поузданост идентификације особе и већу отпорност система на покушаје превара (Frischholz, R. W., Dieckmann, U., 2000; Jain, A. and Ross A., 2004; Volner, R., Boreš. P., 2006; Hong, L. and Jain, A. K., 2000).

Анализирајући биометријске карактеристике појединих делова људског тела, лако се закључује да људска шака и лице поседују највећи број током живота непроменљивих физиолошких карактеристика, које су погодне за биометријске апликације.

Предмет анализе у овом раду су биометријске карактеристике људске шаке. Људска шака на својој спољашњој и унутрашњој површини (Слика 2) поседује низ физиолошких карактеристика.



Слика 2 - Спољашња и унутрашња површина шаке

Приписују јој се и неке понашајне биометријске карактеристике које се могу користити за верификацију особе којој припадају. Такође постоје и могућности њихових фузија ради поузданије аутентификације особе.

Физиолошке биометријске карактеристике људске шаке које ће бити изложене у овом раду су:

- *цртежи папиларних линија на јагодицама прстију* који због своје рељефне структуре могу да оставе отисак на додирној површини;
- *цртежи папиларних линија длана* (бридни, прстни и палчани део) чије бразде остављају отисак на подлози;
- главне линије длана;
- *геометријске карактеристике шаке* (облик шаке, величина длана, дужина и ширина прстију, распон између прстију...);
- *термограм шаке* који настаје карактеристичним топлотним зрачењем појединих делова људске шаке;
- *шема крвних судова шаке* даје јединствену биометријску слику места укрштања вена која праве карактеристичну шару;

- *бактерије шаке* чија бројност и место налажења на прстима и длановима одређују идентитет особе која је користила тастатуру рачунара;
- *пулсирања крвотока шаке* анализира дубина на којој се налазе капиларе и њихова бројност, површински пигменти, пулсирање крвних судова и протеина у ткиву;
- *динамика стиска шаке* даје слику унутрашње структуре шаке у стиснутом стању када долази до контракције мишића;
- *радиофреквентна идентификација* користи чип уграђен испод коже који садржи јединствен идентификациони број.
- Понашајне биометријске карактеристике људске шаке које ће бити изложене су:
- *динамика куцања* може да идентификује особу преко брзине, начина и притиска по тастерима компјутерске тастатуре јагодица њених прстију;
- *потпис и рукопис* особе повезани су са начином исписивања појединих слова коришћењем прстију и дланова људске шаке;
- *гестикације шаке* које могу пратити сензори инфрацрвених зрака, региструју како корисник покреће руке и те покрете претварају у управљачке команде.

У овом раду биће анализиран и значај примене биометријских карактеристика људске шаке из три аспекта: криминалистичког, државног и комерцијалног. Сви методи идентификације односе се на особу било да је она учинилац кривичног дела, корисник личних докумената или корисник комерцијалних услуга.

2. Цртежи папиларних линија на јагодицама прстију

Папиларне линије које су формиране од наређаних папила (испупчења) налазе се на унутрашњем делу шаке (Слика 3), на јагодицама прстију и дланова, и представљају јединствене физиолошке карактеристике сваке особе. Непроменљиве су током живота, разликују се и код једнојајчаних близанаца.



Слика 3 - Људска шака и отисак шаке

Преко зноја који се из њих лучи остављају отисак при контакту са предметом односно подлогом. Отисак прста је површинска слика геоме-

тријских форми (кругови, лукови, петље...) које су формирале папиларне линије на јагодици прста (Слика 4). Са физиолошког аспекта отисак прста представља конфигурацију испупчења и удубљења. Ове форме, тј. цртежи на отиску користе се за идентификацију (Afsar, F., 2004).

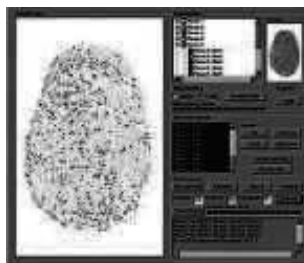


Слика 4 - Људски прст и отисак прста

Отисак прста је једна од најстаријих и најпознатијих биометријских технологија. Први идентификациони системи развијени су још шездесетих година прошлог века и коришћени су у криминалистици. Развој рачунарске технологије омогућио је проширење спектра апликација и на државни и комерцијални сектор. Уведени су аутоматски системи који врше дигитално читавање отиска прста. Аутентификација (јединствен назив за верификацију и идентификацију) особе је заснована на комплетним подацима прикупљеним са отиска (Anthonioz, A. et al., 2008). Подаци се сажимају употребом одређеног алгоритма. Издваја се само одређени тип детаља или низ бразди. Тако се добија подскуп карактеристичних тачака, а не цео отисак, који се чува.

Аутентификација је веома једноставна и састоји се од следећих поступака (Слика 5):

- корисник се пријављује на систем дајући свој узорак отиска прста;
- сензор скенира узорак прста;
- добијена слика отиска прста се одређеним алгоритмом обрађује кроз побољшање квалитета снимка, бинаризацију и истањивање (Слике 6 и 7)
- издвајање карактеристика које представљају шаблон корисниковог отиска прста чува се у бази;
- упоређивање понуђеног отиска са шаблоном.



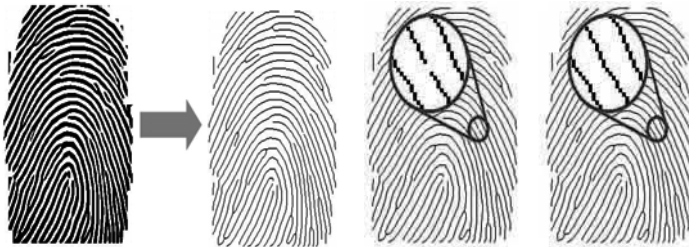
Слика 5 - Програм за идентификацију отисака прстију

То значи да се у поступку идентификације подаци о отisku прста употребом алгоритма пореде са претходно сачуваним податком, при чему се као одговор добија подударане или неподударане отиска.

Успешност аутентификације у значајној мери зависи од читача отиска прста. Користе се различите технологије које су најчешће базиране на капацитивним, оптичким и ултразвучним скенерима. Основно је да читачи разликују вештачки материјала од природног епидерма прста. Детектују се особине епидерма прста као што су температура, проводљивост, пулс, крвни притисак, итд., што указује на узорак који припада живом човеку.



Слика 6 - Обрада резултата скенирања

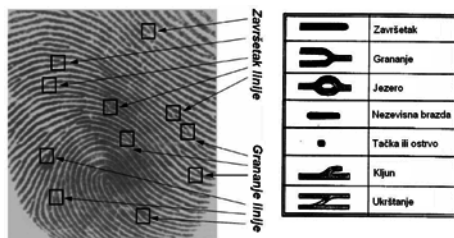


Слика 7 - Обрада истањених линија

Могуће је користити два поступка препознавања.

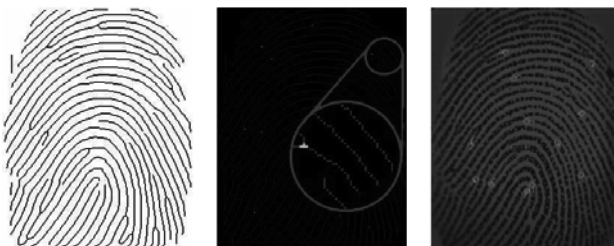
Један поступак је препознавање отиска прста простим поређењем са другим, већ познатим отисцима. Овај поступак прати целокупан правац сваке линије, значи упоређивање се врши у целој бази података. Отисак заузима 100 KB. Могу се појавити грешке при узимања отиска, услед огреботина и других оштећења коже у делу са којег се узима отисак, различитих позиција прста према скенеру и деформација отиска током процедуре скенирања, што може да доведе до нетачности крајњег резултата.

Други поступак је много поузданији начин препознавања отиска прста јер врши издвајање детаља, тј. карактеристичних тачака са слике отиска прста. Карактеристичне тачке су места где се линије отиска гранају или завршавају (Слика 8). Препознавање отиска се врши упоређивањем скупа карактеристичних тачака тренутно узетог отиска са скуповима карактеристичних тачака већ познатих отисака. Овакав отисак прста заузима 250 Б, а процедура траје 1–2 s. Отисак прста садржи око 100 карактеристичних тачака, док део отиска који се обухвата скенером има између 30 и 40 карактеристичних тачака.

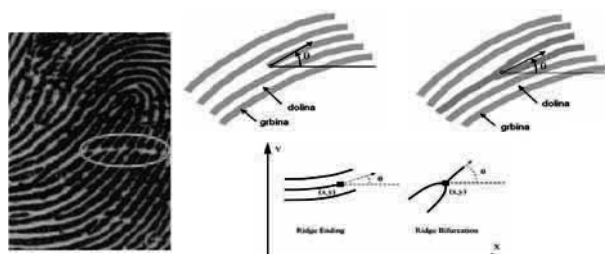


Слика 8 - Карактеристичне тачке

Сваки отисак прста се може представити сетом карактеристичних детаља (Слика 8). Сваки карактеристични детаљ је дефинисан типом, позицијом и углом (Слике 9 и 10). Приликом упоређивања два отиска, пореде се њихови сетови карактеристичних детаља.



Слика 9 - Издвајање карактеристичних детаља



Слика 10 - Филтрирање и мерење карактеристичних детаља

Употреба карактеристичних тачака на отиску прста као биометријских идентификационих карактеристика није нова. Користи се преко 100 година. Познато је „правило 12 тачака“ које је потврђивало иденти-

фикацију особе уколико се најмање 12 карактеристичних тачака на отisku поклапа са претходно сачуваним отиском. Овом правилу је ишла у прилог и чињеница да се у 10 милиона људи нису нашла два човека са 12 истих карактеристичних тачака.

Савремени биометријски аутоматски системи користе скенере који препознају отисак прста на основу 8 карактеристичних тачака. За обраду слике отиска прста користе се софистицирани алгоритми који морају бити брзи да би се могли успешно применити у апликацијама са великим бројем корисника. Успех овакве идентификације има и низ отежавајућих околности. Једна од њих је да ниједан од скенера који се тренутно користе није у могућности да поуздано разликује стварни прст од добро урађене копије и спречи могућност фалсификовања отиска прста.

Технологија препознавања отиска прста, је у поређењу са другим биометријским технологијама, најподложнија употреби копије отиска без знања власника.

Поступак фалсификовања је веома једноставан, Танку силиконску обланду која представља копију отиска прста могуће је направити без пуно опреме за неколико сати. Прилично се лако може налепити на прст, и веома је тешко детектовати.

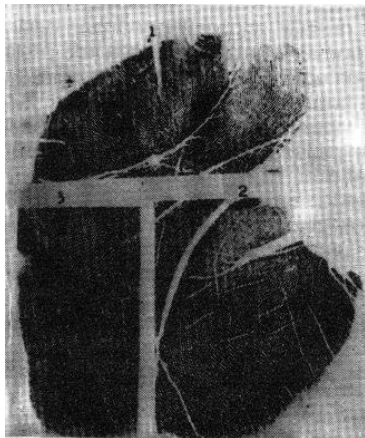
Да би се постигао виши степен успешности идентификације, пожељно је биометријски идентификациони систем заснован на препознавању отиска прста комбиновати са неким класичним идентификационим системом или правити фузиони систем са другим биометријским карактеристикама.

Биометријска идентификациона технологија заснована на препознавања отиска прста сем криминалистичких и државних апликација има и бројне комерцијалне примене. Читачи отиска користе се као саставни део браве, у системима за контролу и евиденцију приступа, на PC мишевима и USB флеш дисковима, у сефовима, акт ташнама итд.

3. Цртежи папиларних линија длана

Папиларне линије које се налазе на унутрашњем делу људске шаке на кожи длана, такође представљају јединствене карактеристике која се убраја у биометријско-физиолошке карактеристике преко којих су могуће идентификације особа. Ове папиларне линије имају исту физиологију као и линије прста. И оне су формиране као одређене геометријске форме које се могу прсликавати. Површинска слика цртежа папиларних линија длана представља отисак длана (Слика 11), тј. Биометријску идентификациону технологију, с обзиром да се распоред линија на длановима разликује од човека до човека. Једноставно, ради се о увећаној верзији методе узорковања отисака прстију.

Чињеница да на месту извршења кривичног дела извршиоци често остављају отиске дланова намеће се потреба прављења база података и тих отисака.



Слика 11 - Отисак длана са сегментима: 1) прстни део, 2) палчани део, 3) бридни део

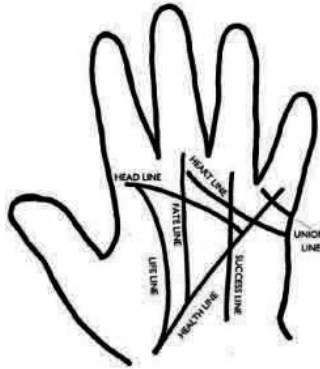
Препознавање особе преко отисака длана користи исте поступке као и биометријски идентификациони систем заснован на препознавању отиска прста и представља саставни део тог аутоматског система (Слика 12). Притиском длана особе на одређени скенер прикупљају се отисци тј. карактеристични детаљи на папиларним линијама које се налазе на бридном, прстном и палчаном делу длана (Han, C. C. et al. 2003; Zhang, D. et al., 2003).



Слика 12 - Скенирање и аутоматско препознавање длана

4. Главне линије длана

За препознавање особе могу се користити и карактеристичне линије које се налазе на длану физиолошки формиране у удолинама длана, које се називају главне линије длана (Слика 13). Овај метод идентификације особе је новијег датума и може се користити у поступцима мултибиометријских система.

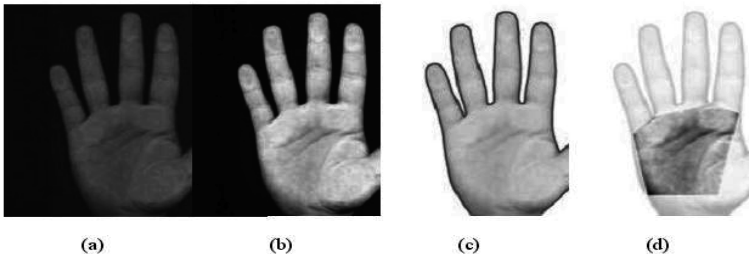


Слика 13 - Главне линије длана

Најважнији део аутоматског поступка идентификације је издвајање главних линија длана који се врши помоћу маске за детекцију детаља који леже на линијама длана и поступка њиховог праћења.

Поступци издвајање линија длана (Слика 14) су:

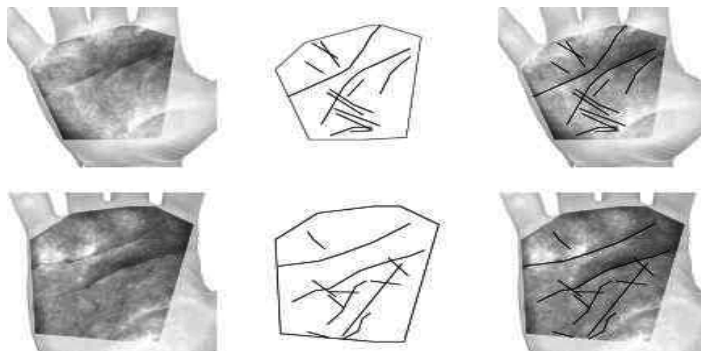
- а) добијање слике длана скенером;
- б) побољшавање слике употребом Гаусове маске и повећањем контраста;
- ц) примена програмског модула помоћу којег се истиче контура руке;
- д) одређивање хексагоналног подручја длана као подручја интереса на бази стабилних тачака на контури, које су дефинисане као тачке у удолинама између кажипрста и средњег прста као и домалог и малог прста.



Слика 14 - Поступци издвајање линија длана

Програмски модул за детекцију линија длана у подручју интереса обавља конволуцију подручја интереса с четири маске за детекцију линија.

После извршене детекције линија длана примењује се програмски модул за праћење линија који даје скуп линија длана у облику линијских сегмената. Примери извучених линијских сегмената и поклапање нађених линијских сегмената са сликом длана приказани су на Сlici 15.



Слика 15 - Резултати детекције линијских сегмената који представљају линије длана

Програмски модули за упоређивање узорака длана (генерисање хипотеза и евалуацију хипотеза) базирају се на модификованом поступку Ayache и Faugerasa (Ayache, N., Faugeras, O. D., 1986). Приказује се мера сличности између понуђеног узорка длана и узорка смештеног у бази података дланова корисника.

5. Геометријске карактеристике шаке

С анатомског аспекта, људску шаку карактеришу дужина, ширина, дебљина, геометријска композиција, облик шаке и облик и геометрија прстију (Слика 16).

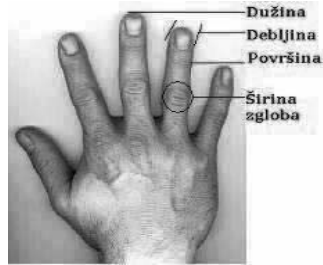
Препознавање геометрије људске шаке доступно је већ преко двадесет година. Биометријски идентификациони систем за препознавање геометрије шаке је аутоматски поступак у којем се врши анализа шаке (Sanchez-Reillo, R. et al. 2000).



Слика 16 - Геометријске карактеристике шаке

Уређаји за читање геометрије шаке (скенирање) користе се да измере специфичне карактеристике шаке особе као што су дужина прстију или палца, ширина и дебљина прстију, разлике између зглобова и облици зглоба шаке, површинске области шаке (Слика 17). Уређаји за геометрију шаке мере преко 90 карактеристика шаке. (Jain, K. et al, 1999).

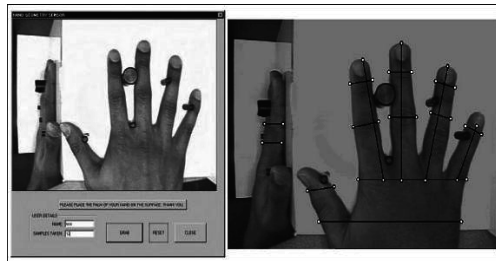
Екстракција карактеристичних тачака постиже се мерењем ширине и дужине прстију на различитим локацијама. Те измерене вредности представљају вектор карактеристичних тачака корисникове шаке који се користи за упоређивање с векторима у бази.



Слика 17 - Специфичне карактеристике прстију

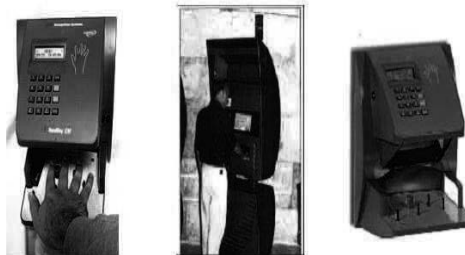
Процес чувања мерења нечије шаке се одвија невероватном брзином, у року од једне секунде. Да би се сачувале мере и стране шаке појединца користи се оптичка камера (CCD) која користи инфрацрвено светло коју емитује диода (LEDs) и која рефлектује сачувану црно-белу слику силуете човекове шаке у 32 хиљаде пиксела. Овај уређај се користи да би се сачувала тродимензионална слика шаке, нудећи баланс поузданости и релативно лаку употребу.

За разлику од отиска прстију читачи геометрије шаке не узимају у обзир детаље природне површине, као што су линије, боје, ожиљци, прашина и нокти. У комбинацији са странама руке оптички уређај даје две одвојене слике шаке, једна одозго и једна са стране (Слика 18).



Слика 18 - Скенирање шаке

Скенирање шаке спада у групу наметљивих техника јер је потребно остварити контакт руке са скенером (Слика 19). Примена геометрије шаке не ствара подсвесну повезаност с полицијом, судом и полицијским досјеима па је постигнута велика прихватљивост апликација.



Слика 19 - Скенирање шаке

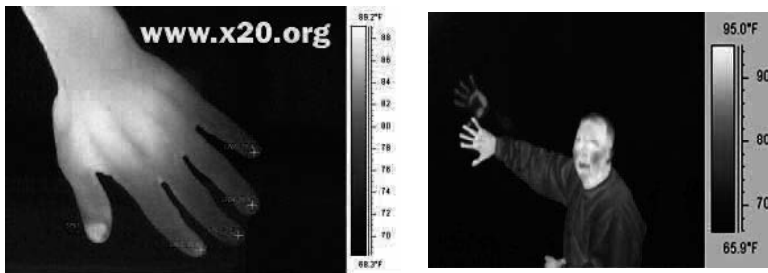
Користе се и биометријски системи који комбинују отисак длана и геометрију шаке (Kumar, et al., 2003). Развијен је нови биометријски метод који за верификацију геометрије шаке као основну биометријску технику користи минимално разапињућа стабла (*MST*). Овај метод не користити ни једну од претходних карактеристика шаке већ дигиталном обрадом слике долази до карактеристичних тачака које се могу разликовати код сваке шаке. Овај метод верификацију темељи на концепту из теорије графова, односно на позицијама тачака, а не на димензијама појединих елемената шаке.

За истицање карактеристичних тачака, нормализована слика се обрађује користећи основне елементе векторске графике. Анализом својстава пиксела дефинишу се локације карактеристичних тачака па је коначан резултат векторска слика састављена од тридесет и једне тачке.

Верификација се добија упоређивањем *MST* сваке позиције сачуване у бази с локацијом врха одговарајуће позиције скенираног примерка шаке. Поступак је такав да се свака позиција *MST* из базе посматра као један врх, а врх примерка који се верификује је други врх графа. Између та два врха је нови *MST* чији подскуп бридова сачињава само брид који ова два врха повезује. Када се неки повезани граф посматра као врх, тада је заправо реч о суперврху, а ако се суперврх састоји од више него једног врха, то значи да постоји више могућих бридова са другим врхом.

6. Термограм шаке

Како се људска шака као и цео људски организам налази на одређеном топлотном нивоу са температуром од 37°C, исијава топлоту коју је могуће снимити термовизијским уређајима. Такође је могуће добити термовизијски снимак шаке када се она осветли топлотним ИЦ зрацима после чега исијава из коже топлоту, која ствара топлотну слику шаке која се назива термограм шаке (Слика 20). Зрачење топлоте из људске шаке је индивидуална карактеристика. Топлотни дијапазон, тј. различите боје на површинској слици шаке заправо су различите температуре делова шаке. То је јединствена биометријско-физиолошка карактеристика особе која се користи за идентификацију.



Слика 20 - Термограм шаке

Термограм се добија када се шака сними термовизијским уређајем. Снимање се врши тако што се шака озрачи топлотним ИЦ зрацима који су за људско око невидљиви. Ови зраци се одбијају од од појединих делова људске шаке који су на различитим температурама, и доспевају у конвертор термовизијске камере. У конвертору ИЦ зраци падају на специјалну катоду и избацују електроне (фотоэффект) који се убрзано крећу ка аноди (флуоресцентни екран). На местима удара електрона анода светлуца. Тако се на флуоресцентном екрану (окулар) добија видљива слика људске шаке који се назива термограм. На термограму се виде различити степенни загрејаности људске (различите боје), шаке што представља индивидуалну карактеристику. Како добијене слика заузима доста простора ова метода није погодна за велике базе. Ова метода спада у групу ненаметљивих техника. Идентификацију је могуће обавити под различитим светлосним условима и у мраку.

7. Распоред вена шаке

Поткожни део људске шаке је прожет крвним судовима који формирају мрежу која је јединствена биометријска карактеристика сваке особе. Предност ове технологије лежи у чињеници да позиције вена остају непромењене кроз живот и не могу се избрисати или фалсификовати. Вене су непромењиве и углавном скривене биометријске карактеристике (Слика 21).



Слика 21 - Распоред вена шаке

Камере за снимање вена шаке обично користе инфрацрвене сензоре јер они распознају оне детаље које људско око није у могућности да региструје. Користи се блиско инфрацрвено зрачење којим се лако уочавају вене под кожом.

Снимање инфрацрвеном камером је регистрација одбијеног зрачења које крвни судови емитују кроз кожу. Таквим поступком добија се термовизијски снимак распореда вена, тј. термограм, који је јединствен за сваку особу. Идентификације на основу распореда вена на шаци представља тражење места укрштања вена која праве карактеристичну шару.

Компанија *Fujitsu* је развила нови тип биометријског скенера који скенира крвне судове шаке без физичког контакта, помоћу инфрацрвеног зрачења. Скенер прати хемоглобин из крви и формира јединствени отисак крвних судова сваке особе. Према наводима компаније, овакав отисак је скоро немогуће фалсификовати. Систем је тестиран на 700

особа различитог узраста и показао се као прилично поуздан: око један одсто скенирања било је лажно одбијање, а 0,5% погрешно прихватање.

Читачи вена функционишу тако што се шака постави на неколико центиметара изнад површине скенера тако да нема никаквог контакта са читачем. Ова технологија се може користити и приликом физичке контроле проласка као интелигентна врата, браве и остале физичке баријере у које корисници долазе у контакт с рукама. Читачи вена се могу користити на ватреном оружју које би могло да опали само уколико га власник држи у руци.

У комбинацији са биометријским методама као што су геометрија шаке или отисак прстију постиже се врло висок степен препознавања особе.

8. Помоћни методи препознавања људске шаке

Поред наведених биометријских метода за идентификацију особе преко физиолошких карактеристика људске шаке навешћемо и четири метода који анализирају физиономију истог подручја. Они не врше самосталне идентификације већ се користе као помоћни методи када је потребно повећати проценат препознавања неких других биометрија. Њихова значајна примена се тек очекује.

Метод препознавања бактерија које насељавају људску шаку захтева пре свега технолошки развој скенера који би могли да региструју око 150 врста бактерија које су карактеристичне за шаку појединца. Препознавањем тих бактерија на површинама које су у контакту са људском шаком могућа је идентификација особе.

Метод пулсирања крвотока шаке је сродна биометријска метода препознавању шеме крвних судова чија се слика добија употребом ИЦ зрачења. Ова метода идентификације користи слике које добија снимањем видљивим светлом. Установљена једнозначност оваквих оптичких узорака. Могу се упоређивати узорци снимљени у видљивом и инфрацрвеном делу спектра који стварају елементи коже. Упоређују се дубина на којој се налазе капиларе и њихова бројност, површински пигменти, пулсирање крвних судова и протеина у ткиву.

Метод препознавања динамике стиска шаке је биометријска карактеристика која може да послужи за верификацију особе која користи стисак шаке за извршење појединих активности (опаљивање из ватреног оружја (Слика 22)). (Shang, X. and Veldhuis, R. N. J. 2008). Овде се заправо, не анализира стисак сам по себи. Анализирају се подручја масног ткива преко електричног поља и снимају позиције вена инфрацрвеном камером када је шака у стиснутом стању где контракција мишића уноси додатне варијабле за анализу. Метод детаљно мапира унутрашњу структуру шаке у неколико десетина скенирања динамике стиска шаке. Скенери су базирани на пиезоелектрицитету који настаје услед стиска шаке.



Слика 22 - Динамика стиска шаке

Радиофреквентна идентификација (РФИД) је технологија која је гранично биометријска. Њу представљају РФИД имплантати. Ради се о чипу уграђеном испод коже, који садржи јединствен идентификациони број заједно с осталим подацима особе која носи чип. Чип је пасиван. Енергију добија бежично од самог читача у тренутку читавања, па са том енергијом шаље податке назад читачу. То су технологије које су већ нашле свакодневну примену. Користи се као помоћни метод у ситуацијама када је потребно повећати проценат препознавања неког биометријског метода.

9. Понашајне биометријске карактеристике људске шаке

Понашајне биометријске карактеристике људске шаке служе за верификацију особа. Јасно је да су поступци препознавања ових карактеристика повезани и са активношћу појединих делова људске шаке као што су брзине одраза јагодица прстију по типкама, положаји прстију приликом писања, гестикулације шаке и прстију и др.

Динамика куцања може да верификује или идентификује особу преко брзине, начина и притиска јагодица њених прстију по типкама компјутерске тастатуре. Пиезоелектрични сензори могу регистровати електрично поље настало притисцима јагодица прстију. Софтверски систем може континуирано пратити динамику куцања и обављати аутентификацију корисника.

Потпис и рукопис особе повезани су са индивидуалним начином исписивања појединих слова коришћењем позиција прстију и дланова људске шаке, њиховим ослањањем или притиском на подлогу. Биометријски систем могу да идентификују особу преко динамике исписивања слова.

Гестикулације шаке и прстију представљају бројне команде издате покретима руку.

Сензори инфрацрвених зрака који могу бити смештени уз екран телевизора прате како корисник покреће руке и претварају те покрете у управљачке команде:

- таласasti покрети руке налажу укључење и искључење телевизора, промена канала;
- померање руку лево-десно налажу промене канала;
- кружни покрети руку налажу регулисање гласности.

10. Закључак

Бројне биометријске карактеристике које се користе за идентификације особа налазе се у сталном развоју. Подручја апликација биометријских система се стално проширују што намеће нове захтеве у брзини, формату, доступности, немогућности превара и фалсификата, етичкој и друштвеној оправданости примене, законској регулативи, цени производње и слика.

Анализе биометријских карактеристика људске шаке показале су да препознавања ових карактеристика које су лоциране на уском подручју и чије су апликације најједноставније, омогућавају задовољење већине поменутих захтева.

Постојање актуелних аутоматских идентификационих система представља основу за једноставне и успешне примене многих помоћних метода формираних на бази физиолошких или понашајних биометријских карактеристика. Могућности формирања већег броја мултибиометријских система само од карактеристика шаке знатно олакшава идентификациони поступак (Jain, A. K. et al., 2004).

Тринаест непроменљивих карактеристика људске шаке на како на спољашњој тако и унутрашњој страни, које су анализиране у раду представља посебан идентификациони извор и подручје људског тела које даље треба истраживати.

11. Литература

1. Afsar, F. A., Ari, M. and Hussian, M. (2004). Fingerprint Identification and Verification System using Minutia Matching. *National Conference on Emerging Technologies*.
2. Anthonioz, A. et al. (2008). Level 3 Details and Their Role in Fingerprint Identification: A Survey Among Practitioners. *Journal of Forensic Identification*, 58(5): 562-589.
3. N., Faügeras, O. D. (1986) A New Approach for the Recognition and Positioning of Two-dimensional Objects, *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, 8, 44-54.
4. Bain, B. (2008). Bush pushes biometrics for national security. *Federal Computer Week (Media, Inc.)*. Retrieved 30. 6. 2008.
5. Baldi, P., Brunak, S. (2001). Bioinformatics: The Machine Learning Approach. *MIT Press*.
6. Frischholz, R. W., Dieckmann, U. (2000). *BioID: A Multimodal Biometric Identification System*. *Computer*, vol. 33, no. 2, pp. 64-68.
7. Han, C. C. Cheng, H. L., Fan, K. C. and Lin, C. L. (2003). Personal Authentication Using Palmprint Features. *Pattern Recognition*, vol. 36, no. 2, pp. 371-381.
8. Hong, L. and Jain, A. K. (2000). Multimodal Biometrics, *Automated Biometrics: Technologies & Systems*, pp. 326-344, Kluwer Academic.
9. Jain, A., Hong, L. and Pankanti, S. (2000). Biometric identification. *Comm. ACM* 43 2, 91-98.
10. Jain, A., and Pankanti, S. (2001). Biometrics systems: anatomy of performance. *IEICE Trans. Fund. E84-D 7* pp. 788-799.

11. Jain, A. K., Nandakumar, K., Lu, X. and Park, U. (2004). Integrating Faces, Fingerprints and Soft Biometric Traits for User Recognition. In *Proceedings of Biometric Authentication Workshop, LNCS 3087*, pages 259-269, Prague, Czech Republic.
12. Jain, A. and Ross A. (2004) Multibiometric systems. *Communication of the ACM*, Vol 47, No 1.
13. Jain, K., Ross, A. and Pankanti. S. (1999) A Prototype Hand Geometry-based Verification System. In *Proceedings of Second International Conference on Audio- and Videobased Biometric Person Authentication (AVBPA)*, pp. 166-171, Washington D. C., USA.
14. Kumar, A., Wong, D. C. M., Shen, H. C. and Jain, A. K. (2003). Personal Verification Using Palmprint and Hand Geometry Biometric. *Proc. Fourth Int'l Conf. on Audio- and Video-Based Biometric Person Authentication*, pp. 668-678.
15. Komarinski, P. (2005). *Automated Fingerprint Identification Systems. Amsterdam, The Netherlands; Boston, MA: Elsevier Academic.*
16. Rejman-Greene, M. (2005). Privacy Issues in the Application of Biometrics: A European Perspective. *Biometric Systems: Technology, Design and Performance Evaluation*, p. 335-359, Springer.
17. Sanchez-Reillo, R., Sanchez-Avila, C. and Gonzalez-Marcos, A. (2000). Biometric Identification through Hand Geometry Measurements. *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 22, no. 10, pp. 1168-1171.
18. Shang, X. and Veldhuis, R. N. J. (2008) Grip-pattern verification for a smart gun. *Journal of Electronic Imaging*, 17 (1).
19. Volner, R., Boreš. P. (2006). Multi-Biometrics Techniques, Standards Activities and Experimenting, *Electronics and Electrical Engineering No 8*, Czech Technical University in Prague.
20. Wang, N. W., Huang, Y. M. (2009). A novel software key container in on-line media services. *Computers and Electrical Engineering*, v. 35 n. 2, p. 370-375.
21. Zhang, D., Kong, A. W. K., You, J. and Wong, M. (2003). Online Palmprint Identification. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 25(9): 1041-1050.

МОГУЋНОСТИ И ОГРАНИЧЕЊА ПРИМЕНЕ ФОРЕНЗИЧКО-МЕДИЦИНСКИХ МЕТОДА У ИДЕНТИФИКАЦИЈИ

Горан Илић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Овај рад ревијално приказује различите методе, које форензичка медицина примењује у идентификацији живих и људских лешева, или делова тела, са циљем да се објасне предности, али и ограничења појединих метода, те могућност њиховог комбиновања.

Идентификација је поступак утврђивања идентитета неке особе, који се може спровести код живих особа, људских лешева и делова људског тела. Идентификација мртвих је много чешћи и тежи проблем у судско-медицинској пракси. Судско-медицинска идентификација обухвата два велика аспекта:

1) сигурно утврђивање групне припадности по полу, висини, раси и старости, за шта се могу користити телесне карактеристике, али и друга обележја нпр. утврђивање пола на основу одеће и накита;

2) упоређивање карактеристика леша са антемортем подацима о претпостављеној особи.

За утврђивање идентитета може бити доступно:

1) непромењено свеже тело, када се може обавити визуелно препознавање, директно или преко фотографије; од значаја су: боја косе, пигментација коже, оžilци и тетоваже;

2) деструисана тела, код којих неке површинске карактеристике тела могу бити делимично или потпуно изгубљене, али се онда више информација може добити прегледом костију при обдукцији; понекад је могуће директно мерење висине тела, серолошко испитивање или утврђивање промена на органима нпр. као последица хируршке интервенције;

3) унакажена тела, код којих, зависно од степена мутилације, идентификација може бити ограничена или онемогућена; ако су остаци леша свежи може бити утврђена расна пигментација, али зато може постојати немогућност директног мерења дужине тела; селективна мутилација у неким убиствима може бити намерно усмерена на отежавање идентификације, као што је уклањање зуба или јагодица прстију;

4) скелетизован материјал – ако су сва мека ткива одсутна идентификација зависи само од остеолошког испитивања и мерења, као и

познавања патолошких или анатомских абнормалности на костима особе за коју се претпоставља да је жртва.

1. Идентификација живих особа

Ова врста идентификације се обавља у ситуацијама када жива особа не може да пружи податке о свом идентитету (психијатријски болесници, мала деца, старе дементне особе, особе у бесвесном стању итд.) или постоји могућност лажног представљања (особе без личних докумената ухваћене при вршењу кривичних дела и сл.).

Методе идентификације живих су: дескрипција телесних и функционалних својстава, антропоморфометрија, дактилоскопија, показивање и фотографисање.

Код *описивања* најважнији су подаци о полу, висини, тежини и старости. Након тога се описују карактеристични детаљи: боја и облик косе, очију и браде, затим облик главе у целини, чела, носа, уста, браде, уста, ушију. Велики значај имају карактеристични детаљи: младежи, тетоважа, пигментација, недостатак делова тела. Посебну важност имају функционална својства, која се једино могу утврђивати код живе особе, а ту спадају све врсте говорних мана, рефракционе аномалије ока (кратковидост, далековидост), најразличитији тикови (жмиркање, шмркање), начин ходања, различите врсте карактеристичних покрета и сл.

Показивање је сасвим једноставна, али често и непрецизна метода идентификације, јер особе које врше препознавање могу то учинити погрешно, било ненамерно због узбуђености или свесно због неког интереса. Због тога се препоручује да се непозната особа не показује сама, већ у друштву са особама сличних карактеристика, као и да особа која препознаје претходно опише основне телесне особине непознатог.

Антропоморфометрија је утврђивање неких телесних мера различитим инструментима. Најважније мере су: телесна висина, дужина и ширина главе, обим главе, висина ушију на глави, најмања ширина чела, морфолошка висина лица, најмањи размак између јагодица лица, размак доњовиличних углова, висина и ширина носа, физиономска висина и ширина ушију итд.

Важнији од апсолутних мера су свакако антропоморфолошки индекси као однос појединих, претходно наведених мерних вредности, а најкоришћенији су следећи:

- дужинско-ширински индекс главе = (највећа дужина главе/највећа ширина главе) x 100,
- попречно главени-лични индекс = (размак јагодица/највећа ширина главе) x 100,
- попречни чеоно-темени индекс = (најмања ширина чела/размак јагодица) x 100,
- морфолошки индекс лица = (морфолошка висина лица/размак јагодица) x 100,
- физиогномски индекс уха = (физиог. ширина уха/физиог. дужина уха) x 100.

Дактилоскопија представља узимање и анализу отисака прстију шака у циљу провере идентитета неке особе, а сам термин потиче од грчких речи *daktilos* – прст и *skopien* – гледати.

Фотографисање је значајан поступак у идентификацији с тим да треба нагласити да фотографија често мења изглед људског лика, а уз то на старијим фотографијама честе су особине којих на провераваној особи више нема (бркови, брада, угојеност, омршавелост и сл.). Најчешће се узимају три снимка: спреда, десни профил и леви полупрофил (Prokop, 1996).

2. Идентификација очинства

Субјекти родитељско-правног односа су мајка и отац детета и они треба да му обезбеде материјалну сигурност, али и статусни и морални интегритет као свом потомку. Материнство проистиче из мајчине трудноће и порођаја, што су у принципу очигледне појаве, док се очинство заснива на акту зачећа, који је по правилу скривен. Пошто очигледног доказа биолошке везе између оца и детета нема, за разлику од материнства, спорно очинство је много већи и чешћи социолошки и правни проблем.

Иако је утврђивање родитељско-правног односа могуће признањем или судском одлуком, пошто само 20% наводних очева признаје децу рођену ван брачне заједнице као своју, у највећем броју случајева поставља се потреба да се родитељско-правни однос утврди у грађанско-правном спору.

Одредбе Породичног закона не говоре о начину доказивања очинства. Ово питање суд разрешава по општим начелима грађанског поступка и одлучује који ће се докази извести. Судска пракса показује да се доказивање очинства решава на основу правне претпоставке и вештачења. Користећи институт вештачења, када је то неопходно при извођењу доказа, орган који води поступак од вештака захтева да му на основу налаза утврђеног прегледима и анализама да мишљење о томе да ли се наводни отац искључује као природни отац детета или код неискључења, да утврди степен вероватноће очинства.

2.1. Одређивање времена зачећа

Важећим законским прописима није експлицитно одређен критичан период концепције, јер га је могуће знатно прецизније одредити медицинском експертизом о трајању трудноће у сваком конкретном случају. Према Негеловој формули, трајање трудноће се мери од првог дана мајчине последње менструације тако што се том датуму дода 7 дана а потом одузме 3 месеца и тако добије термин очекиваног порођаја. Време зачећа је могуће одредити и коришћењем различитих метода за постанаталну процену гестацијске старости плода. Најпрецизније се гестацијска старост одређује помоћу телесних знакова или неуролошких карактеристика новорођенчета.

2.2. Утврђивање оплодне моћи наводног оца

У вештачењу очинства наводни отац би се могао искључити ако се утврди његова урођена или пре зачећа детета стечена оплодна немоћ. При утврђивању неплодности могућег оца треба водити рачуна да ли се ради о урођеној или стеченој аномалији и у ком степену је поремећај изражен. Конгенитални узроци неплодности мушкарца су: крипторхизам, генетско-ендокрини поремећаји (Клинеифертеров синдром и сл.), органска обљубна немоћ мушкарца, урођени аутоимуни процеси. Стечена неплодност може потицати од инфекције (паротитис), тешких стресова, дејства токсина (алкохол, никотин, дрога и др.), радијације и сл.

2.3. Хемогенетско доказивање очинства

У доказивању очинства данас се примењују следећи хемогенетски маркери:

- антигени на еритроцитној мембрани (*ABO, Rh, MNSs, Kell, Kidd, P* итд.);
- еритроцитни ензими и протеини плазме (аденозин-деаминаза, кисела фосфатаза, глутамат-пируват трансминаза итд.);
- антигени на мембрани леукоцита и других ћелија (*HLA*).

Сходно Менделовим законима о наслеђу генетских маркера крви, које као полиморфизме примењујемо у вештачењу спорног очинства, наводни отац може бити искључен на основу следећих принципа:

- када се генетски продукт појави код детета, а одсутан је код мајке и наводног оца (нпр. мајка и наводни отац *O*, а дете *A*);
- када је наводни отац хомозигот за гене чији се продукти не појављују код детета (нпр. у *Rx* систему наводни отац *CC*, а дете *cc*);
- када је наводни отац хетерозигот за две генске алеле, чији се продукти не појављују код детета (нпр. наводни отац *AB*, а дете *O*).

У случајевима када се очинство не искључи израчунава се вероватноћа очинства. Постоји више поступака за израчунавање вероватноће очинства. Најзаступљенији је метода *Essen-Möller*, која се заснива на једноставном принципу: што су ређа обележја заступљена истовремено у крвно-групној формули наводног оца и детета, то је већа шанса да је он и прави отац детета. Нпр. у мушком становништву неке популације налази се неко обележје наследног карактера (крвнугрупно и др.) са учесталашћу од 20% („лажни“ или „у“ очеви). Несумњиви, прави очеви поседоваће ово обележје у вишој фреквенци („прави“ или „х“ очеви), нпр. 70%. Ово се може представити на следећи начин:

између 100 „лажних“ очева	(y) 20 носилаца обележја
између 100 „правих“ очева	(x) 70 носилаца обележја
200 мушкараца	90 носилаца обележја

Из овога следи формула у којој је W – вероватноћа очинства:

$$W = 1/(1+y/x) \text{ или } W = \log y/x + 10.$$

Утврђеним процентима вероватноће очинства одговара стандардизована вербална интерпретација. Највише се користи следећа таблица вербалне интерпретације (Табела 1).

лог $y/x + 10$	W(%)	вербална интерпретација
5,0 до 7,399	99,99 до 99,75	очинство практично доказано
7,478 до 8,004	99,70 до 99,00	очинство у највећој мери вероватно
8,157 до 8,721	98,50 до 95,80	очинство врло вероватно
8,763 до 9,046	94,50 до 90,00	очинство вероватно
9,115 до 9,398	88,00 до 80,00	извесно указивање на могуће оч.
9,421 до 9,632	79,00 до 70,00	само формално указивање на оч.
9,658 до 9,913	69,00 до 55,00	зона индиференције са позитивне стране
10,0	50,00	ни поз. ни нег. указивање на оч.
10,087 до 10,345	45,00 до 31,00	зона индиф. са негативне стране
10,368 до 10,579	30,00 до 21,00	формално указив. да оч. није веров.
10,602 до 10,865	20,00 до 12,00	извесно указивање да оч. није веров.
11,954 до 11,237	10,00 до 5,50	очинство није вероватно
11,279 до 11,510	5,00 до 3,00	оч. у великој мери није вероватно
11,690 до 11,853	2,00 до 1,50	оч. у великој мери није вероватно
11,996 до 12,601	1,00 до 0,25	оч. у највећој мери није вероватно
12,698 до 13,000	0,20 до 0,10	очинство практично искључено

Табела 1 - Табела вербалне интерпретације налаза добијених тестирањем генетских маркера крви

2.4. Антропоморфолошко доказивање очинства

Антропоморфолошко доказивање очинства налази свој темељ у комплексној анализи оне групе важних морфолошких особина у којима се дете разликује од мајке, а истовремено сличи оцу. У важне особине за ову методу убрајају се оне које су јасно дефинисане, које су наследно условљене, чији је модус наслеђивања генетици добро познат, које се у дотичној популацији ретко налазе и најзад оне које нису разбацане по разним регијама тела, већ се појављују у групама. Антропоморфолошке особине, чију наследност пратимо у поступку доказивања очинства, могу бити веома сложене тј. да се налазе под контролом већег броја гена (нпр. висина тела и то су тзв. Квантитативне особине. Ова обележја могу бити под једноставнијом генетичком детерминацијом (нпр. албинизам) и то су тзв. квалитативне особине. Доминантност генског алела је у испољавању његове функције а рецесивност у њеном изостанку.

О антропометријским методама које се користе у оквиру антропоморфолошке идентификације патернитета било је више речи на страни овог поглавља.

Ова метода доказивања очинства има вишеструка ограничења, јер се саме антрополошке особине тешко дефинишу, модус наслеђивања им често није сасвим познат, подлежу старосним променама, антрополошка обележја која много одступају од нормале због свог ретког појављивања

могу помоћи у малом броју случајева, а мере и индекси, као темељ утврђивања морфолошке сличности, могу да служе само за контролу сопственог оптичког утиска. Из ових разлога антрополошко-морфолошко доказивање очинства има данас углавном историјски значај.

2.5. Дерматоглифика у доказивању очинства

Дерматоглифи су кожни грбенчићи на прстима шака и стопала и на самим длановима и табанима, а име им потиче од грчких речи *derma* – кожа и *gluphe* – шара. У грбенима папиларних линија налазе се поре, које представљају излазе канала знојних жлезда коже и због њих остају отисци на предметима, на чему се и заснива криминалистичка дактилоскопија. Постоји 64 милијарди комбинација шара папиларних линија што значи да два човека не могу имати идентичне отиске.

Дерматоглифски фенотип једне особе чине квалитативне и квантитативне карактеристике. У квалитативна обележја спадају облици шара: лукови, петље, котурови, прелазни облици и непотпуне шареминуције. Број грбенчића једне шаре, који се налази између двеју лако уочљивих константних тачака, чини квантитативну вредност исте.

Популацијске студије су показале много већу варијабилност квалитативних дерматоглифских обележја у односу на квантитативна. Дерматоглифи су полигенске наследне природе са малим утицајем спољне средине и немогућношћу потпуног дефинисања закона наслеђивања. У експертизи очинства ова метода даје значајније резултате само у комбинацији са другим генетским маркерима нпр. *HLA* система (Илић, 1994).

2.6. Доказивање очинства анализом ДНК карактеристика

ДНК је молекула наследног материјала односно носилац генетичких информација које одређују индивидуалне људске карактеристике. У редоследу секвенци у ДНК постоје, осим релативно константних и варијабилних региона, и хиперваријабилни делови, познати као минисателитни локуси или минисателити. Управо због варијација у редоследу нуклеотида, ДНК сваке индивидуе, са изузетком једнојајчаних близанаца, је различита. Први корак у тестирању је издвајање ДНК из ћелије (леукоцити из крви или фибробласти коже или слузокоже), затим се врши фрагментисање добијене ДНК на делове различитих дужина помоћу рестрикционих ензима, које „секу“ ДНК ван хиперваријабилних региона одржавајући њихову целовитост. Добијени фрагменти ДНК се затим раздвајају електрофорезом у агарозним деловима, а након тога се фиксирају за специјалну најлонску мембрану. У следећој фази се припрема радиоактивно обележена ДНК „проба“ тј. фрагмент ДНК, који поседује висок степен хомологије са минисателитним репетитивним фреквенцама на одређеном броју минисателитних локуса у хуманој ДНК. Наредни корак је хибридизација (везивање водоничним везама) оних фрагмената ДНК фокусираних на мембрани, који садрже минисателитне локуса обележене

ДНК пробом. После овога следи „прање“ мембране тј. скидање вишка пробе, а затим визуализација фрагмената ДНК са минисателитним локусима, која се своди на радиографију и развијање рендгенског филма. Данас постоје модерни апарати за ове анализе – ДНК секвенцери, који претходно описану процедуру поједностављују и чине је ефикаснијом. Предност ове методе је што се ради само о једној техници са скоро стопроцентном могућношћу доказивања очинства, док се хемогенетске пробе морају комбиновати и никада не дају стопроцентну вероватноћу очинства.

Сваки стубић у добијеној генетској шифри мора да води порекло од оца или од мајке. Приликом тестирања патернитета кодирање се врши на детету, мајци и оцу. Стубићи у дететовом коду се прво пореде са мајчиним. Остали стубићи онда морају да одговарају очевим, а ако то није случај онда је очинство искључено.

Тестирање обухвата најмање дванаест независних локуса на десет различитих хромозома. За искључење очинства потребне су најмање три констелације искључивања. У супротном извршено ДНК тестирање мора достићи вероватноћу (W) од 99,99%, што би одговарало вербалној интерпретацији “очинство практично доказано.

3. Идентификација људских лешева

3.1. Најзначајнија обележја за идентификацију нескелетизованих лешева

3.1.1. Изглед лица и очију

Препознавање свежих тела може бити отежано због измене телесних карактеристика узрокованих смрћу. Понекад се дешава да родбина покојника сумња у идентитет умрле особе. Разлог за то је стрес који ове особе доживљавају у оваквим ситуацијама, али и промене које настају на лешу у виду хипостазе, спољоштености делова тела изложених притиску подлоге, отока, мишићне млитавости и бледила, које могу изобличити лице и отежати идентификацију.

Пад интраокуларне тензије и замагљивање рожњаче развија се прогресивно унутар неколико сати од смрти чинећи да се дужица теже опсервира. Колапс предњег дела јабучице налази се унутар једног или два дана и са развијајућом путрефакцијом дужице теже ка затамњењу. Несигурно је користити боју очију као критеријум идентитета после неколико дана од смрти али понекад и много краће, када услови спољашње средине убрзавају труљење и тако мењају боју дужица.

3.1.2. Коса

Косматост главе, пубичног и аксиларног предела спадају у најотпорније идентификационе карактеристике и понекад су постојане миленијумима у одговарајућим условима. Оригинална боја може бити промењена након спаљивања и постати браон, црвенкаста или „риђа“, може бити затамњена прљавштином, а експертски третман може обновити оригиналну боју.

За ово обележје су важне расне карактеристике. Црначка коса је тамна и има спиралну увијеност са заравњеношћу, елиптичног попречног пресека. Монголоидна коса је мање пигментована, права је, са цилиндричним попречним пресеком. Коса белих људи је округла или овална на попречном пресеку, али показује велике варијације у боји и морфологији упоређено са друге две велике етничке групе. Мада је коса белих људи округлог или овоидног пресека, длаке обрва чешће су троугласте а пубичне заравњене. Ако је очуван корен длаке, крвна група и други серолошки критеријуми могу бити утврђени. Ђелије корена длаке могу дати ДНК профил, а чине се покушаји да се добију ДНК карактеристике и од саме стабљике длаке.

Микроскопско истраживање косе може помоћи у одређивању да ли је длака људског порекла. Кортекс људске длаке је развијенији него животињске и у њему је пигмент складиран у периферним деловима. Медула животињске длаке је широка и у њој се најчешће налази пигмент, док код људске медула понекад недостаје а понекад представља узан тунел без структуре.

Осмуђеност длака се виђа код деловања високе температуре и тада длака набубри, добије сиву нијансу и постане коврцава. Ако је крај длаке раван онда је то последица пресецања оштрицом, а степенаста површина завршетка длаке са згњеченим крајем говори о деловању тупине механичког оруђа. При дејству ватреног оружја на длаци се могу наћи барутне честице, гар, и сл. На корену ишчупане длаке налазе се остаци зидова длакине јамице, прекинута длака има рашчупане патрљке.

3.1.3. Карактеристике коже (пигментација, тетоважа, дерматоглифи, ожилци)

Код трулежно неизмењених, недеструисаних лешева, расне разлике у пигментацији коже су очигледне. Када се покрене процес путрефакције прогресивно се уклањају пигментне насlage и пигментација постаје неупотребљива као маркер у процесу идентификације, мада меланин хистолошки још може бити видљив у базалним слојевима очуваног епидерма.

Спаљена тела могу такође изгубити пигментовану кожу због деструкције врелином или таложења гари и других продуката комбустције по површини, мада је реткост да сви докази пигментације буду уклоњени.

Тетоважа – украшавање коже уношењем пигмента испод епидерма постоји миленијумима у свим деловима света. Реч *tatou* потиче са Полинезије и значи обележити, означити. Боја се тачкасто уноси најчешће у коријум оштрим инструментима, обично мануелно иглом или електричним вибратором. Једном унет материјал испод спољашњег слоја коже перзистира ту дуго времена. Боје као плава, зелена или црвена могу бити очишћене из ткивних ћелија путем лимфног система после неколико година или деценија. Црни пигмент, обично угљене честице, које су користили још Инке, може бити очуван целог живота, мада делимично може бити транспортован у регионалне лимфне чворове. Тетоважа састављена из различитих боја може ишчезавати кроз више година а да при том црна подручја остану очувана.

Тетоваже се углавном користе за упоређивање са познатим обележјима код несталих особа. Знаци који су тетовирани често су допуњени разним именима што може бити од помоћи у идентификацији.

Када је распадање леша отпочело, тетоваже могу бити теже уочљиве због напораности и љуштења епидерма, али често делови коже могу бити сљуштени заједно са познатим тетоважама и бити јаснији него на свежој кожи. У каснијој фази ткиво постаје зелено и љигаво, а узорци тетоваже прогресивно ишчезавају.

Покушаји отклањања тетоваже се виђају често и тада настају повреде епидерма и дерма са последичним запаљењем и формирањем ожиљка. Тетоважа може сигурно бити отклоњена али је увек замењена ожиљком већег или мањег обима, што указује да је нека промена постојала на том месту.

Већина тетовираних користи црни пигмент који садржи угљеник, зелени који садржи поташ-дихромат и црвени који садржи меркури-хлорид, а коришћене су и боје на бази анилина, што се може утврдити микроекстракцијом и анализом у форензичкој лабораторији.

Дерматоглифи су кожни гребенчићи на прстима шака и стопала и на самим длановима и табанима. У гребенима папиларних линија налазе се поре, које представљају излазе канала знојних жлезда коже и због њих остају отисци на предметима, на чему се и заснива криминалистичка дактилоскопија. Постоје 64 милијарде комбинација шара папиларних линија, што значи да два човека не могу имати идентичне отиске.

Судски лекар може помоћи у узимању отисака тако што ће савладати мртвачку укоченост прстију или пресећи тетиве флектора. Када је тело путрификовано лекар-форензичар може скинути десквамиране делове коже са прстију за потребе полиције. Ови делови би требало да буду фиксирани тако да труло ткиво не губи дефиницију шаре која даје форму отисака. Кожа може бити остављена у формалин, алкохол или раствор глицерина, посебно онда када мацерација (као код утопљеника) епидермис чини набубрелим и нејасним.

Ожиљак може захватити епидермис као површна промена и бити излечен без видљивих последица.

Када ожиљак продре до дерма организацијом угрушка крви и/или гранулацијом ткива онда остаје видљив и после репарације. Ако је рана уска, као код рана нанетих оштрим ножем, хируршким инструментом, жилетом или стаклом, када су ивице спојене, посебно копчама или завојима, резултирајући ожиљак ће бити узан и скоро неприметан. Ране нанете убодом ножа могу оставити ожиљак елипсастиг облика, понекад чак са тупим или оштрим крајем указујући на позицију повредног оруђа са једном оштрицом. Отворена рана или инфекција ће проширити ожиљак и јасно је да ће веће раздеротине резултирати већим, неравним и најчешће неправилним ожиљком. Опекотине остављају глатке ожиљке са гребенастим наборима и скврчењима. Ожиљци устрелина су округласти, левкасти или код тангенцијалног деловања – олучасти.

У односу на идентификацију ожиљци су од користи само ако је и претпостављена жртва имала сличне ожиљке по типу и месту. Многи људи имају ожиљке од операције слепог црева и многе жене од хистеректомије и других гинеколошких операција које остављају ожиљке на доњем делу трбуха, те отуда и немају већи идентификациони значај. Ако је ожиљак необичан или јединствен по типу и месту, његова вредност за утврђивање идентитета је већа.

Неки ожиљци су намерно изазвани самоповређивањем или као део неке етничке или религијске традиције, на пример ожиљци на лицу код неких афричких племена, као и деформисане или пробушене ушне шкољке или усне. Стари ожиљци на зглобовима и на грлу указују на раније покушаје самоубиства. Бројни ожиљци на предњим деловима потколеница могу указати на стално саплитање и падове хроничних алкохоличара.

Старост ожиљка је врло тешко утврдити, јер када се коначно формира не долази до каснијих промена. Када је нанета линеарна рана, било да је то од хируршке операције или убода ножем, ивице ране за недељу дана постају чврсте, под условом да се не развије инфекција или хематом. Рана је браонкасто-црвена и остаје васкуларизиована неколико месеци у зависности од њене ширине. Розикаста боја од крвних судова лагано бледи и уски хируршки рез може бити бео за 4–6 месеци. Аваскуларни колаген тежи да се смањи за око годину дана, када постаје сребрнасто-бео и остаје такав дефинитивно. Ови временски периоди варирају у зависности од типа коже, њене пигментације и дела тела који је озлеђен. Када рана прелази преко прегрета коже који се често савија или истеже, ожиљак који настаје прати те појаве.

Хистолошка претрага потврђује да је нађена промена у ствари ожиљак, јер ожиљци немају фоликуле длаке, знојне и лојне жлезде, мада понекад акцесорни делови могу бити присутни као резултат постојања инклузија оригиналне коже у рани.

3.1.4. Професионална обележја

Ова обележја су везана за обављање одређених врста делатности. Тако неки рудари и људи који раде у каменолому имају мале фацијалне ожиљке због парчића стена расутих приликом експлозије. Радници у челичанама и ливницама могу имати мале опекотине на изложеним деловима тела од прскања врелог метала. Уопште, проучавање руку може указати да ли је преминули био мануелни радник или се бавио седећим пословима. Посекотине, ожиљци, жуљеви и хиперкератозе руку су јасан показатељ тешког посла.

Када су у питању унутрашња обележја, црна, прашином оптерећена плућа, са или без пнеумокониозе-указују на рудара. Згуснуте бисерно беле плоче на плућној марамици су изазване изложеношћу азбесту, мада у скорије време широка употреба ове супстанце у многим индустријама отежава идентификацију ове професије.

3.1.5. Дужина интактног леша

Због комплетног губитка мишићног тонуса у првом стадијуму мртвачке млитавости и опуштености код већих зглобова као што су кук и колена, заједно са изгубљеним ефектом затегнутости параспиналних мишића на интервертебралним дисковима, тело може да се продужи 2–3 цм. Мртвачка укоченост замењује мишићну млитавост, савија ноге и тако скраћује тело. Када укоченост прође и дође до секундарне мртвачке млитавости, зглобови се опусте и опет настаје продужење тела просечно за 2–5 цм. Грешке у одређивању тачне постмортне висине укључују и тешкоће лоцирања средства, којим се мери, тачно на пету и теме главе као и потпуно истезање (исправљање) удова, кичме и врата тела у укочености.

3.1.6. Одређивање пола код нескелетизованих тела

Одређивање пола код очуваних лешева ретко представља проблем, јер спољашње гениталије остају препознатљиве до касног стадијума труљења. Поред тога груди и генерални облик тела а такође и шема раста стидних длачица откривају пол. Женске стидне длачице обично расту у доњем делу стомака, док је горња ивица хоризонтална или полукружна изнад Венериног брега. Мушке стидне длаке више расту у централном делу, некад и до пупка, али увек постоје изузеци. Присуство или одсуство обрезивања може помоћи у идентификацији одређених етничких и религијских група као што су Јевреји и Муслимани.

Одећа, дужина косе, фризура, боја косе, минђуше и други накит, више нису сигурни водич за одређивање пола као што су некад били. Тамо где је труљење одмакло испитивање унутрашњих карличних органа може још увек открити недвосмислене доказе о полу, јер су унутрашњи органи обично у бољем стању него спољашњост тела. Материца је орган у телу који је најотпорнији на труљење, мада је и простата врло отпорна. Код скоро потпуног распадања органа врши се радиолошко снимање карлице или се користе критеријуми који се употребљавају у утврђивању идентитета коришћењем скелетних остатака.

Цитолошка испитивања нуклеуса ћелије, утврђивањем хиперхроматичне масе у једрима (Барово телашце), могу указати на пол када су оскудни остаци ткива доступни за анализу, као што је ткиво нађено на путу или возилу после саобраћајне незгоде. Ово телашце се још зове и секс-хроматин и чешће се јавља код особа женског пола. Позитивни резултати се без проблема добијају код живих особа, најбоље на ћелијама букалне мукозе, а код лешева само на ткивима која спорије труле (везивно ткиво, корен длаке итд.).

Скорашњи значајни напредак у цитогенетици и ДНК анализи сада омогућавају одређивање пола и људског порекла са телесних узорака, који ће делимично или у целини заменити старе горе наведене технике.

3.1.7. Старост нескелетизованих лешева

Одређивање узраста леша је много већи проблем него одређивање пола. Најчешће се посматра боја косе, па се тако седе длаке појављују око 35. године у слепоочним пределима а после 40. и 45. године по телу. Губитак еластичности коже, њено истањење и хиперкератоза, као и њене црвенкасте, Морган-ове мрље указују на дубљу старост. Боре се појављују око спољашњих углова очију око 30. године живота, на челу око 35., на врату и шакама око 50. године. Зуби могу помоћи у идентификацији својим временским распоредом избијања, а на њима се посматра излизаност круница која се појављује већ после 30. године, а јаче је изражена после 50. године.

Ницање млечних зуба	
први секутић	7–9. месеца
други секутић	6–8. месеца
Очњак	8–10. месеца
први кутњак	12–18. месеца
други кутњак	20 – 30. месеца

Табела 2 - Ницање млечних зуба

Ницање сталних зуба	
први секутић	6–9. године
други секутић	7–10. године
Очњак	10–12. године
први преткутњак	9–13. године
други преткутњак	10–14. године
први кутњак	6–9. године
други кутњак	10–14. године
Умњак	17–24. године

Табела 3 - Ницање сталних зуба

Доњовилични угао код новорођенчета износи око 170°, код деце око 150°, одраслих 90–100°, а код старијих људи се поново повећава на 130–145°.

На очима се сиви или бели круг око зенице (*arcus senilis*) ретко виђа код особа испод 60 година старости. Код новорођенчади и деце, висина и ширина зуба се могу упоредити са стандардним табелама, али развојни дефекти, болести и неухрањеност могу довести до значајних грешака. Еволуција дегенеративних промена као што је артериосклерозис и артритис, могу дати неку оријентацију о животном добу, али су индивидуалне варијације тако велике да само указују на разлику између младе и старе особе. Када треба да се направи разлика између две умрле особе које су различите старости ови општи утисци могу бити од велике користи. До 20–25. године живота изглед зуба, окоштавање осификационих центара и фузија епифиза, описани у даљем тексту, су добар показатељ старости (Knight, 2004).

3.1.8. Идентификација уз помоћ ДНК карактеристика

Један од најреволуционарних напредака у идентификацији је употреба методе „ДНК отиска“. Ову технику је открио А. Џефриз са Лестерског универзитета и у оквиру ње се свака јединствена секвенца база у ДНК ланцима хромозома користи за поређење једног узорка крви са другим. ДНК, која формира генетски материјал, сачињена је од 2 ланца молекула шећера и фосфата, који су увијени у дупли хеликс, а који је спојен везама формираним од аденина, тимина, цитозина и гуанина. Сваки од ових увијутака има десет таквих веза као пречаге на увијеним мердевинама. Један молекул ДНК може имати милионе оваквих веза и пермутације база у свакој суседној вези креирају ген односно сегменте ДНК који носе генетску информацију. Ген се састоји од сегмената који садрже неколико стотина или хиљада веза, али постоје и делови ланца који немају никакву генетску функцију и који су сувишни. У људском нуклеусу је око један метар ДНК ланца, али се само 10% користи за генетско кодирање, док је остатак сувишан. Од тих „тихих“ сегмената може да се јави 200–14.000 понављања сваке идентичне секвенце на сваком ДНК ланцу. Током проучавања специфичног гена (као оног за синтетисање миоглобина) Џефриз је установио да су сви сувишни суседни сегменти веома варирали у основи секвенце, али да су били константни за одређену индивидуу и да су били наслеђивани од родитеља на строго одређени (регуларни) начин. Другим речима они су формирали „потпис“ који је био практично јединствен за сваку индивидуу осим код идентичних једнојајчаних близанаца, који деле исту ДНК у оплођеној јајној ћелији. Шанса да две особе имају исту секвенцу је према Џефризу око 1: милион милијарди. Чак и код рођених браће и сестара шансе су 1:10.000 милијарди.

Полиморфизми ДНК се односе на секвенце и дужину. Полиморфизми секвенце настају заменом нуклеотида, а полиморфизми дужине додавањем или изостављањем једног или више нуклеотида. Варијабилност минисателита и микросателита садржана је у појму *VTNP* полиморфизама.

RFLP техника је полиморфизам дужина рестрикционих фрагмената и заснована је на варијабилности дужине одређених сегмената ДНК уз деловање рестрикционих ензима и настајање одсецака ДНК са различитим бројем неклеотида. Анализом више *RFLP* локуса готово се може искључити могућност добијања истог генотипа различитих особа изузев једнојајчаних близанаца. Због неопходности употребе радиоактивних супстанци ова техника је практично напуштена.

Да би се идентификовао сувишни сегмент (који се често зове минисателит или хиперваријабилни локус) потребан је веома сићушни део људског ткива који садржи нуклеарни материјал нпр. узорак крви који садржи леукоците, узорак семене течности, зубна пулпа или длака са ћелијама корена. ДНК која се садржи у том нуклеарном материјалу раставља се на делове уз помоћ рестриктивних ензима-ендонуклеаза, на одређеним местима. Фрагменти се онда деле и кроз електрофоретски гел се транспортују до најлонске мембране или мембране од нитроцелулозе,

где праве своји отисак који се касније проучава. Свака појединачна трака је означена радиоактивним фосфором 32. Позиција сваке траке се може видети на рендгенској плочи. Крајњи резултат је серија паралелних стубића, сличних шифрама на производима из супермаркета. Скорашње шеме ових стубића добијених испитивањем мултилокуса су биле замењене или допуњене шемама из сингл-локус испитивања, мада су принципи испитивања остали исти. Из присуства различитих стубића у датој позицији могу се вршити поређења са осталим узорцима тако да је ово класична форензичка техника упоређивања.

Осим једарне (геномске) ДНК и митохондрије у цитоплазми ћелије садрже мали део ДНК. Форензички важна епителна ткива (слузокожа усне дупље, кожа, вагина) имају око 1000 митохондрија у свакој ћелији. Најмање митохондрија имају сперматозоиди (око 50), а највише јајне ћелије (око 10.000). Митохондријална ДНК се наслеђује по мајчиној линији и налази се само у репу и средишњем делу сперматозоида, а не налази се у глави, те, како само глава сперматозоида продире у јајну ћелију, митохондријална ДНК се не преноси у оплођену јајну ћелију. Наслеђивање по мајчиној линији омогућава утврђивање идентитета непознате женске особе с удаљеним сродницима по мајчиној линији. Такође, митохондријална ДНК омогућава анализу минималних и проблематичних трагова (корен длаке, нокти, остаци скелета), када је немогућа анализа геномске ДНК.

Једарна ДНК се наслеђује по Менделовим законима наслеђивања и показује изван кодирајућих регија високу варијабилност с понављаним низовима истих секвенци ДНК. Понављајућа ДНК структурно може бити у облику секвенци које следе једна за другом или у облику разбацаних понављања секвенци. Понављајућа ДНК се може поделити на сателите, минисателите и микросателите на темељу дужине понављања секвенци, која се изражава бројем парова база и учесталошћу понављања. Сателитска ДНК је састављена од дугих низова понављаних секвенци с јединицама понављања које обухватају неколико хиљада парова база и могу се понављати од 10^3 до 10^7 пута. Код минисателита дужина понављања износи између 9 и око 100 парова база. Више хиљада понављаних секвенци могу следити један за другом. Микросателитска ДНК садржи до 100 понављања од 1 до 6 парова база и означавају се са *STR (short tandem repeats)*.

У пракси ДНК тест је бескористан ако нема са чим да се упореди, али се, на пример, крв на оружју у поседовању осумњиченог може поредити са практично комплетном сигурношћу са крвљу жртве. Семена течност у вагини жртве убиства или силовања се може поредити са ДНК шемом добијеном из крви осумњиченог, нема потребе да се пореди са семеном течношћу осумњиченог, јер је сва ДНК одређене особе по дефиницији иста. Неколико длака са кореном нађених на тупом предмету које поседује осумњичени за убиство могу се упоредити са узорком крви узетим на аутопсији. У сексуалним деликтима, ДНК има велику предност у односу тестове крвних група пошто ДНК може да разликује

семену течност осумњиченог и вагинални секрет жртве, узетих помоћу тампона, што може да поништи налаз добијен тестирањем крвних група.

На нивоу ДНК је могуће и одређивање пола. Ово је могуће захваљујући *PCR* амплификацији специфичних подручја X и Y хромозома. Амплификује се фрагмент дужине 106 парова на X хромозому и фрагмент с 112 парова на Y хромозому. Раздвајање електрофорезом утврђује затим 1 алел код жена и 2 код мушкараца, од којих један потиче од X а други од Y хромозома. Пошто се путем Y хромозома све карактеристике које су на њему локализоване преносе искључиво на мушко потомство, сви мушки сродници независно од степена сродства и генерације показују иста Y хромозомска обележја. Ово даље омогућава идентификовање мушке особе упоређивањем са даљим мушким сродницима исте наследне линије.

Иако технике амплификације, као што је *PCR* и друге, сада дозвољавају да се сићушни узорци тестирају, ипак што је већи узорак боље су шансе за успешно ДНК тестирање. У пракси количина ДНК у материјалу трага од 100-500 пг, који се добија од 20–100 телесних ћелија, омогућава поуздан резултат. *PCR* метода је посебно погодна за кратке ДНК одсечке нпр. неколико стотина парова база, те се може примењивати и у случају деградиране ДНК. Постмортни материјал је инфериоран у односу на узорак крви и ткива живе особе, у случају да су постмортне промене оштетиле хроматински материјал. Тада могу да се узму обични узорци крви, иако може да се деси да су се леукоцити већ дезинтегрисали. Сматра се да је најбољи материјал из мишића или слезине, али ако је труљење одмакло препоручује се коштана срж. Неких 10 мл крви или еквивалентну количину ткива треба узети у стерилну тубу и замрзнути на -20°C , ако дође до кашњења или одлагања у трансмисији до лабораторије. Код сексуалних деликата повезаних са убиством треба узети што је могуће више материјала пипетом или вишеструким тампонима, из вагине, ректума и уста (Knight, 1996; Kubat, 2004).

3.1.9. Идентификација скелетизованих остатака

Порекло кости

Тешкоће се јављају са малим костима неких животиња, посебно шака и стопала, где прсти, метакарпалне и метатарзалне кости захтевају пажљиво проучавање да би се разликовале од људских.

Када су кости фрагментоване или некомплетне онда проблеми кулминирају врло брзо. Ако имамо крајеве дужих костију онда се њихов нељудски облик може одмах утврдити, али цилиндрични централни делови костију имају врло мало карактеристичних особина осим величине. Изгорели делови костију проузрокују сличне проблеме, а уз то постоји и могућност искривљења и скупљања топлотом.

Од помоћи могу бити Хаверзови канали који су код људских костију мање-више прави, у дугим костима углавном поређани у оси дијафизе а у пљоснатим су паралелни са површином, ширина канала се повећава

од периферије ка центру. Код животиња ширина канала је различита и распоређени су без икаквог реда.

Ако су кости превише фрагментоване онда се мора покушати са серолошким истраживањем. Ово зависи од уско специфичних протеина који се екстрахују из костију и стављају у раствор где тестирају специфичним антисерумом припремљеним од имунизованих животиња. На тај начин тест је заправо утврђивање делова плазме унутар костију, па се препознавање врши техникама као што су електрофореза или гел-дифузија. ДНК анализа може данас да идентификује људско ткиво. Незгода код серолошких тестова је то што не може да се примени на кости које немају више протеине, а овде спадају кремиране или изгореле кости или ако је од смрти прошло неколико година. Негативан резултат треба очекивати 10 година после смрти, мада су ДНК технике осетљивије (Howard, 1988).

3.1.10. Одређивање пола скелетизованих лешева

Лобања

Карактеристике лобање се развијају после пубертета и модификују се са старосћу тако да се могу применити у идентификацији само између 20. и 55. године. За одређивање пола користе се следеће карактеристике лобање:

1) Према генералном изгледу женска лобања је више заобљена и глатка од храпаве мушке.

2) Лобање мушкараца су веће са ендокранијалним волуменом већим за око 200 мл.

3) Тежина лобање мушкараца је око 730 г, а жена око 560 г.

4) Мишићни припоји су израженији код мушких лобања, посебно у окципиталним областима где су већи мишићи спојени са нухалним гребеном и у темпоралним пределима за припоје већих масетера и темпоралних мишића.

5) Супраорбитални гребени су израженији код мушких лобања, а могу да се и не јаве код женских. Глабела (изнад носа) је мала или је нема код жена, а истакнутија је код мушкараца, мада је ово обележје од мањег значаја.

6) Мастоидни наставак је већи код мушкараца.

7) Фронталне и темене еминенције су израженије код женских лобања.

8) Непце је веће и правилнијег „У“ облика код мушкараца, мање непце код жена има тенденцију да буду параболично.

9) Орбите су смештене ниже на лицу мушких лобања са мање оштрих ивица (посебно код горње ивице) него код жена, а индекс висине и ширине очне дупље је код мушкараца око 80 мм, а код жена преко 90 мм.

10) Носни отвори су виши и ужи код мушких лобања и имају оштрије ивице. Носне кости су веће и спајају се у оштријем углу него код жена.

11) Чело је високо и искошено код жена са заобљенијом контуром него код мушкараца.

12) Зуби су мањи код женске лобање. Кутњаци обично имају четири корена. Мушкарци често имају нижи први кутњак са пет коренова.

13) Задњи гребен јагодичног продужетка се пројектује иза и испод спољашњег слушног отвора у мушкој лобањи. Зигоматични лукови се савијају више пут упоље код мушкараца, а код жена остају више унутра.

14) Доња вилица је велика код мушких лобање са угластијом регијом симфизе, а просечно је тешка код мушкараца око 92 г, а код жена око 71 г. Женске вилице су заобљеније и мање се пројектују у предњем делу. Вертикална висина симфизе је пропорционално већа код мушкараца. Угао који формирају тело и рамус је усправнији код мушкараца и мањи је од 125° . Кондили доње вилице су већи код мушкараца пошто је шири улазни рамус и израженији је короноидни наставак (Keen, 1950).

Полне карактеристике карлице

Слично као и код лобање мушка карлица је храпавија због припоја јачих мишића. Она је виша и усправљенија од глаткије и равније женске. Субпубични угао је код жена приближно 90° , а код мушкараца 70° . Тело пубичне кости спојено у симфизи тежи да буде троугластог облика код мушкараца, док је код жена више правоугаоног облика.

Ишиопубични индекс може бити од помоћи, а добија се тако што се пубична дужина ($\times 100$) дели дужином ишиалне кости. Ако је ишиопубични индекс мањи од 90 у питању је мушка карлица; а ако је преко 95 онда је женска. Ацетабулум је већи код мушкараца и просечно износи 52 мм у дијаметру, док је женски 46 мм. Карличне зглобне чашнице мушкараца су више бочне него код жена, а код жена су окренуте више напред. Наравно величина ацетабулума је повезана са промером главе бутне кости. Сцијатични усек (*incisura ishiadica maior*) је веома важан критеријум јер је дубок и узан код мушкараца, а широк и отворен код жена. Форамен обтуратум је више овоидан код мушкараца, а троугласт код жена. Преартикуларни сулкус (означава повезаност са сакро-илиачним лигаментом) лежи управо бочно од овог лигаamenta и обично је добро изражен код жена а често га нема код мушкараца. Карлични улазни отвор гледан одозго је кружнији код жена док је код мушкараца срцоликог облика што је резултат избочења крсне кости пут позади. Сагитални пречник карлице (*conjugata vera*) се простире од средине промоторијума до најиспупченијег дела симфизе и износи просечно код мушкараца 113 мм, а код жена 118 мм. Попречни пречник између обе седалне бодље код мушкараца је око 80 мм, а код жена око 100 мм. Растојање између предње-горњих бедрених бодљи износи код мушкараца 20-22 цм, а код жена 23-25 цм.

Сакрум у функционалном смислу представља део карлице и дели њене полне разлике. Женски сакрум је широк, троугласт и краћи а мушки може имати 5 делова што је ретко код жена. Попречни дијаметар првог сакралног пршљена означава се (*sw*) а базе сакрума (*bw*). Формула је $SW \times 100/BW$ и просечно је износила 45 код мушкараца и 40 код жена (Kimura, 1982).

Одређивање пола преко дугих костију

Дужина и масивност фемура су веома важни за одређивање пола и велике серије су показале да је максимална дужина бутне кости мушкараца 459 мм, док је код жена само 426 мм. Средње вредности су 447 мм за мушкарце и 409 мм за жене.

Величина феморалних глава је прецизнији полни показатељ. Сматра се да је вертикални дијаметар већи од 45 мм код мушкараца и мањи од 41 мм код жена. Величина главе фемура део је Персоновог „математичког одређивања пола фемура“ које обухвата неколико мерења.

	Мушко	Мушко или женско	Женско
Вертикални дијаметар главе	већи од 45,5	43,5–41,5	мањи од 41,5
Поплитеална дужина	већа од 145	114–132	мањи од 106
Бикондиларна раздаљина	већа од 78	74–76	мања од 72
Коса трохантерична дужина	већа од 450	405–430	мања од 390

Табела 4 - Одређивање пола уз помоћ фемура (мм)

Проучавана је величина и главе фемура и хумеруса, и неки аутори тврде су оне много корисније него дужина кости.

Још једна полна особина фемура је угао који врат бутне кости заклапа са вертикалом. Овај угао износи код мушкараца 127–135°, а код жена 112–125°. Због чињеница да је карлица релативно шира код жена осовина мора да се више искоси да би конвергирала на нивоу тибије тако да су кондиле на доњем крају фемура постављене хоризонтално на плато тибије. Када се женски фемур постави на своја кондила на равну површину онда је угао који осовина прави са том површином-76°, док је код мушкараца кост усправљенија и угао износи 80°.

Одређивање пола преко осталих костију

Стернум за одређивање пола нема озбиљнијег значења иако има мишљења да је стернум дужине мање од 121 цм женска, а већа од 173 цм мушка кост. Према неким ауторима средња вредност дебљине стернума у првом сегменту од 11,1 мм указује на мушкарца, а 9,5 мм на женску особу.

Висина скапуле већа од 157 мм упућује на особу мушког пола, а мања од 144 мм на особу женског пола.

Присуство перфориране фосе олекрани на доњем крају хумеруса јавља се чешће код жена и обично је на левој страни, а пропорција у односу на мушкарца износи 3,7 : 1.

Процењивање висине на основу скелетних остатака

Када је доступан цео скелет онда ће директно мерење тачно распоређених костију дати оригиналну висину са малим одступањима. Треба узети у обзир губитак хрскавице у деловима зглобова и недостатак интервертебралних дискова. Тачност постигнута директним мерењима није апсолутна јер и код очуваног леша може доћи до продужа-

вања до 2,5 цм у поређењу са висином за живота. Скелету је потребно додати ткиво пете и поглавине а треба узети у обзир запремину интервертебралних дискова и зглобних хрскавица и реалистично је очекивати нетачност од 4–8 цм у поређењу са висином за живота.

Када је некомплетан скелетни материјал доступан онда се калкулације врше на основу једне или више костију. Силазни поредак поузданости коришћења костију у одређивању дужине тела је: фемур, тибија, хумерус, радијус. За једну од најквалитетнијих табела, за одређивање дужине тела на основу дугих костију, сматра се она коју су установили Дупертиус и Хадден, који су користили карактеристике лешева америчких војника из ИИ светског рата и из Корејског рата. Остеометром измерена дужина дугих костију на основу ауторових критеријума множи се фактором и додаје се константи да би се добила дужина тела у центиметрима (Табела 5).

мушко	женско
2,238 (фемур) + 69,089	2,317 (фемур) + 61,412
2,392 (тибија) + 81,688	2,533 (тибија) + 72,572
2,970 (хумерус) + 73,570	3,144 (хумерус) + 64,977
3,650 (радијус) + 80,405	3,876 (радијус) + 73,502
1,225 (фемур+тибија) + 69,294	1,233 (фемур+тибија) + 65,213
1,728 (хумерус+радијус) + 71,429	1,984 (хумерус+радијус) + 55,729
1,422 (фемур) + 1,062 (тибија) + 66,544	1,657 (фемур) + 0,879 (тибија) + 59,259
1,789 (хумерус) + 1,841 (радијус) + 66,400	2,164 (хумерус) + 1,525 (радијус) + 60,344
1,928 (фемур) + 0,568 (хумерус) + 64,505	2,009 (фемур) + 0,566 (хумерус) + 57,600
1,422 (фемур) + 0,931 (тибија)	1,544 (фемур) + 0,764 (тибија)
0,083 (хумерус) + 0,480 (радијус) + 56,006	0,126 (хумерус) + 0,295 (радијус) + 57,495

Табела 5 - Одређивање дужине тела на основу дугих костију (цм)

Процењивање дужине леша преко костију које нису главне кости удова је далеко непрецизније, као што је мерење кичменог стуба од врха одонтоида до доње површине 5. лумбалног пршљена и сл. (Lundu, 1985).

Процењивање старости субјекта на основу скелетних структура

Фетус и новорођенче

Много је егзактније одређивање старости фетуса и неонатуса на очуваном лешу него на скелету пошто се несазреле кости фетуса врло лако распадају у поређењу са снажнијим костима одрасле особе, те због тога често не могу да пруже ваљане податке за поступак идентификације. Главни извор информација за процењивање старости фетуса и новорођенчета је појава осификационих центара у хрскавици која расте, али пошто се хрскавица дезинтегрише у току неколико недеља или месеци веома мали број осификационих центара и у дијафизама и у епифизама остаје сачуван.

Скелетна старост деце и младих

Појава осификационих центара се завршава до 5. године и после тога фузија епифиза делује као показатељ старости све до 25. године када наступа последња фузија медијалне клавикуларне епифизе.

глава фемура	16-19	акромион	17-19
велики трохантер	16-19	дистални фемур	17-20
мали трохантер	16-19	проксимална тибија	17-19
глава хумеруса	16-23	проксимална фибула	16-21
дистални хумерус	13-16	дистална тибија	16-19
медијални епикондил	16-17	дистална фибула	16-19
проксимални радијус	14-17	метатарзалне кости	15-17
проксимална улна	14-17	бедрени гребен	18-22
дистални радијус	18-21	примарни елементи карлице	14-16
дистална улна	18-21	стернални део клавикуле	23-28
метакарпалне кости	14-17	акромиални део клавикуле	18-21

Табела 6 - Године епифизијалних фузија у главним центрима

Процес сазревања скелета у каснијим годинама

Појава 3. кутњака и фузија последње епифизе се јављају отприлике у средини 3. декаде живота. После отприлике 25. године па до старости не јављају се значајније промене као што је ницање зуба и појава осификационих центара. Главни показатељи животне доби у овом периоду су промене на пубичној симфизи, стерналним ребрима и лобањским шавовима. И дентална технологија може да побољша одређивање старости.

Методе стерналног ребра

Откривено је да се калцификација код хрскавице првог ребра се не јавља пре 11. и после 16. године. Процес калцификације код мушкараца је много бржи до 66. године када полови поново постају слични.

Лобањски шавови и старосна доб

Употреба фузије лобањских шавова као показатеља старости датира још из II века нове ере у коментарима Цензуса. Познато је да многе одрасле особе имају бар део лобањских шавова затворен и да се ова појава са годинама шири. Постоје многи изузеци и стопа затварања не иде линеарно у корак с временом. Ово може бити корисно у случају да се нађу делови лобање јер ће свака видљива фузија указати на одраслу особу односно на то да је мало вероватно да се ради о особи млађој од 20 година. Неки аутори тврде да сагитална фузија почиње са 22 године и да се завршава до 35. године живота. Други истраживачи су дошли до резултата да је код 25% осамнаестогодишњих мушкараца почео процес затварања сагиталних шавова и да ће до 31–40. године, 90% имати неку фузију. Ипак многи нису имали фузију ни у прилично старијем узрасту. Само је ендокранијална фузија значајна пошто је спољашња страна лобање много променљивија. Чак и тако одређивање старости на основу шавова је несигурно: у интервалу од 20–50. године могуће је одредити само декаду

старости лобање док је старији материјал много несталнији. Фузија базосфеноидне синхондрозе је релативно поуздан индикатор за минимум старости око 20 година. Метопични шав, који се налази између две половине фронталне кости, се обично затвара око друге године живота, понекад перзистира и у старијем добу (Angel, 1986).

Одређивање расе на основу скелетних остатака

Ово је тежи облик истраживања од било ког претходно наведеног делом зато што расне разлике на скелету нису нарочито изражене а делом због сталног мешања различитих етничких група.

Карактеристике лобање највише указују на расно порекло. Мандибула овде нема већи значај осим зуба. Један од најкориснијих показатеља монголоидне лобање је присуство постериорне конкавности зуба, њихов „лопатасти облик“, горњи секутићи могу бити ужлебљени на задњој површини итд.

Широки зигоматични лукови, који дају типичан изглед изражених јагодица монголоидне расе, могу понекад да дају попречну ширину лица већу од ширине било ког другог дела главе. Црнци имају чешће дуге главе (*dolichocephalia*), а монголоиди широке (*brachycephalia*) док белци покривају цео дијапазон. Носни отвор код црнаца је шири а прогнација доњег дела лица и вилице релативно изражена.

Дуге кости такође могу бити од помоћи, посебно фемур, који је код црнаца мање искошен у антериопостериорном смеру. Заједно са осталим дугим костима, посебно доњих удова, кости црнаца су дуже него кости скелета белаца или монголоида.

Индивидуални идентитет на основу скелетног материјала

Врше се упоређивања са познатим, заживотним особинама костију неке особе, па је зато неопходно поседовати податке о овим карактеристикама.

Индивидуалне карактеристике могу бити дискретне абнормалност као што су зацељен прелом, метална протеза, болест костију или конгенитални дефекти.

Анатомско упоређивање зависи од тачности и детаљних информација о живој особи за коју се сматра да одговара скелету. Ове информације су углавном радиографске и проистичу из болничких досијеа, прави пример су дентални картони и радиографије које се добију од стоматолога за упоређивање. Када су неки филмови лобање доступни из антемортем извора идентитет може бити сигуран. Латерални изглед главе може да се пореди са сличним изгледом лобање и ове очигледне анатомске ознаке се пореде са кранијалним мерењима.

Идентификација помоћу фронталног синуса

Синуси су добро заштићени од повреда и јединствени по томе што не постоје две особе које имају исти изглед ових ваздушних простора. Они се јављају у другој години живота и увећавају своју величину у прве две

деценије. Да би се користили синуси у утврђивању идентитета потребан је анте мортем антеропостериорни снимак лобање. Лобања леша мора бити такође рендгенски снимљена у истој позицији и степен увећања мора бити идентичан, тако да може да се примени суперимпозициона техника. Рецкаста горња маргина синуса се користе за компарацију.

Друге радиолошке методе упоређивања идентитета укључују рендгенско снимање шаке и зглоба, поређење изгледа и структуре И ребра и клавикуле и краниометричке методе (Yoshino, 1987).

Фотосуперимпозиционе технике за идентификацију

Када су доступне фотографије претпостављене особе снимљене за време живота, онда се за идентификацију користи добро позната техника „фотосуперимпозиције“. У овој методи, фотографије лобање се снимају у истој оријентацији у три плана као што је и на доступним фотографијама. Онда се оне увећавају до истих димензија, а затим се или негатив или позитив преносе на транспарентни филм. Филм се онда стави преко фотографије и прилагоди се с циљем да се споје главне анатомске ознаке као што су наззион, супраорбитални гребен, угао вилице, носни отвор, спољни слушни отвор и посебно зуби. Овај тест је углавном искључиве природе, тако што ако се не може направити спој онда то није лобања особе са фотографије. Ако је спој добар, чак одличан, онда је то та особа, мада је вредност доказа ниска све док се не утврди нека карактеристична особина, као нпр. код зуба.

У модернијој варијанти технике суперимпозиционе технике се користи видео камера где се две слике, слика фотографије и слика лобање мешају на видео дисплеју. Мењањем угла камере и степена увећања слика, суперимпозиција се може брзо тестирати (Delfino, 1986).

4. Литература

1. Angel, J. L. et al.: Age at death from skeleton and viscera. In: Zimmerman, M. R., Angel, J. L. (eds.) *Dating and Age Determination in Biological Materials*, Croom Helm, London, 1986.
2. Delfino, V., Collona, M. et al.: Computer-aided skull/face superimposition, *Am J Forensic Med pathol*, 7: 201–212, 1986.
3. Илић, Г.: *Судско-медицински аспекти идентификације очинства*, магистарски рад, Медицински факултет Ниш, 1994.
4. Keen, J. A.: Sex differences in skulls, *Am J Phys Anthropol*, 8: 479–487, 1950.
5. Kimura, K.: Base wing index for sexing the sacrum, *J Anthropol Soc Nippon*, 90: 153–162, 1982.
6. Knight, B.: *Forensic Pathology*, Arnold, London, 2004.
7. Kubat, M.: Примјене анализе ДНА у судској медицини. У: Зећевић Д.: *Судска медицина и деонтологија*, 4. изд., Медицинска наклада, Загреб, 2004.
8. Lundy, J.: The mathematical versus anatomical methods of stature estimation from long bones, *Am J Forensic Med Pathol*, 6: 73–76, 1985.
9. Howard, J. D., Reay D., Haugland W. D., Fligner C. L.: Processing of skeletal remains: a medical examiners perspective, *Am J Forensic Med Pathol*, 9: 258–264, 1988.
10. Yoshino, M., Miyasaka, S., Sato, H., Seta, S.: Classification system of frontal sinus patterns by radiography. *Forensi Sci Int*, 34: 289–299, 1987.

ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОСОБА У КРИМИНАЛИСТИЦИ НА ОСНОВУ КАРАКТЕРИСТИКА ЛИЦА

Смиља Теодоровић
Љиљана Машковић

Криминалистичко полицијска академија, Београд

Сажетак: Људи свакодневно идентификују лица познатих особа веома успешно, без великог напора и свести да то заправо чине. Ова способност хуманог нервног система искоришћена је у криминалистици за идентификацију непознатих учиниоца кривичних дела од стране жртава или очевидаца. Иако је употреба овог процеса неминовна, његова валидност је, у савременом друштву, доведена у питање, пошто се он одликује изузетно високим стопама грешке. Последице оваквих грешака су огромне, јер подразумевају осуђивање невиних особа и ослобађање учиниоца кривичних дела. Јасно је да би аутоматска, брза и високо поуздана идентификација лица особа у реалном времену била супериорнија. Дакле, велика је потражња за робусним биометријским системима за идентификацију особа помоћу карактеристика лица у циљу борбе против криминала и тероризма. У овом раду описани су бројни савремени приступи аутоматској идентификацији, који су базирани на најразличитијим карактеристикама људског лица. Такође укључен је и опис метода у развоју, чијом применом би се унапредило стање аутоматске биометријске идентификације данас. Коначно, направљен је осврт на форензичке технике које омогућавају идентификацију преминулих особа путем лица. Област биометријске идентификације лица особа наставља да се развија и усавршава са идејом да се, под одређеним околностима, омогући брза, аутоматска идентификација особа бесконтактном, неинвазивном методом, без знања особе која се идентификује.

Кључне речи: лице, карактеристике лица, идентификација лица, биометријски системи, аутоматска идентификација особа, криминалистичка идентификација.

1. Увод

Људи поседују интуитивну способност идентификације људских лица. Иако све вештине неопходне за идентификацију људских лица нису присутне код новорођених беба, студије су показале да новорођенчад поседују урођену тенденцију обраћања пажње на лица (Sinha et al., 2006). Изложеност људским лицима одмах по рођењу је круцијална за каснију способност препознавања ликова. Ово умеће се типично

развије до другог месеца живота, а за њега је одговоран фузиформни вирус доњег темпоралног режња централног нервног система. Процес идентификације особа се у људском мозгу у просеку одвије за око 120 мс. Сам механизам препознавања ликова се разликује код деце и одраслих: док деца у првих неколико година живота врше идентификацију људских лица „парче по парче“ (мозак процесира карактеристике лица, као што су очи, нос, итд.), одрасли то чине „холистичким процесирањем“ (мозак поред карактеристика лица процесира и конфигурацију очију, носа и др. на лицу) (Sinha et al., 2006).

Веома је интересантно је да је људски мозак способан да процесира и слике људских ликова лоше резолуције и помоћу њих изврши поуздану идентификацију (Sinha et al., 2006). Тако, на пример, људи могу гледати мутну слику нечијег лица, на великој удаљености или при условима смањене видљивости (мрак, магла, суснежица, итд.) и поуздано га идентификовати, уколико се ради о познатој особи. Из овога се може закључити да је људски мозак изванредан биометријски систем за идентификацију лица особа, али искључиво у случају познатих лица. Међутим, уколико је потребно препознати непознату особу, поуздана идентификација је далеко комплекснија и захтевнија задатак.

Знања стечена током истраживања на тему како људи препознају једни друге, представљала су битну основу за развијање аутоматских система који врше идентификацију особа на основу лица као биометријске карактеристике. Развој технологија омогућио је значајан напредак у аутоматском препознавању лица током последњих четрдесетак година. Робусни биометријски системи овог типа су неопходни и у криминалистици, у циљу борбе против криминала и тероризма, и зарад повећања опште безбедности, током аутентификације корисника за приступ физичким и виртуелним просторима. Интересовање за унапређењем и побољшањем ових и других биометријских система нарочито је порасло после терористичких напада на Сједињене Америчке Државе (САД) 11. 9. 2001. године, када је у светској јавности постало евидентније какве претње и ризици постоје у модерном друштву.

Јасно је да је данас од изузетне важности идентификовати осумњичене у реалном времену, у маси на јавним местима као што су аеродроми, аутобуске и железничке станице и утакмице, као и током приступа државним зградама и високо-безбедносним објектима као што су нуклеарне електране, војна постројења и специјалне лабораторије. На пример, Федерални истражни биро (*Federal Bureau of Investigation – FBI*) САД је у Северној Каролини спровео пилот програм у коме користи софтвер за идентификацију лица особа како би се идентификовали бегунци на путевима ове федералне државе. Дигиталне фотографије за возачке дозволе се користе за претрагу база података особа за којима се трага, а позитивна идентификација омогућава властима да реагују. (Fox, 2009).

Битно је нагласити да аутоматска идентификација особа на основу карактеристика лица није нимало лак задатак за компјутерски систем. Један од великих изазова за успешну идентификацију је варијабилност људског лица при различитим условима, као што су осветљење, ротација и поза лица у односу на камеру. Експресије лица такође додатно отежавају процес идентификације. Исто тако, јасно је да ће било каква опструкција лица довести до отежане идентификације, па тако брада и бркови, као и ношење шешира капа и наочара за сунце стварају потешкоће за прецизну идентификацију. Финално, промена изгледа лица током старења битно утиче на могућност поуздане идентификације особа. (Chellappa, Sinha, Phillips, 2010).

Овим радом обухваћени су различити аспекти форензичке идентификације особа у криминалистици. Прво су описане методе у којима, на основу лица као биометријске карактеристике, нетрениране особе (дакле обични грађани) врше идентификацију људи. Даље, значајан део рада посвећен је аутоматској идентификацији особа путем карактеристика лица у биометријским системима и бројним савременим приступима за брзо и прецизно утврђивање идентитета. Коначно, описане су и форензичке технике за идентификацију преминулих особа.

2. Идентификација лица учиниоца кривичних дела од стране нестручних особа

Као што је раније назначено, док људски мозак функционише као готово непогрешив биометријски систем за идентификацију лица познатих особа, препознавање ликова непознатих особа је далеко компликованије и теже. Ипак, управо овај задатак је релевантан у криминалистици, у ситуацијама у којима је неопходно да жртва или очевидац идентификују учиниоца кривичног дела. У наредним секцијама ће бити изложена три методе које се користе у ову сврху.

2.1. Парада идентификација

Препознавање учиниоца кривичних дела од стране нестручних особа се обавља током непосредне идентификације особа у врсти („парада идентификација“), када очевидац или жртва покушавају да идентификују учиниоца из врсте 5–8 особа, представљених иза стакла, које поседују слична обележја (као што су висина, тежина, дужина и боја косе, боја тена, одећа). Током извођења ове врсте идентификације изузетно је битно да само једна особа у врсти мора бити спорна, као и да ниједна особа у врсти не би требало да зна ко је осумњичени, како би се избегла хоризонтална сугестија. (U.S. Department of Justice, 1999). Такође је могуће извршити секвенцијално, непосредно препознавање у врсти, током кога се очевицу или жртви приказују особе једна по једна, а новије студије су чак показале да је ова врста идентификације делотворнија. (Clobuchar et al., 2006).

Ипак, једна Британска студија која је тестирала способност касирки у супермаркету да идентификују лица купаца је показала да су у 34% случајева касирке прихватиле картицу купца са сликом неке друге особе, у 14% случајева картицу купца са његовом/њеном измењеном сликом, а у 7% случајева одбиле картицу са легитимном сликом купца (Kemp, Towell, Pike, 1997). Још значајније је споменути студију *Innocence Project*, која је показала да су у 71% случајева погрешно осуђених особа, грешке начињене управо током парада идентификације. (Saks, Koehler, 2005).

2.2. Идентификација на основу низа фотографија

У случајевима када је од значаја да очевидац или жртва изврше идентификацију учиниоца криминалног догађаја, идентификација се може извршити и посредно, на основу низа фотографија. Низ фотографија конструише се мануелно или компјутерски, на основу основних карактеристика (пол, старост, висина, тежина), а да је, при томе, само једна фотографија у низу фотографија осумњиченог (U.S. Department of Justice, 1999). Фотографије се очевици или жртви могу показивати симултано или секвенцијално. За разлику од парада идентификације, овакав вид идентификације лица особа се користи када је протекло доста времена од криминалног догађаја, па се сматра да је осумњичени променио изглед или када је осумњичени у бекству или преминуо.

Као и парада идентификација, ова метода је непоуздана, јер се одликује веома високим стопама грешке, које могу довести до осуђивања невиних особа или ослобађања учиниоца кривичних дела.

2.3. Идентификација на основу фоторобота

Реконструкција лица осумњичене особе на основу информација (тежина, висина, годиште, раса, облик очију, величина носа и уста, постојање браде, бркова, ожиљака, итд.) добијених од жртве или очевидаца, омогућава генерисање фоторобот слике лица, било путем сликарског портрета или путем софтвера. Најраспрострањенији фоторобот софтвер *FACES* (<http://www.facesid.com/>) дозвољава одабир карактеристика лица и поступно добијање лика осумњичене особе за 15–40 минута. Тако генерисане компјутерске слике могу се ручним цртањем употпунити детаљима и користити за објављивање у медијима или на плакатима, у циљу идентификације тражене особе. Ипак, велики проблем лежи у чињеници да жртве или очевици нису у стању да се са сигурношћу присете појединачних карактеристика лица, али би могли препознати тражену особу када би је поново видели. Стога су истраживачи са Универзитета у Кенту у Великој Британији представили фоторобот софтвер новије генерације, *EFIT-V* (George et al., 2008), чија супериорност управо лежи у томе што не захтева опис појединачних карактеристика лица. Наиме, потребно је да жртва или очевидац прво обезбеде генерални опис

осумњичене особе (на пример, „жена, беле расе, тамне косе и очију, средњих година“), на основу кога софтвер генерише девет слика, које жртва или очевидца потом рангирају од најбоље (најсличније осумњиченој особи) до најлошије (најмање сличне осумњиченој особи). Програм користи најбољу слику као прототип и на основу ње производи девет нових слика, са нешто измењеним карактеристикама. Нове слике, односно знање о томе како изменити карактеристике, базирају се на постулатима генетике, као и на карактеристикама одбијених слика. Процес се наставља кроз много итерација, све док се не постигне изглед траженог лица (George et al., 2008).

Студије поузданости су показале да је новија генерација фоторобот софтвера била више него потребна промена. Тако је показано да генерисање лика тражене особе помоћу традиционалних фоторобот софтвера непосредно по извршењу криминалног догађаја резултира у само 20% поузданих именовања преступника (Frowd, et al., 2005a), док се пар дана касније број поузданих именовања смањује на само неколико процената (Frowd et al., 2005b). Насупрот томе фоторобот софтвери попут *EFIT-V*, који фоторобот слику генеришу еволутивним процесом, показују 40% поузданих именовања преступника чак до 18 месеци касније (Solomon, Gibson, Maylin, 2009).

3. Аутоматска идентификација лица учиниоца кривичних дела у биометријским системима

Развој технологија омогућио је аутоматско препознавање лица, тако што су искуства из истраживања на тему како људи препознају једни друге коришћена у циљу развијања поузданих аутоматских система. У последње две деценије учињен је велики напредак у овој области.

Као и у другим биометријским системима, у аутоматском систему за идентификацију особа путем лица могуће је извршити *верификацију*, када систем одређује да ли особа има идентитет који тврди да има, и *идентификацију*, када систем одређује идентитет особе. Додатно је интересантна могућност *идентификације отвореног типа* кроз такозване *watch* листе, када систем одређује да ли се особа налази на *watch* листи (листи тражених терориста, на пример) и, уколико је одговор потврдан, идентификује особу (Chellappa et al., 2010).

Оно шта систем за идентификацију особа путем лица издваја од осталих биометријских система је могућност надзора, што полицији омогућава лоцирање тражених криминалаца, терориста или нестале деце, проналажење осумњичених у маси, као што су утакмице, аеродроми, итд. (Senior, Bolle, 2002). Предност овог система лежи у томе што је биометријска карактеристика која се користи, лице, јавна и што је њено снимање неинвазивни, бесконтактни процес. Такође, базе података људских лица су бројне и лако доступне: полиција поседује регистрационе збирке хапшених особа, а све се учесталије користе и видео записи камера за надзор постављених на бројним јавним локацијама.

Пример употребе оваквог система су Олимпијске игре у Пекингу 2008. године, када је публика на отварању игара морала унапред доставити своје фотографије и личне податке, а касније је, при уласку на стадион, била идентификована путем аутоматског биометријског система (Ao, Lei, Li, 2009). На овај начин извршена је аутоматска идентификација лица у циљу превенције криминалних догађаја.

Различити приступи базирани на карактеристикама лица су развијани у циљу успешне аутоматске идентификације особа, а најзаступљенији од њих описани су у наредним секцијама.

3.1. Дводимензионални биометријски системи за идентификацију лица особа

Као што и само име каже, дводимензионални биометријски системи користе x и y координате људског лица за извршавање процеса идентификације. Као сензор, чији је задатак да прикупи почетне податке за обраду у аутоматском систему, могу послужити традиционални фотоапарат, дигитални фотоапарат и видео камера. Тако се, као улазни податак за дводимензионални систем за идентификацију особа путем лица могу користити: 1) скенирана традиционална фотографија (на пример, фотографија из регистрационе збирке сачињене од тропозних фотографија хапшених особа); 2) дигитална фотографија и 3) видео запис.

Током развоја дводимензионалних биометријских система за идентификацију лица особа, прво су се развили они који користе геометрију лица као карактеристику за идентификацију, док системи новије генерације користе сложеније математичке моделе.

3.1.1. Геометријски системи

У геометријским системима препознавање особа се врши на основу особина, распореда и геометријских односа између карактеристичних тачака лица (на пример, очију, уста, итд.). Дакле, концепт се састоји у моделовању људског лица на основу око 80 кључних детаља лица (Chellappa et al., 2010), као што су:

- карактеристичне тачке лица (на пример: очи, уста, јагодице, брада),
- површине између карактеристичних тачака лица,
- удаљеност између карактеристичних тачака лица (на пример: растојање између очију, ширина носа, вилична линија, дубина очних удубљења),
- углови између карактеристичних тачака лица.

У оваквим системима процес ће започети детекцијом лица, када се, у ниској резолуцији камере, лице најпре издвоји од позадине и осталих лица. Потом се, у високој резолуцији камере, врше подешавања, односно одређују се позиција, величина и оријентација главе у односу на камеру. Потребно је да лице буде под углом оштријим од 35 степени у односу на камеру, како би извршена идентификација била поуздана.

У наредној фази, фази нормализације, обавља се корекција величине лица, као и ротација лица. Затим се са обрађене слике лица екстрахују карактеристике за поређење – око 14–22 измерених кључних тачака лица се преводе у нумеричке вредности, тако формирајући „отисак лица“ (*faceprint*). Коначно, добијени дигитални код (*faceprint*) се пореди са другим расположивим шаблонима лица из базе података. Након извршене компарације могуће је обавити финалну идентификацију (Chellappa et al., 2010).

Један од веома распрострањених система овог типа, *FaceIt*, употребљен је на утакмици на Флориди у САД 2001. године. Тада је систем погрешно идентификовао више људи као особе за којима се трага. Јасно је да је овакав догађај уздрмао јавност и покренуо велики број дискусија о слободи и људским правима (Chellappa et al., 2010).

Желећи да унапреде перформансе биометријских система и инкорпорирају холистички приступ у процес идентификације лица особа, а у циљу супериорније аутоматске идентификације, научници су развили такозване фотометријске системе.

3.1.2. Фотометријски системи

У фотометријским системима препознавање се врши на основу целокупног изгледа, односно глобалних особина лица. Сировиц и Кирби (Sirovich, Kirby, 1987) су, 1988. године, иступили са данас веома распрострањеним приступом у фотометријској идентификацији лица тзв. анализом принципалних компоненти (*Principal Component Analysis – PCA*). Ова метода базира се на смањивању варијација људског лица. Подаци се, дакле, компримују, како би се елиминисале непотребне информације и смањио број варијабли. У систем се најпре учита велики број фотографија људских лица које служе за „тренирање“ система, а из којих систем екстрахује одређене градивне јединице. Било које људско лице се може описати помоћу 128 градивних јединица, што представља 256 бајта информација. Градивне јединице се складиште у бази података система и служе за каснија поређења. Дводимензионална слика сваке градивне јединице се назива својствено лице (*eigenface*) (Jain, Flynn, Ross, 2008). Својствена лица подсећају на утваре и свако потенцира одређену карактеристику, као што су симетрија лица, брада и бркови, ивица косе, величина носа, величина уста, итд. Свако људско лице се може представити као комбинација стандардних градивних јединица, односно својствених лица. На пример, једно лице може бити изграђено од 55% својственог лица 1, 25% својственог лица 2, 10% својственог лица 3, итд. (Jain et al., 2008). На основу нумеричких вредности које носи свако својствено лице, систем пореди слику лица упита и слику лица шаблона из базе података, производећи скор подударности. Како би анализа принципалних компоненти била ефектна, потребно је да слике упита и слика шаблона из базе података буду исте величине. Такође је неопходно извршити нормализацију,

како би се подударале позиције очију и уста на две слике које се пореде (Jain et al., 2008). Системи за идентификацију особа путем лица базирани на ПЦА су брзи и ефикасни, али варијације у осветљењу, као и слике које нису слике анфаса, отежавају поуздану идентификацију.

Такође веома заступљен метод фотометријске идентификације лица особа базира се на линеарној дискриминантној анализи (ЛДА). ЛДА је статистичка метода која омогућава категоризацију узорка непознате класе на основу „тренинг узорака“ познате класе (Jain et al., 2008). Дакле, током тренирања система генеришу се класе компонената људских лица, тј. шаблони у бази података познати као „ФишEROVA лица“ (*Fisherfaces*), који омогућавају каснију ефектну класификацију лица чија се идентификација врши.

Метод еластичне решетке (*Elastic Bunch Graph Matching – EBGМ*) подразумева репрезентацију људских лица мрежастом геометријском структуром. Чворови у мрежи представљају карактеристичне тачке лица, као што су зенице, углови усана и др. и међусобно су повезани линијама. Скуп фотографија разних лица за тренирање система представи се одговарајућим сетом еластичних решетака/мрежа, које се касније пореде са фотографијом упита. Компарација која произведе најбоље подударање индикује идентитет особе (Jain et al., 2008). Ова нелинеарна метода унапредила је препознавање лица у условима варијабилног осветљења, позе и експресије.

Идентификација у дводимензионалним биометријским системима је изузетно корисна, јер прикупљање слике не захтева физички контакт са сензором, као ни пристанак особа које се посматрају, односно сликају, па се идентификација може извршити са већих удаљености. Ипак, као и свака друга метода, дводимензионална идентификација особа поседује и одређене мане. Наиме, варијације у условима при сликању, као што су поза особе (на пример, угао гледања у камеру), осветљеност (на пример, угао пада светлости на корисника при сликању), експресија лица, фризура, шминка, наочаре, капа, брада, као и старење, представљају велике изазове за поуздану идентификацију у овим системима. Додатно, показано је да се дводимензионални алгоритми могу заварати подметањем слике легитимног корисника. Јасно је да је стога развој аутоматских система обухватио и тродимензионалне системе.

3.2. Тродимензионални биометријски системи за идентификацију лица особа

У односу на дводимензионалне, тродимензионални системи за идентификацију лица особа се ослањају на додатне информације које се односе на облик и структуру лица у простору. Дакле, током идентификације узимају се у обзир и облик лобање, очног предела, вилице, контуре носа и браде, итд. (Williams, 2007). Тродимензионална слика лица се може добити скенирањем лица инфрацрвеним зрацима, на основу кога

систем производи виртуелну мрежу слике лица у простору, дакле слику лица која поседује и дубину. За разлику од дводимензионалних система, у којима се користи неколико десетина референтних тачака за поређење слика и коначну идентификацију особа, у тродимензионалним системима се користи неколико хиљада референтних тачака. Поред тога, ови системи имају бољу способност да превазиђу потешкоће које настају услед варијација у пози, илуминацији, експресији, као и услед ношења капе, наочара или шминке (Chellappa et al., 2010). Стога је јасно да се тродимензионалним системи одликују далеко већим степеном прецизности. Међутим, они никако не могу заузети место дводимензионалним системима у криминалистичким идентификацијама. Адекватна опрема за тродимензионалну идентификацију лица особа има изузетно високу цену. Међутим, оно што је много битније, током снимања тродимензионалном камером потребно је да особа која се слика буде непомична и близу камере. Дакле, иако веома поуздани, ови системи проналазе примену само у ситуацијама када покушавамо да идентификујемо кооперативне субјекте, али не и током криминалистичке идентификације особа у маси и на јавним местима, без њиховог знања и пристанка.

Управо из овог разлога је веома охрабрујући и обећавајући сасвим нови софтвер кога су развили Xin Guan и Hanqi Zhuang са Универзитета *Florida Atlantic University* у САД. Њихов компјутерски алгоритам има могућност да анализира угао гледања и осветљење лица са дводимензионалне слике и да, на основу ње, креира тродимензионалну слику лица. На овај начин ће у будућности бити могуће искористити предности и дводимензионалних и тродимензионалних биометријских система у циљу ефектније идентификације особа на основу карактеристика лица (Xin, Guan, 2011).

3.3. Предикција изгледа лица услед старења

Како се лице људи мења током година, старење представља један од значајних отежавајућих фактора за поуздану идентификацију особа. Биолошки, као и фактори средине, могу да убрзају или успоре видљиве ефекте старења. Тако, на пример, током старења долази до видљивих промена у меким и тврдим ткивима: губи се еластичност коже, мењају се волумен лица, као и текстура коже. Такође, изложеност сунчевим зрацима, стрес, пушење и употреба наркотика убрзавају процес старења. Иако је тачан начин старења непредвидив, постоје одређене стандардне промене које се одигравају током времена. Када говоримо о „старењу“ деце узраста од 2 до 18 година, варијације у лицу које настају су последица померања обележја лица – лице постаје и дуже и шире, јер раст костију још увек није завршен (Chellappa et al., 2010). Супротно томе, када је реч о старењу одраслих, варијације у лицу настају услед промене меких ткива – мења се текстура лица, кожа добија боре и линије, а мишићи губе свој тонус (Chellappa et al., 2010).

Предикција изгледа лица услед старења веома је актуелан проблем у ситуацијама када се годинама трага за одређеним криминалцима и терористима, као и у случајевима нестале и киднаповане деце.

Како би се предвидео садашњи изглед лица тражене особе, форензички уметници типично генеришу дигитално измењене фотографије. Овакве фотографије настају тако што се одређене карактеристике лица са последње доступне фотографије мењају карактеристикама из збирке референтних фотографија и користе се током потраге. Познат је случај трагања за Осамом бин Ладеном, у коме је форензички уметник *FBI*-а направио недопустиву грешку и тиме изазвао интернационални скандал. Наиме, у немогућности да пронађе адекватне карактеристике лица из референтне збирке фотографија, форензички уметник је на десет година старој фотографији траженог терористе заменио чело, косу и вилични предео користећи слику коју је пронашао на интернету. Поред тога што етички није прихватљиво користити фотографију било које стварне особе како би се генерисала фотографија терористе, додатно је проблематично што је коришћена фотографија припадала шпанском политичару. Овај инцидент је изазвао велике полемике и довео у питање савременост метода у форензици које примењују најчувеније установе у свету (<http://news.bbc.co.uk/2/hi/8463657.stm>). Иначе, упркос знању и искуству форензичких уметника, највећи проблем са оваквим приступом предвиђања старења је његова варијабилност, јер је метод више базиран на уметности него на егзактној науци.

Јасно је да је, стога, било неопходно развити компјутеризоване, аутоматске методе за предикцију старења. У овом случају било је потребно инкорпорирати сва знања о томе како старимо у алгоритам, односно «научити» компјутерски систем глобалним правилима по којима деца и одрасли старе. Један такав софтвер базиран је на моделу раста краниофацијалног предела, па проналази употребу током предвиђања старења деце, јер се она још увек налазе у процесу раста. Овакви системи поседују алгоритме који се базирају на очекиваним параметрима раста за сваки узраст, а на основу којих се креирају очекиване слике лица после задатог броја година (Chellappa et al., 2010). Научници са Универзитета *Concordia* су недавно развили још обухватнији софтвер, који омогућава генерисање „остарелих“ слика особа свих животних доби (Luu, 2010). Национална безбедност, полиција, војска, чак и област контроле употребе алкохола и дувана могу имати вишеструке користи од ових савремених достигнућа.

3.4. Анализе текстуре коже лица у циљу идентификације особа

Док традиционални приступи у идентификацији лица особа користе слику читавог лица или крупне карактеристичне тачке на лицу, они често занемаре мале варијације на лицу које могу носити веома значајне информације о идентитету особе. Насупрот томе, у последњих

десетак година развијани су системи базирани на текстури коже лица, у којима се идентификација може одиграти на основу неколико изабраних пиксела са слике лица. Наиме, на површини коже лица се налазе бројне линије, боре, ожиљци, младежи и белези, који су јединствени за појединца и стога могу послужити као значајне карактеристике за индивидуалну идентификацију (Pierrard, Vetter, 2007). За процес идентификације у овим системима могу се користити регуларне слике лица, али оне морају бити добре резолуције, бар 90 пиксела између очију (Vandenberghe, 2004). Дигиталне или скениране фотографије одређених подручја коже лица се могу раставити у мање целине које садрже поменуте карактеристике од интереса за поређења и које алгоритам преводи у нумеричке вредности. Током компарације упита и шаблона, степен идентитета две површине коже је висок када се мање целине са две фотографије подударају, и то у адекватној секвенци (Vandenberghe, 2004).

Док биометријски системи за идентификацију особа помоћу лица још увек нису у могућности да направе дистинкцију између близанаца, овом техником је то могуће учинити (Williams, 2007). Студије су показале да комбинација биометријског система базираног на препознавању лица и система који анализира текстуру коже повећава ефикасност идентификације особа за чак 20–25% (Williams, 2007).

3.5. Идентификација особа помоћу термографије и термовизије лица

Како се количина радијације коју тело емитује повећава са температуром, посматрани термографском камером сензитивном на светлост инфрацрвеног спектра, топла тела (људи) се јасно разликују од хладније околине. Тако добијене слике – црно-бели термограми – су изузетно значајни, јер могу детектовати присуство особе/а чак и у мраку. Овакви системи су нарочито заступљени на граничним прелазима у циљу спречавања илегалних прелазака границе, али су такође веома корисни у откривању незаконитог боравка на туђем поседу, покушаја крађа аутомобила, итд. Ипак, овакви системи омогућавају визуелизацију особа на месту покривеном термовизијском камером, али не и поуздану идентификацију.

Средином деведесетих година прошлог века развијени су системи који омогућавају поуздану идентификацију особа, до те мере да се може извршити дистинкција чак и једнојајчаних близанаца. Постојање васкуларног система испод површине коже лица, омогућава да се термографским камерама визуелизују веома мале, али значајне температурне разлике на кожи. Како је сплет крвних судова јединствен за сваку особу, свака индивидуа показује уникатне и поновљиве температурне слике лица – термограме (Prokoski, Riedel, 1999). Системи су подешени на тај начин што је температурни градијент репрезентован спектром боја, па су тако температурне варијације на термограмима представљене шареним сликама лица.

Значајне предности оваквог начина идентификације особа су могућност снимање особа у покрету у реалном времену, у неприступачним срединама, као и у мраку, док препознавање не зависи од година, израза лица и естетских модификација (Prokoski, Riedel, 1999). Ипак, умањени су напори за даље развијање оваквих система у циљу масовне идентификације особа, јер они захтевају изузетно скупу опрему (Prokoski, Riedel, 1999).

У данашњем друштву постоји све већа потреба за брзом, аутоматском и бесконтактном тријажом великих размера на јавним локацијама, а у циљу идентификације особа које имају намеру да изврше неко криминално дело или терористички напад. Јасно је да употреба детектора лажни у ове сврхе није подобна. Истраживачи из Минесоте у САД развили су метод помоћу кога покушавају да прате промене у термалном обрасцу лица људи када лажу (Pavlidis, Eberhardt, Levine, 2002). Наиме, они су открили да, током обмањивања, долази до пораста температуре лица у регији око очију, што се може детектовати термовизијским камерама. У експерименталним условима, успех у откривању особа које су покушале да сакрију да су извршиле (експериментално) кривично дело је био у рангу успеха који се постиже коришћењем детектора лажни (Pavlidis et al., 2002).

3.6. Идентификација особа помоћу мимике лица

Гестикулација лица представља директан и уочљив природан начин којим људи исказују своје емоције (Russell, Fernandez-Dols, 1997). Како су ове промене лица карактеристичне за сваког појединца, јасно је да су веома атрактивне као потенцијалне биометријске карактеристике за аутоматску идентификацију особа. Међутим, карактеристичне експресије лица (специфичан смешак, жмиркање и сл.) нису самостално довољне за поуздану идентификацију особа; ипак, оне могу бити изузетно битне као додатна метода за идентификацију (Fidaleo, Trivedi, 2003).

Највећи број аутоматских анализатора мимике лица био је дизајниран да препозна шест прототипских израза лица: срећа, туга, страх, изненађење, љутња и гађење (Pantic, Rothkrantz, 2000). Један од оваквих система, развијен у Холандији, моделује људско лице у компјутерску мрежу и рачуна израза лица на основу специфичних тачака, као што су закривљење усне, позиција обрва и контракција образа. Интересантно је да је овај софтвер описао лице чувене Мона Лизе на следећи начин: 83% срећа, 9% гађење, 6% страх и 2% љутња. Испитивања су показала да је анализа израза лица овог система тачна у око 85% случајева, што је слично способности коју поседује људски мозак (Science Daily, 2006).

Године 1978. Paul Ekman и Wallace Friesen развили су Систем за кодирање фацијалних активности (*Facial Action Coding System – FACS*), који омогућава класификацију мимика лица (Екман, Фриесен, 1978.). У овом систему експресије лица сачињене су од комбинације 46 јединица активности (*Action Units – AU*), које представљају контракцију или

релаксацију једног или групе мишића. Тако је, на пример, туга описана као комбинација АУ под бројевима 1, 4 и 15, за које су редом задужени мишић који подиже унутрашњи део обрве (*musculus frontalis, pars medialis*), мишићи обарачи и набирачи обрве (*musculus depressor glabellae, musculus depressor supercilii, musculus corrugator supercilii*) и мишић обарач усног угла (*depressor anguli oris*) (Ekman, Friesen, 1978). Аутоматски системи за идентификацију лица путем мимика базирани су на АУ, али ниједан од њих није у стању да препозна читав низ израза лица (Kim, Sun, 2009). У овом погледу је најуспешнији метод из 2000. године, који може кодирати за 16 АУ, које самостално или у комбинацији исказују људске изразе лица (Pantic, Rothkrantz, 2000). Додатно, идентификација гестикулације лица се такође може обављати на основу посматрања покрета главе (Darrell, Pentland, 1995). Током овог процеса десетине израза лица се морају упоредити са видео записом лица у реалном времену, узимајући у обзир и време и амплитуду покрета (Heinzmann, Zelinsky, 1997).

Аутоматска идентификација мимике лица проналази примену у роботизи током покушаја подражавања израза људског лица, у маркетиншким кампањама за откривање реакције потенцијалних купаца на рекламе (<http://www.biosig-id.com/>), у детекцији посланих возача за воланом (Science Daily, 2006), и у свим осталим ситуацијама где је биометријска аутоматска идентификација особа од значаја. Данас се улажу напори у циљу потенцијалне могућности да мимика лица поседује довољно специфичних карактеристика да самостално послужи за аутоматску идентификацију особа (Fidaleo, Trivedi, 2003).

3.7. Аутоматска идентификација лица особа данас

Национални институт за стандарде и технологију (*National Institute of Standards and Technology – NIST*) САД спроводи независне процене великих размера биометријских система за идентификацију особа. Другим речима, обавља се анализа успешности, могућности и ограничења аутоматске идентификације данас. Последња званична евалуација аутоматских система за идентификацију лица особа спроведена је 2006. године (*Face Recognition Vendor Test – FRVT*). Евалуација је извршена користећи стандардне (истраживачима непознате) улазне податке и методологију тестирања, како би различити софтвери били оцењени по истим критеријумима (NIST, 2006).

Евалуација из 2006. године је показала изванредан и брз напредак у овој области. На пример, утврђено је да је идентификација углавном неометана све док је глава особе окренута под углом од око 25 степени или мање у односу на камеру, као и да се аутоматски боље препознају мушкарци и старије особе. Уопштено, оцењено је да су системи за идентификацију лица унапређени 10 пута од 2002. године, а 100 пута од 1995. године (NIST, 2006). Велики помак начињен је у области квали-

тета слике, јер слике високе резолуције сада омогућавају чак и анализу текстуре лица, у алгоритмима који елиминишу утицај варијабилног осветљења, као и у тродимензионалној идентификацији (Gehlen, 2008).

Судећи по веома малим стопама погрешног одбијања (*False rejection rate – FRR*) и прихватања (*False acception rate – FAR*), најбоље пласирани алгоритми за препознавање лица особа су коначно постали прецизнији у идентификацији од људског мозга (Williams, 2007).

4. Идентификација лица преминулих особа

После масовних катастрофа често уследи брза декомпозиција меких ткива услед неповољних услова спољашње средине, те су једини пронађени остаци преминулих скелетни. Такође, скелетни посмртни остаци представљају једину информацију о преминулој особи када је прошло веома много времена од наступања смрти. У назначеним ситуацијама се користе технике форензичке антропологије, које доприносе идентификацији преминулих особа на основу остатака костију. Лобања пружа одређене информације о физичком изгледу – тако обрвни лукови, размак између очних дупљи, облик носне шупљине, облик и пројекција носних костију, као и форма браде детерминишу изглед карактеристика лица (Smithsonian, 2009). Две методе које се користе у форензици када се пронађу остаци лобање, реконструкција лица и суперпозиција лица, описане су у наредним секцијама.

4.1. Реконструкција лица

Позната је употреба реконструкције лица у археологији у циљу креирања лица особа из прошлости на основу скелетних остатака или мумифицираних тела (Wilkinson, 2004). Тако су научници креирали бисту египатског краља Тутанкамона, на основу тродимензионалних СТ скенова преко три века старе мумије (Science Daily, 2005). Реконструкција лица се, у форензици, користи за идентификацију преминулих, тако што се на основу остатака костију главе и лица креира лик који довољно подсећа на преминулу особу, како би се могло извршити њено препознавање (Prag, Neave, 1997). Дакле, циљ ове методе је препознавање, генерисање сужене листе имена кандидата, која ће довести до финалне позитивне идентификације путем ДНК, зуба, или других прихваћених метода (Wilkinson, 2004).

Реконструкција лица неидентификоване особе на основу скелетних остатака лобање је најсубјективнија и најконтроверзнија метода форензичке антропологије, јер више апроксимација изгледа лица на основу истих скелетних остатака не производе исте резултате (http://en.wikipedia.org/wiki/Forensic_facial_reconstruction). Стога се засебно не користи током вештачења, већ се најчешће користи као помоћна метода за позитивну идентификацију особа. Реконструкцију лица може извршити форензички уметник или се за то могу користити компјутерске графике.

У случају дводимензионалне реконструкције лица, током сарадње уметника и форензичког антрополога, пријањају се маркери за дубину ткива на одређене кључне тачке неидентификоване лобање. Таква лобања се потом фотографише, а фотографије се користе као матрица за цртеже лица, који се могу допунити детаљима, уколико су информације доступне, и поред са фотографијама из адекватних база података (Wilkinson, 2004). Дводимензионалне фазијалне апроксимације се, на основу пронађене лобање такође могу произвести помоћу софтвера, као што су *F.A.C.E.* и *S.A.R.E.S.* Иако се у овом случају до слика лица долази веома брзо, произведене слике су више генеричке у поређењу са руком цртаним сликама (Helmer et al., 1993), те се накнадно могу попунити детаљима.

Тродимензионална реконструкција лица подразумева наношење глине на лобању пратећи контуре главе и лица у циљу генерисања скулптуре. Алтернативно, могуће је користити компјутерске програме који моделују тродимензионалне слике лица на основу манипулација фотографија неидентификоване лобање и генеричких фотографија делова лица из база података (Reichs, Craig, 1998). На пример, шаблон главе се израђује користећи кључне тачке лобање и виртуелно наношење слоја мишића које је компјутер вештачки генерисао.

За извођење реконструкције лица неопходне су информације од дебљини ткива које лежи на лобањи. Највеће потешкоће везане за ову методу огледају се у недовољном броју информација о просечној дебљини ткива лица за одређено животно доба, пол, телесну грађу, итд., у недостатку стандардних метода и протокола за апроксимацију карактеристика лица којих се људи најчешће сећају (очи, нос, коса), као и у субјективности форензичких уметника (Wilkinson, 2004).

4.2. Суперпозиција лица

Ова техника базира се на поређењу пронађене лобање и заживотног изгледа лица особе у циљу идентификације исте. Дакле, дату методу је могуће користити у ситуацијама када надлежни органи већ поседују неке индиције о идентитету пронађених скелетних остатака, на пример уз помоћ докумената пронађених у близини лобање. Једна или више заживотних фотографија особе у питању, најчешће се добија од фамилије преминуле особе; више заживотних фотографија обећава већу прецизност крајње идентификације (Такас, Nikolic, Milosevic, 2008).

Лобања сваког појединца је уникатна, а кости које је сачињавају одређују спољашњи изглед главе и лица. Показано је да је вероватноћа да је осам антропометријских параметара главе исто код две особе чак 1 : 1.000.000.000 (Такас, Nikolic, Milosevic, 2008). Традиционално се вршило преклапање фотографија пронађене лобање и заживотног изгледа лица нестале особе чији се идентитет тражи, док је најзаступљенији метод у свету данас суперпонирање видео записа пронађене лобање и фотографије дата особе, такође снимљене као видео запис (Brown et al., 1978).

Током спровођења суперпозиције лица круцијално је да оријентација лобање одговара оријентацији лица на фотографији или видео запису (Taylor, Brown, 1998), као и да главне карактеристике лица адекватно леже на одговарајућим регионима лобање (на пример, уста преко зуба, очи унутар очне дупље, нос преко носне шупљине, итд.) (Taylor, Brown, 1998). Када су ови услови испуњени, утврђује се да ли постоји преклапање анатомских структура, и сходно томе се врши позитивна или негативна идентификација.

Упркос употреби дугој преко 100 година, обе методе показују знатну варијабилност и недостатак консензуса у погледу стандарда, па нису сасвим прихваћене у научној заједници (http://craniofacialidentification.com/Method_Background.html). Досадашња истраживања показују да је суперпозиција лобање најкориснија као алат за елиминисање идентитета (Ubelaker, 2002).

5. Закључак

Као што је назначено у раду, идентификација лица особа од стране нетренираних људи је, иако склона великим грешкама, у одређеним ситуацијама неопходна у криминалистици. Ипак, у савременом друштву акценат мора бити на развијању и усавршавању аутоматских начина да се идентификација лица особа изврши што брже, ефектније и поузданије.

Успешна идентификација кроз поређење улазне фотографије са познатим лицима из базе података је задатак пун изазова и неопходно је да аутоматски системи буду робусни и способни да превазиђу изазове попут варијабилног осветљења, експресије, ротације, угла гледања у камеру, старења, шминке, наочара, итд. На пример, као покушај да се савладају последице варијабилног нивоа и врсте осветљења, посебно у спољашњим условима, предложен је приступ аквизиције слике путем термографије/термовизије (Jain et al., 2008). Перформансе система за идентификацију особа путем лица су нарочито угрожене када се поређења врше наспрам великих база података (Jain et al., 2008). Истраживачи континуирано улажу напоре да развију нове алгоритме који ће побољшати успешност ових биометријских система упркос свим изазовима које реални сценарији носе са собом. Напори се такође улажу у развој метода за претпроцесирање, када је потребно извршити идентификацију на основу слика ниске резолуције чије је аквизиција обављена са велике удаљености (Jain et al., 2008). Рад на све напреднијим тродимензионалним системима додатно доприноси ефектној аутоматској идентификацији лица. Показано је да коришћење лица и уха заједно, у мултибиометријском систему за идентификацију особа, повећава перформансе током идентификације.

Даљи развој система за аутоматску идентификацију лица је потребан услед бројних могућности за њихову примену. Очигледна је употреба ових система током контроле приступа, било да се ради о приступу физичким локацијама, виртуелним серверима, рачунару, банковном

рачуноу, итд. Даље, државе Масачусец и Конектикат у САД испробавају успешност идентификације људи у циљу спречавања подизања више-струке социјалне помоћи (Senior, Bodle, 2002). Јасно је да је најинтересантнији потенцијал аутоматске идентификације лица током видео надзора. Рутинска идентификација особа у реалном времену омогућила би превенцију криминалних догађаја, проналажење осумњичених за одређена кривична дела или терориста за којима се трага, као и каснију идентификацију снимљених особа у циљу расветљавања кривичних дела.

Иако није достигла ниво неких других биометријских система (као што је систем за идентификацију особа путем отиска прста), аутоматска идентификација лица је атрактивна јер омогућава препознавање особа без њиховог знања и пристанка, као и њихово надзирање. Ипак, могућност рутинске идентификације кроз надзирање путем сигурносних камера буди бројна питања о инвазији људске приватности (Senior, Bodle, 2002). Бојазан грађана да ће државни органи у сваком тренутку моћи да их надгледају није занемарљива. Постављање адекватних стандарда и законске регулативе биће неизоставан корак ка сврсисходној употреби ове технологије.

6. Литература

1. Sinha, P., Balas, B., Ostrovsky, Y., Russell, R. (2006). Face Recognition by Humans: 19 Results All Computer Vision Researchers Should Know About. *Proceedings of the IEEE*, 94(11), 1948-1962.
2. Fox, S. (2009, October 13). FBI Facial Recognition Software To Automatically Check Driver's License Applicants Against Criminal Database. Popular Science. Retrieved September 15, 2011, from <http://www.popsci.com/technology/article/2009-10/fbi-facial-recognition-software-scan-highway-fugitive-motorists>
3. Chellappa, R., Sinha, P., Phillips, P. J. (2010). Face recognition by computers and humans. *Computer*, 43(2), 46-55.
4. U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice. (1999). *Eyewitness Evidence, A Guide For Law Enforcement*. Retrieved September 15, 2011, from <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/178240.pdf>
5. Klobuchar, A., Mehrkens Steblay, N. K., Caligiuri, H. L. (2006). Improving Eyewitness Identifications: Hennepin County's Blind Sequential Lineup Pilot Project. *Cardozo Public Law, Policy and Ethics Journal*, 381.
6. Kemp, R., Towell, N., Pike, G. (1997). When seeing should not be believing: Photographs, credit cards and fraud. *Applied Cognitive Psychology*, 11, 211-222.
7. Saks, M. J., Koehler, J. J. (2005). The Coming Paradigm Shift in Forensic Identification Science. *Science*, 309, 892-894.
8. George, B., Gibson, S. J., Maylin, M.I.S., Solomon, C.J. (2008). EFIT-V: Interactive Evolutionary Strategy for the Construction of Photo-Realistic Facial Composites. *GECCO*, 1485-1490
9. Frowd, C.D., Carson, D., Ness, H., Richardson, J., Morrison, L., McLanaghan, S., Hancock, P.J.B. (2005). A forensically valid comparison of facial composite systems. *Psychology, Crime, Law*, 11, 33-52.
10. Frowd, C.D., Carson, D., Ness, H., McQuiston, D., Richardson, J., Baldwin, H. and Hancock, P.J.B. (2005). Contemporary composite techniques: the

- impact of a forensically-relevant target delay. *Legal and Criminological Psychology*, 10, 63-81.
11. Solomon, C., Gibson, S., Maylin, M. (2009). Generation of Facial Composites for Criminal Investigations, Chapter in *Facial Identification*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
 12. Senior, A.W., Bolle, R.M. (2002). Face Recognition and its Applications, Chapter in *Biometric Solutions for Authentication in an E-World*, Norwell, US: Kluwer Academic Publishers.
 13. Ao, M., Yi, D., Lei, Z., Li, S.Z. (2009). Face Recognition at a Distance: System Issues, Chapter in *Handbook of Remote Biometrics for Surveillance and Security*, New York, NY: Springer Science+Business Media, LLC.
 14. Sirovich, L., Kirby, M. (1987). Low-dimensional Procedure for the Characterization of Human Faces. *Journal of the Optical Society of America A - Optics, Image Science and Vision*, 4(3), 519-524.
 15. Jain, A.K., Flynn, P., Ross, A.A. (2008). *Handbook of biometrics*. New York, NY: Springer Science+Business Media, LLC.
 16. Williams, M. (2007, May 30). Better Face-Recognition Software. *Technology Review*. Retrieved September 15, 2011, from <http://www.technologyreview.com/Infotech/18796/?a=f>
 17. Guan, X., Zhuang, H. (2011). A method of creating 3-D face images from 2-D photos for face recognition. *International Journal of Biometrics*, 3(1).
 18. Luu, K. (2010). A Computer Approach for Face Aging Problems. *Advances in Artificial Intelligence: Lecture Notes in Computer Science*, 6085, 405-409.
 19. Pierrard, J. S., Vetter, T. (2007). Skin Detail Analysis for Face Recognition. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1-8.
 20. Vandenberghe, N. (2004). Skin as a New Biometric. *The Biometric Consortium Conference*.
 21. Prokoski, F. J., Riedel, R. B. (1999). Infrared identification of faces and body parts, Chapter in *Biometrics: Personal Identification in Networked Society*, Norwell, US: Kluwer Academic Publishers.
 22. Pavlidis, I., Eberhardt, N., Levine, J. (2002). Seeing Through The Face of Deception. *Nature*, 415, 35-35.
 23. Russell, J. A., Fernandez-Dols, J. M. (1997). *The psychology of facial expression*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
 24. Fidaleo, D., Trivedi, M. (2003). Manifold analysis of facial gestures for face recognition. *Proceedings of ACM SIGMM Multimedia Biometrics Methods and Application Workshop*.
 25. Pantic, M., Rothkrantz, L. (2000). Automatic Analysis of Facial Expressions: The State of the Art. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(12), 1424 – 1445.
 26. (2006, August 1). Mona Lisa: Smiling? Computer Scientists Develop Software That Evaluates Facial Expressions. *Science Daily*. Retrieved September 15, 2011.
 27. Ekman, P., Friesen, W. (1978). *Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement*. Palo Alto, US: Consulting Psychologists Press.
 28. Kim, D., Sun, J. (2009). Facial gesture recognition, Chapter in *Automated Face Analysis*. Hershey, US: IGI Global.
 29. Darrell, T., Pentland, A. P. (1995). Attention-driven Expression and Gesture Analysis in an Interactive Environment. *International Workshop on Automatic Face and Gesture Recognition*.

30. Heinzmann, J., Zelinsky, A. (1997). Robust Real-Time Face Tracking and Gesture Recognition. *Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence*.
31. National Institute for Standards and Technology. (2006). *Face Recognition Vendor Test 2006*. Retrieved September 15, 2011, from <http://www.nist.gov/itl/iad/ig/frvt-2006.cfm>
32. Gehlen, S. (2008). Advances in Face Recognition Research. *Second End-User Group Meeting*. Retrieved September 15, 2011, from http://www.3dface.org/files/slides/080221/5-gehlen-11_identity_solutions.pdf
33. The Smithsonian. (2009). *Forensic Facial Reconstruction*. Retrieved September 15, 2011, from http://anthropology.si.edu/writteninbone/comic/activity/pdf/Facial_reconstructions.pdf
34. Wilkinson, C. (2010). Facial reconstruction – anatomical art or artistic anatomy? *Journal of Anatomy*, 216, 235-250.
35. (2005, May 11). The Fresh Face of King Tut: Famous Pharaoh's Features Reconstructed Using High-Resolution CT Scanner. *ScienceDaily*, Retrieved September 15, 2011.
36. Prag, J., Neave, R. (1997). *Making faces using forensic and archaeological evidence*. London, UK: British Museum Press.
37. Wilkinson C. (2004) *Forensic Facial Reconstruction*. Cambridge, UK: Cambridge
38. Helmer, R. P., Rohricht, S., Petersen, D., Mohr, F. (1993). Assessment of the Reliability of Facial Reconstruction, Chapter in *Forensic Analysis of the Skull: Craniofacial Analysis, Reconstruction, and Identification*. New York, US: Wiley-Liss.
39. Reichs, K., Craig, E. (1998). Facial Approximation: Procedures and Pitfalls, Chapter in *Forensic Osteology: Advances in the Identification of Human Remains*. Springfield, US: Charles C Thomas Publisher, LTD, 1998.
40. Takac, S., Nikolic, S., Milosevic, M. (2008). Identifikacija lica metodom kompjuterizovane superpozicije - prikaz metoda i dva slucaja. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*, 136(1-2): 38-45.
41. Brown, K. A., Hollamby, C., Clark, B.J., Reynolds, L. (1978). A video technique of cranio-facial photo-superimposition for identification. 8th Meeting of the International Association of Forensic Sciences, 22-26.
42. Taylor, J. A., Brown, K. A. (1998). Superimposition Techniques, Chapter in *Craniofacial Identification in Forensic Medicine*. London, UK: Hodder Arnold.
43. Ubelaker, D. H. (2002). Cranial Photographic Superimposition, Chapter in *Forensic Sciences*. New York, US.

ПРИМЕНА МЕТИЛАЦИОНЕ АНАЛИЗЕ КАО МЕТОДЕ ЗА АУТЕНТИФИКАЦИЈУ ФОРЕНЗИЧКИХ ДНК ДОКАЗА

Ана Бранковић
Смиља Теодоровић

Криминалистичко полицијска академија, Београд

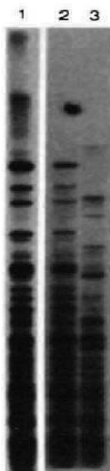
Сажетак: Идентификација особа преко ДНК профила је неопходна и незамљива техника у савременој форензици и често представља кључни доказ за осуђивање учинилаца кривичних дела или ослобађање невиних од оптужби. У овом раду је дат преглед неких метода за идентификацију особа путем ДНК, са акцентом на најраспрострањенију технику данас - анализу кратких тандемских поновака. Група научника указала је да се садашња анализа може преварити „вештачки“ синтетисаним ДНК профилима, помешаним са пречишћеним биолошким материјалом природног порекла. Стога је овде обрађено питање аутентичности ДНК доказа који се проналазе на месту криминалног догађаја, односно могућности подметања ДНК доказа, који су вештачки синтетисани у лабораторији помоћу стандардних молекуларно-биолошких техника. Као решење овог озбиљног проблема, описан је недавно развијен тест за аутентификацију ДНК доказа, који се базира на обрасцима метилације природних ДНК фрагмената. Финално, разматране су предности и недостаци потенцијалне рутинске имплементације тестова за проверу аутентичности ДНК, као и могуће последице на судски процес.

Кључне речи: Деооксирибонуклеинска киселина (ДНК), ДНК идентификација, аутентификација ДНК, метилација ДНК, бисулфитна конверзија.

1. Увод

Прва метода за идентификацију особа помоћу дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК) развијена је 1985. године (Jeffreys, Wilson, Thein, 1985) и заснивала се на анализи полиморфизама дужине рестрикционих фрагмената (*Restriction fragment length polymorphism – RFLP*). *RFLP* анализа подразумева симултану *Southern blot* хибридизацију високо варијабилних минисателитских локуса, добијених рестрикцијом дигестијом и раздвојених електрофорезом, са радиоактивним пробама сачињеним од тандемских поновака (Jeffreys et al., 1985). Отац ове технике, Алек Џефриз, је брзо постао свестан могућности њене примене у форензици (Gill, Jeffreys, Werrett, 1985), где се идентификација особа заснива на поређењу ДНК профила добијеног из биолошког

трага са ДНК профилем особе за коју се сумња да је оставила тај траг. Метод по Џефризу је први пут употребљен у имиграционом случају, како би се потврдио идентитет британског дечака, чија породица потиче из Гане (<http://www.bbc.co.uk/radio4/features/desert-island-discs/castaway/04115c08#b008fcdz>). Прва употреба типизације путем генетичког материјала у криминалистици догодила се у Великој Британији, у случају силовања, када је *RFLP* анализом установљено да је Колин Пичворк учинилац овог кривичног дела, док је до тада главни осумњичени, Ричард Бакланд, невин, па је, стога, ослобођен оптужби. Резултати *RFLP* анализе описаног случаја су приказана на Слици 1.



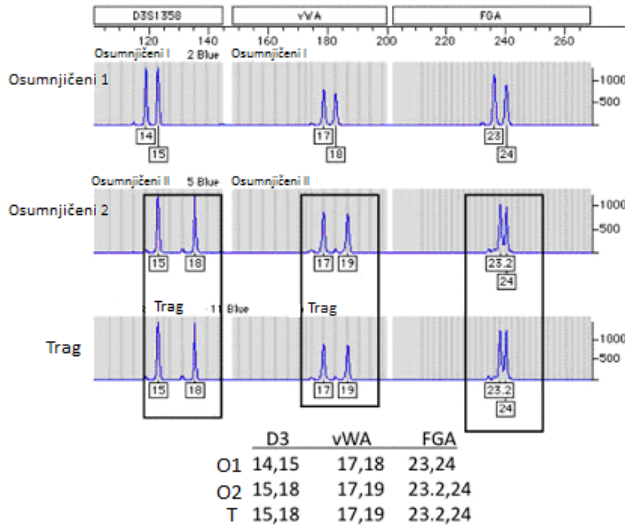
Слика 1 - (Gill et al., 1985): Прва објављена фотографија поређења ДНК профила¹

Иако је *RFLP* метода за идентификацију особа путем ДНК значајно употпунила и унапредила рад криминалистичке полиције, и пронашла важну примену у утврђивању очинства и решавању имиграционих случајева, њен велики недостатак је тај што је за њену примену неопходна велика количина прикупљене ДНК. Како је познато да количина пронађеног биолошког материјала у форензичком контексту често може бити изузетно мала, јавила се очигледна потреба за развитком супериорнијих техника за идентификацију особа путем генетичког материјала. Развој ланчане реакције полимеразе (*Polymerase chain reaction – PCR*) 1985. године (Saiki et al., 1985) је начинио преокрет великих размера у области молекуларне биологије, али је метода почела рутински да се примењује у форензици почетком деведесетих година прошлог века, после појаве аутоматских машина за секвенцирање ДНК. *PCR* метода је омогућила добијање ДНК профила особа из знатно мањих количина биолошког узорка, као и чак из делимично деградираних узорка.

¹ (1,2) Профили добијени из узорка вагиналног бриса након сношаја садрже ДНК и мушког и женског донора; (3) профил женског донора.

Данас постоји више метода за ДНК профилисање, а типизација путем кратких тандемских поновака (*Short Tandem Repeats – STR*) је најраспрострањенија и рутински се користи у лабораторијама широм света. *STR* су сегменти репетитивних секвенци ДНК, који су расути по читавом људском геному. Тачније, *STR* маркери су сегменти (локуси) ДНК који се састоје од основних поновака дужине 2–6 базних парова, који се понављају од 3-4, па до више од 50 пута код изузетно полиморфних маркера. Типични *STR* локуси који се користе у форензици су сачињени од основних поновака дужине 4-5 базних парова и сваки од њих поседује своје интернационално име (Gill, 2005). На пример, *STR* маркер по имену *HUMTH01* сачињава основни поновак дужине 4 базна пара, *AATG*, који се понавља више пута. Број понављања варира од особе до особе, а утврђује се амплификавањем жељеног *STR* локуса у *PCR* реакцији и одређивањем величине амплификованог производа. Дакле, како дужина ових ДНК сегмената варира од особе до особе, то их чини идеалним за уочавање разлика међу људима и поуздану идентификацију (Butler, Becker, 2001). За описани *STR* locus *HUMTH01*, описано је 19 различитих варијанти у читавој популацији (http://www.cstl.nist.gov/strbase/var_TH01.htm). Стога ће се јавити више особа које поседују исти профил на датом *STR* локусу. Како би се постигла адекватна моћ дискриминације, у форензичкој ДНК анализи неопходно је користити више *STR* маркера. Различит број *STR* локуса се користи у форензичкој пракси за идентификацију особа у различитим земљама. Тако се, на пример, у Сједињеним Америчким Државама (САД) рутински користи 13 *STR* локуса (Butler, 2005), у Великој Британији 10, а у Републици Србији 15. Слика 2 илуструје поједностављени случај поређења ДНК профила у коме се, на основу три *STR* локуса (*D3S1358*, *vWA* и *FGA*) пореде генетички материјали две осумњичене особе са биолошким трагом. Као што се може уочити на слици, осумњичени број 2 поседује ДНК профил који се подудара са оним пронађеним на месту криминалног догађаја.

Свака форма сваког *STR* локуса се може описати одређеним статистичким вредностима, јер се јавља са одређеном учесталошћу у популацији. Дакле, заступљеност сваке генетске комбинације се може проценити на основу прегледа читаве популације (Gill, 2005). Тако се множењем статистичких података о учесталости сваког генотипа процењује шанса да било која особа из популације, која није у крвном сродству, поседује исти ДНК профил као осумњичени („Вероватноћа случајног подударања“). Што је ова вероватноћа мања, то је конкретан ДНК профил ређи у популацији и резултати су поузданији. На пример, у САД се, на основу употребе 13 *STR* маркера, добијају ДНК профили чија је шанса подударања са случајно изабраном особом из популације реда величине 1 у 1.000.000.000.000. У Великој Британији, где се користи 10 *STR* маркера, вероватноћа случајног подударања је реда величине 1 у 1.000.000.000 (Gill, 2005). Управо ослањање на статистичке прорачуне, уместо на субјективно мишљење вештака, су допринели кредибилитету методе за идентификацију особа помоћу ДНК у форензици.



Слика 2 - Поједностављен пример поређења ДНК профила²

2. Аутентичност ДНК доказа

Неспорна је чињеница да је применом форензичке ДНК анализе најчешће могуће недвосмислено утврдити коме припада биолошки траг од значаја, чак и када је количина тог биолошког материјала изузетно мала. Међутим, незаобилазно је и питање аутентичности пронађеног ДНК трага. Познат је, на пример, случај доктора Џона Шнебергера, који је силовао своју пацијенткињу, која је била под седативима, али се ДНК изолована из његове крви није подударала са ДНК изолованом из семене течности пронађене на доњем вешу жртве. Више година касније, када су ове форензичке ДНК анализе поновљене по четврти пут, из узорака докторове крви, букалног бриса и длаке, показано је да се његов ДНК профил ипак поклапа са профилем из семеном течности силоватеља. Доктор је тада признао да је раније у своју руку имплантирао тубу са туђом крвљу и антикоагулантима, што му је омогућило да завара форензичке анализе помоћу генетског материјала (http://www.vachss.com/help_text/archive/schneeberger.html).

Додатно је забрињавајућа могућност да ДНК докази могу бити фабриковани. Наиме, синтетисање вештачке ДНК у лабораторији је могуће, и то на прилично једноставан начин, помоћу стандардне опреме и знања. Коришћењем рутинских лабораторијских техника молекуларне биологије, као што су PCR (Stirling, Bartlett, 2003), плазмидно клонирање (Sambrook, 2001) и амплификација читавог генома (*Whole Genome Amplification* – WGA) (Sambrook, 2001), могуће је направити неограничену количину вештачке ДНК жељеног генетичког профила. Тако је група

² Преузето са: <http://dnaproject.co.za/dna-project/dna-database>.

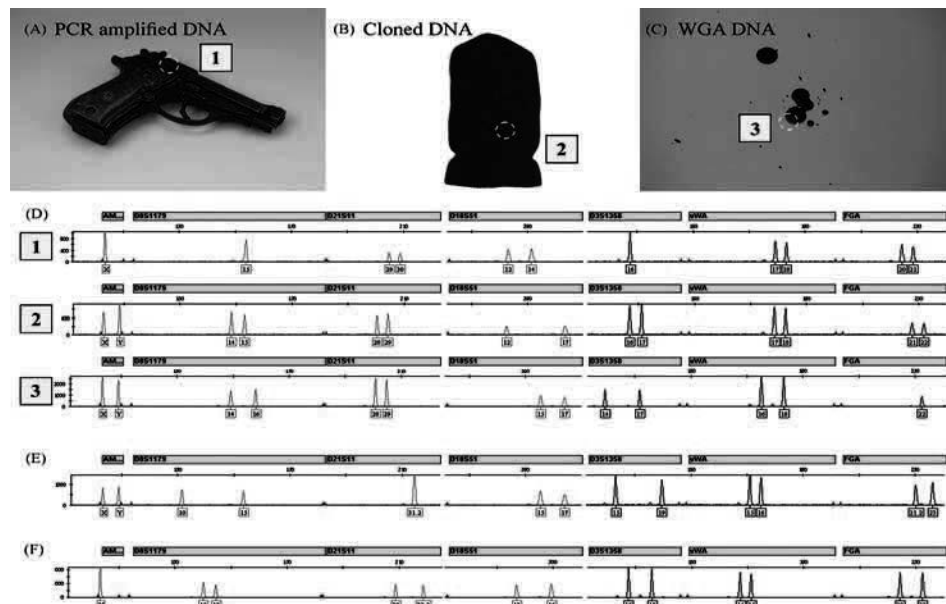
израелских научника од добровољаца прикупила узорке крви, сасушене пљувачке, длака, оструганог епитела коже, као и опушке цигарета, и њих употребила за успешно синтетисање вештачких ДНК узорака путем све три поменуте технике (Frumkin et al., 2009). Они су чак, при примени технике плазмидног клонирања, у узорке добијене од добровољаца женског пола додавали плазмид који садржи ген за протеин амелогенин карактеристичан за особе мушког пола. На овај начин су фабриковали ДНК профил идентичан почетном, али са измењеним амелогенин локусом (генотипа XY уместо XX) (Frumkin et al., 2009).

3. Подметање ДНК доказа

Највише забрињава чињеница да се вештачки генерисана ДНК може интегрисати у ћелије људских ткива или нанети на површине предмета и подметнути на место криминалног догађаја. Тако је, у поменутом експерименту, *in vitro* синтетисани ДНК материјал коришћен за прављење лажних форензичких узорака (Frumkin et al., 2009). ДНК умножена помоћу PCR реакције је директно нанета на окидач пиштоља и остављена да се осуши (Слика 3а) (Frumkin et al., 2009). Помоћу ДНК добијене плазмидним клонирањем CODIS³ фрагмената и екстракта природне пљувачке направљени су узорци вештачке пљувачке, који су потом нанети на унутрашњу страну „фантомке“ у пределу уста (Слика 3б). Да би се добиле вештачке мрље крви, ДНК добијена *in vitro* WGA техником је помешана са пречишћеним еритроцитима других особа, а потом је ова смеша накапавана са метра висине и остављена да се осуши (Слика 3ц) (Frumkin et al., 2009).

Приликом анализе лажних форензичких узорака спроведен је уобичајени форензички поступак. Посто су прикупљени ДНК докази, потврђено је да је крв људског порекла (услед присуства хуманог хемоглобина у црвеним крвним зрнцима) и да су мрље пљувачке заиста пљувачка (услед позитивне реакције на ензима амилазу) (Frumkin et al., 2009). Затим је, из узорака, ДНК изолована и профилисана. Генотипови сва три узорка су били идентични генотипу вештачке ДНК која је коришћена за њихову производњу (N_{„222“}, мушкарац N_{„400“} и N_{„283“}) (Слика 3д). У вештачки добијеној пљувачки и узорцима крви није било уочљивих трагова природне ДНК из пљувачке и крви донора (Слика 3е и 3ф). Дакле, Фрумкин и колеге су показали да вештачки форензички докази, након потпуне форензичке анализе, могу дати перфектне ДНК профиле. Изузетно је проблематично то што садашња форензичка методологија не може да направи разлику између *in vitro* синтетисане и праве ДНК (Frumkin et al., 2009).

³ CODIS – Combined DNA Index System, Национална ДНК база података у САД.



Слика 3 - (Frumkin et al, 2009): Лажни форензички узорци са вештачком ДНК⁴

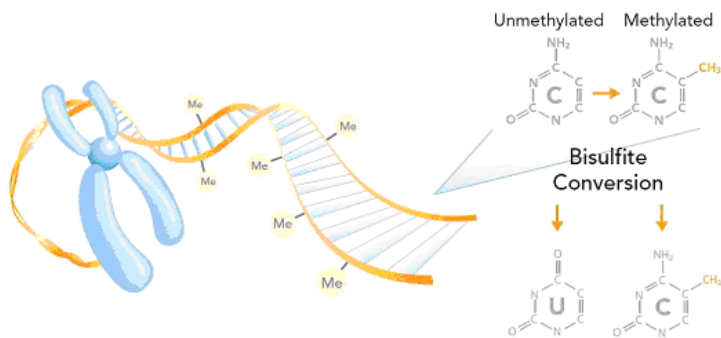
4. Метилациона анализа ДНК

Као решење постојећег проблема понуђена је метилациона анализа. Наиме, ДНК поседује такозване епигенетске модификације, које представљају механизме за регулацију генске експресије, различите од оних диктираних самом секвенцом ДНК молекула. Тако се, на пример, метилација ДНК и деацетилација хистона у ћелијама сисара користе као начини за спречавање експресије гена, без промене у ДНК секвенци. Метилација је процес у коме се, помоћу ензима метилтрансферазе, додаје метил (-CH₃) група на цитозин, формирајући 5-метилцитозин. Процес се одвија на цитозинима који претходе гуанинима, на подручјима генома богатим CG секвенцама („CpG острва“). Метилација CpG острва узводно од многих гена резултира у спречавању генске експресије. Образац ове епигенетске регулације се наслеђује, а ДНК молекули се такође метилишу и *de novo* (http://www.illumina.com/documents/products/datasheets/veracode_dna_methylation_profiling.pdf).

Иако тренутна форензичка процедура не може разликовати *in vitro* синтетисану и праву ДНК, разлике међу њима ипак постоје. Наиме, вештачки генерисани ДНК молекули представљају копију оригиналног

⁴ (A) Пиштољ на кога је нанет ДНК профилом особе N „222“, амплификован у PCR реакцији. (B) „Фантомка“ са вештачком пљувачком, која садржи екстракт природне пљувачке из N_{„270“} (без ДНК) и ДНК фрагменте мушког профила N_{„400“} састављеног из CODIS базе података алела. (C) Вештачке мрља крви садржи црвена крвна зрнца из крви природног N_{„227“} и вештачки N_{„283“} ДНК генерисан уз помоћ WGA. (D) Профили три вештачка узорка. (E) Профил донора N_{„270“} чији је екстракт пљувачке коришћен за производњу узорка на фантомци. (F) Профил донатора N_{„227“} чија су црвена крвна зрнца коришћена за генерисање мрља крви.

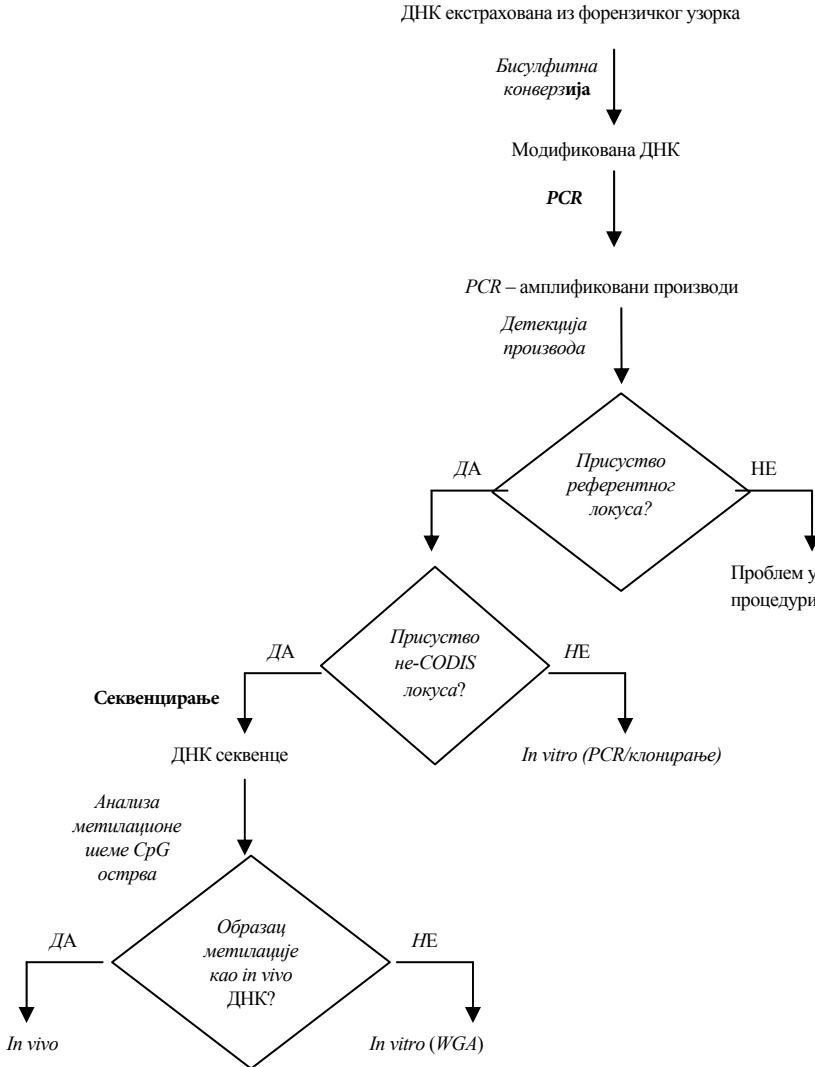
низа нуклеотида и не поседују додатне модификације, независне од ДНК секвенце. Дакле, у лабораторијски-генерисаној ДНК ниједан локус није метилован, док природна ДНК поседује метиловане регионе, па се чини атрактивним искористити поменућу разлику за њихову диференцијацију. Стандардни приступ за детекцију метилације ДНК је хемијско третирање ДНК натријум-бисулфатом, који конвертује цитозин у урацил, док је 5-метилцитозин резистентан на ову модификацију (Слика 4) (Frommer et al., 1992).



Слика 4 - Метилација ДНК⁵

Након што је приступљено бисулфитној конверзији, израелски тим је третирану ДНК амплификовао у *PCR* реакцији за сет локуса који садрже један референтни *CODIS* локус (*FGAref*) и четири локуса која не спадају у референтне *CODIS* локусе, два увек метилована (*NT18* и *A-DD6*) и два конзистентно неметилована (*MS53* и *SW14*) (Frumkin et al., 2009). Присуство или одсуство амплификованих производа је даље утврђивано електрофорезом. Потпуно одсуство амплификације указује на инхибицију *PCR* реакције (Слика 5). Успешна амплификација референтног локуса, уз изостанак амплификације преостала четири локуса, илуструје вештачки синтетисану ДНК и то на начин који генерише само делове генома (*PCR* или метод плазмидног клонирања) (Слика 5). Успешна амплификација свих пет локуса показује присуство комплетне геномске ДНК, природне или синтетисане *in vitro* путем *WGA* методе (Слика 5). За даље разликовање овако насталих форензичких узорака неопходно је извршити секвенцирање локуса који не спадају у референтне *CODIS* локусе и анализирати њихов шаблон метилације (Слика 5). Дакле, као што се може видети на Сlici 5, израелски научници су понудили методичан приступ за тестирање аутентичности ДНК.

⁵ Преузето са: http://www.illumina.com/documents/products/datasheets/veracode_dna_methylation_profiling.pdf.



Слика 5 - (Frumkin et al, 2009): Шематски приказ теста за аутентификацију форензичких ДНК доказа

Током провере предложеног теста за аутентификацију ДНК, успешно је тестирано десет природних и десет вештачких ДНК узорака. Секвенцирањем ДНК узорака демонстрирани су очекивани метилациони образци: комплетна метилација *CpG* острва на локусима *NT18* и *ADD6* природне ДНК, потпуно одсуство метилације на *CpG* острвима *MS53* и *SW14* локуса природне ДНК и комплетан недостатак метилације на *in vitro* ДНК (Frumkin et al., 2009). Резултати се конзистентно могу репродуковати чак и у мешавинама природне и вештачке ДНК, где вештачки синтетисана ДНК сачињава чак само 10% укупне мешавине (Frumkin et al., 2009).

5. Последице метода за аутентификацију у форензичкој ДНК анализи

Метода за аутентификацију ДНК коју су предложили Фрумкин и колеге је дуготрајна и захтева посебну експертизу, па се у овом тренутку не примењује у форензичким лабораторијама. Наравно, постоје и други приступи који би се могли искористити за проверу аутентичности ДНК. Тако се, на пример, може вршити детекција присуства артефаката у амплификованом производу, насталих услед „клизања“ ДНК полимеразе када наиђе на репетитивне секвенце у вештачки генерисаној ДНК. Битно је напоменути да, иако су оваква истраживања интересантна и значајна за унапређење форензичке ДНК анализе, валидна је замерка бројних научника да детаљно изношење у јавност начина за фабриковање ДНК практично обезбеђује криминалцима „упутство за употребу“ (Morling et al., 2011). Дакле, поставља се питање етичности оваквих истраживања, односно несмотрености и штетности публиковања идеја за фалсификовање ДНК (Morling et al., 2011).

Забрињавајућа је чињеница да се ДНК профил било које особе може вештачки генерисати полазећи од лако доступних предмета, као што је опушак цигарета, па је развој метода за спречавање оваквих манипулација од високог значаја. Ипак, не треба занемарити то на који начин би и колико често један „обичан“ криминалац могао да дође у посед алата молекуларне биологије. Међутим, оно што забрињава далеко више је чињеница да се синтетисање ДНК профила било које особе може извршити само уз помоћ информација из ДНК базе података, без потребе за изворним биолошким материјалом (Frumkin et al., 2009). Дакле, чак и у земљама у којима законска регулатива налаже уништавање биолошког материјала из кога је ДНК профил добијен (на пример, Белгија и Данска), постоји оправдан страх од поменутих злоупотреба. С друге стране, приступ националним ДНК базама података, односно провале у добро обезбеђене системе, није једноставан задатак за „обичног“ криминалца и није ситуација која би се очекивала свакодневно (Barash, 2011). Ипак, овај сценарио није немогуће замислити, нарочито са порастом броја ДНК база података које се не користе у форензичке сврхе и у којима подаци нису заштићени (Frumkin, Wasserstrom, 2011). Додатно, како се данас било која секвенца ДНК може наручити из комерцијалних молекуларно-биолошких лабораторија, тако је суштински за синтетисање вештачке ДНК довољно имати рачунар прикључен на интернет (Frumkin et al., 2009).

Иако је од великог значаја сачувати кредибилитет ДНК анализе у форензици, на пример путем континуиране аутентификације ДНК доказа, константни захтеви за оваквом процедуром током судског поступка би могли креирати озбиљне проблеме (Morling et al., 2011). Треба имати на уму да би оваква пракса допринела повећању трошкова, као и додатном „загушењу“ форензичких лабораторија у земљама у којима је

то већ случај (на пример, САД). Додатно, константни захтеви одбране за ДНК аутентификацијом (као што је, на пример, то био случај током суђења О. Ј. Симпсону), као и жалбе на постојеће пресуде и захтеви за поновну експертизу форензичких доказа би у великој мери продужиле већ дугачке судске поступке. Финално, мала количина пронађеног биолошког материјала вероватно не би била довољна за вишеструке анализе, па је нејасно шта би се догодило уколико би тест за аутентификацију био неуспешан или без закључка (Morling et al., 2011).

6. Закључак

Савремена форензичка ДНК анализа проналази примену не само у расветљавању кривичних дела, већ и током утврђивања очинства, у имиграционим случајевима, за утврђивање идентитета особа настрадалих у ратовима и масовним катастрофама, утврђивање идентитета киднаповане деце, итд. У криминалистици се ДНК докази сматрају изузетно вредним и поузданим. Зато се могућност манипулације места криминалног догађаја подметањем лажних доказа, који се не могу разликовати од правих, представља озбиљан проблем.

Стога, с једне стране постоји потреба да се развије интегрисани тест идентификације ДНК који може да се изведе у постојећим форензичким лабораторијама и који ће бити прихваћен како у научним тако и у правним круговима. С друге стране, не треба заборавити да је ДНК, иако круцијалан, само један од доказа, и да вероватноћа случајног подударња не представља вероватноћу да је осумњичени крив, тако да чак и проналазак нативне ДНК одређене особе на месту криминалног догађаја говори само о присуству те особе на месту криминалног догађаја, али не имплицира кривицу по аутоматизму.

7. Литература

1. Jeffreys, A., Wilson, V., Thein, S. (1985). Individual-specific 'fingerprints' of human DNA. *Nature* 316 (6023): 76–79.
2. Gill, P., Jeffreys, A., Werrett, D. (1985). Forensics application of DNA fingerprints'. *Nature* 318: 577–579.
3. Saiki, R., Scharf, S., Faloona, F., Mullis, K., Horn, G., Erlich, H., Arnheim, N. (1985). Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science* 230 (4732): 1350–1354.
4. Gill, P. (2005). DNA as Evidence – The Technology of Identification. *New England Journal of Medicine* 352(26).
5. Butler, J.M., Becker, C.H. (2001). Improved analysis of DNA short tandem repeats with time-of-flight mass spectrometry. U.S. Department of Justice (<http://www.ojp.usdoj.gov/nij>)
6. Butler, J.M. *Forensic DNA Typing: Biology, Technology, and Genetics of STR Markers*, 2nd edition, Academic Press, 2005.
7. Stirling, D., Bartlett, M.S. *PCR Protocols (Methods in Molecular Biology)*, 2nd edition, Humana Press, New Jersey, 2003
8. Sambrook, J. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, 2001

9. Frumkin, D., Wasserstrom, A., Davidson, A., Graft, A. (2009). Authentication of forensic DNA samples, *Forensic Science International: Genetics* 4: 95-103.
10. Frommer, M., McDonald, L.E., Millar, D.S., Collis, C.M., Watt, F., Grigg, G.W., Molloy, P.L., Paul, C.L. (1992). A genomic sequencing protocol that yields a positive display of 5-methylcytosine residues in individual DNA strands, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 89: 1827–1831.
11. Morling, N., Schneider, P.M., Mayr, W., Gusmao, L., Prinz, M. (2011). Authentication of forensic DNA samples, *Forensic Science International: Genetics*, 5(3): 249-250.
12. Barash, M. (2011). Authentication of forensic DNA samples. *Forensic Science International: Genetics*, 5 (3): 253-254
13. Frumkin, D., Wasserstrom, A. (2011). Response to letter to the editor by Mr. Mark Barash. *Forensic Science International: Genetics* 5(3): 255-256.

ФОРЕНЗИЧАРИ И ДРУГА СТРУЧНА ЛИЦА У СВЕТЛУ НОВОГ КРИВИЧНОГ ЗАКОНОДАВСТВА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Жељко Никач
Милан Милошевић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Све израженија примена форензичких дисциплина у криминалистици резултирала је потребом да кривично-процесне странке, а нарочито окривљени и оштећени као тужилац, у пракси све чешће ангажују неформалне консултанте. Међутим, ови консултанти – *форензичари* још увек немају својство процесних субјеката и не могу директно учествовати у поступку. У светлу предстојеће реформе којом ће се у наше законодавство инкорпорирати елементи енглеског (адверсаријалног) типа кривичног поступка, форма и садржина пружања стручне помоћи заслужују додатно аналитичко сагледавање и критичко преиспитивање. То у подједнакој мери важи како за помоћ коју процесни стручњаци пружају органу кривичног поступка (специјалиста), тако и за помоћ коју стручњаци пружају кривичнопроцесним странкама (технички консултант), али и за тзв. стручног сведока.

Кључне речи: форензика, криминалистика, кривични поступак, сведок, вештак, специјалиста, консултант.

1. Уводне напомене

Стручно лице у кривичном поступку је процесно способно и (морално) подобно физичко лице одговарајуће ванправне, а изузетно и правне струке, које главним кривично-процесним субјектима пружа стручну помоћ у решавању криминалистичко-техничких и других стручних питања, или у извођењу појединих кривично-процесних радњи. *Стручна помоћ* се по природи ствари најчешће пружа истражном судији или овлашћеном полицијском службенику када предузима процесне радње у својству органа кривичног поступка. Са увођењем тужилачко-полицијског концепта *истраге* у кривичну процедуру бивших југословенских република, које предстоји и у Србији, евидентно је да се помоћ базирана на познавању различитих струка и дисциплина науке, технике, уметности или заната не може порећи ни *јавном тужиоцу*. Неспорно је, такође, да је таква помоћ све потребнија и оштећеном као *тужиоцу*, *браниоцу* и *окривљеном*.

Према актуелном Законнику о кривичном поступку (ЗКП) Републике Србије остављена је могућност да стручно лице пружи ближа објашњења странкама код извођења појединих *процесних радњи*, наравно под условом да су присутне и да таква објашњења затраже (члан 251, став 8). Овако конципирана стручна помоћ странкама већ сада није адекватна, будући да је по својој суштини узредна и само условна, а још мање ће то бити у будућности. Најзад, проблематику која се односи на најшири појам стручног лица и уопште на примену посебног стручног знања у кривичном поступку актуелизовало је и дуго очекивано усвајање нових прописа о вештацима из 2010. године.¹ У сваком случају се кривичнопроцесним странкама не може порећи потреба за коришћењем савремених достигнућа природно-математичких, техничких и других егзактних наука примењених, на пример, у криминалистичкој техници.²

2. Стручно лице – специјалиста

Законик о кривичном поступку Републике Србије из 2001. године изричито прихвата уже схватање појма вештака, из чега се закључује да *вештачење* није једини облик коришћења посебних (ванправних) стручних знања у поступку, нити је *вештак* једини носилац процесне примене таквих знања. Наиме, владање посебним стручним знањем карактеристично је и за „стручно лице“ према ЗКП, што подједнако важи како за процесне стручњаке који пружају саветодавно-консултативну помоћ (*стручни саветници*), тако и за процесне стручњаке који пружају стручно-техничку помоћ у извођењу кривично-процесних радњи (*стручни помоћници*).

Наш законодавац уважава реалност да су вештак и „стручно лице“ различити, релативно самостални процесни субјекти, који су носиоци различитих споредних процесних функција и, самим тим, посебних облика коришћења ванправног стручног знања у кривичном поступку. Најбитнија и суштинска разлика међу њима је у самој садржини и природи њихове делатности у кривичном поступку. *Процесна делатност* вештака је увек усмерена на добијање новог доказа, а резултат његове делатности се материјализује кроз исказ вештака који је доказно средство. Осим тога, делатност вештака се одвија у процесном поретку само једне кривично-процесне радње, а то је вештачење. Резултат процесне делатности „стручног лица“ (*стручна помоћ у ужем смислу*) се материјализује у исказу који нема карактер доказног средства и не представља посебну садржину, већ је укључен у резултат процесне делатности оног субјекта коме пружа помоћ. Исто тако, делатност „стручног лица“ се не одвија у сопственом процесном поретку већ у оквиру процесног тока извођења било које кривично-процесне радње. Најзад, треба нагласити да је и поменута делатност везана за извођење кривично-процесних

¹ Закон о судским вештацима Републике Србије, *Службени гласник РС*, бр. 44/10.

² О примени достигнућа ових наука у криминалистичкој техници детаљније видети: Максимовић, Р., *Криминалистика – техника*, Полицијска Академија, Београд, 2000.

радњи једино кад је реч о пружању стручно-техничке помоћи, док саветодавна делатност специјалисте није ограничена у том смислу.

„Стручно лице“ у нашем кривичном поступку има знатно шири обим процесне делатности у односу на специјалисте у другим земаљама, на пример у руском и украјинском кривичном поступку. У законодавству и науци кривичног-процесног права тих земаља специјалиста (стручно лице у ужем смислу) се дефинише као лице које влада научним, техничким или другим специјалним знањима и искуством, и које, на позив истражних органа, пружа помоћ у извођењу и оформљењу истражних и судских, тј. кривично-процесних радњи.³ Специјалиста се одређује као стручњак који кривичном суду пружа помоћ искључиво у извођењу кривично-процесних радњи, што одговара појму тзв. стручног помоћника. Насупрот томе, „стручно лице“ у нашем кривичном поступку помаже кривичном суду, у одређеној мери и кривичнопроцесним странкама у решавању појединих техничких и других спорних стручних питања, као тзв. стручни саветник.

Делатност овог процесног субјекта у потпуности обухвата и тзв. информативно-консултативну делатност, која се у процесној доктрини земаља бившег СССР најчешће сматра посебним обликом коришћења посебних стручних знања у кривичном поступку.⁴ С тим у вези може се поставити питање оправданости става нашег законодавца код одређења за нормирање овако широког опсега процесне делатности „стручног лица“. Ово утолико пре што је као узор за то нормирање евидентно послужио управо модел специјалисте, какав је у бившем совјетском кривично-процесном законодавству присутан још од 1960. године.

Резултати из праксе указује да на ово питање није једноставно одговорити, иако би на први поглед требало дати за право нашем законодавцу. Наиме, истраживања делатности специјалисте у руској правосудној пракси показују да су, између осталих, најчешће били коришћени следећи облици стручне помоћи кривичном суду: консултације по одређеним стручним питањима, разрешење дилема о могућности извођења *вештачења* у конкретном случају, пружање *објашњења* о одређеним догађајима и појавама, разјашњавање *стручне терминологије*, указивање на одговарајуће *чињенице* које су од значаја за спровођење истраге итд.⁵

Делатност специјалисте у пракси по садржини превазилази оквире процесне делатности овог субјекта, како то дефинишу руска кривично-процесна доктрина и законодавство. Специјалиста у правосудној пракси Руске Федерације по обиму процесне делатности инклинира „стручном лицу“ у нашем законодавству. Из тога даље проистиче да су могућности

³ Veličkin, S. A., Turčin, D. A., Učastie specialista v proizvodstve sledstvennyh deistvii, *Problem borbi s prestupnostii*, Omsk – Irkutsk, 1996, pp. 93-100.

⁴ Miheenko, M. M. et al, *Kriminalny proces Ukrainy*, Kiev, Libidy, 1992, p. 111.

⁴ Orlov, Ju. Lica, obladajušće specialnimi poznanimi kak subiekt ugovnogo processa, *Sovetska Justicia*, No. 8, 1998, p. 15.

⁵ Mihailov, I. V., Specialist v ugovnom processu: funkcii i processualny status, *Optimizacii rassledovanii prestuplenii*, Irkutsk, 2002, pp. 127-130.

коришћења ванправног стручног знања путем делатности „стручног лица“ у кривичном поступку Републике Србије знатно шире и разноврсније.

У погледу коришћења стручне помоћи *судска пракса у Србији* показује да таква могућност још увек није довољно искоришћена. Шта више, имајући у виду да се ова констатација у првом реду односи на тзв. стручне саветнике, могло би се закључити да правосудна пракса у погледу обима процесне делатности „стручног лица“ више даје за право решењу руског законодавца, јер је то решење наведено питања приближније нашој пракси. Тако су, на пример, у пракси ранијег Округног суда у Београду стручну помоћ најчешће пружали криминалистички техничари и полицијски стручњаци за саобраћај, и то искључиво кривичном суду у току самог извођења кривичнопроцесних радњи, најчешће кроз откривање, обележавање, фиксирање и паковање трагова, израду албума фотографија, скицирање и снимање тонфилмском камером и слично.⁶

Према томе, иако је коришћење стручне помоћи у нашој правосудној пракси заступљено у значајном обиму оно, по правилу, и даље представља делатност тзв. стручних помоћника у истрази. Имајући у виду да су такви облици делатности специјалисте *de iure* били присутни у судској пракси и пре доношења Законика о кривичном поступку из 2001. године, а *de facto* и пре доношења кривично-процесног закона од 1976. године, закључује се да битнији напредак у том правцу није остварен за протекле три деценије. Један од узрока за то је и постојеће законско решење према којем се делатност „стручног лица“ нормира као факултативна и дозвољава само код увиђаја, реконструкције кривичног догађаја и саслушања малолетника (члан 102, став 4, члан 112. члан 484, став 2. ЗКП).⁷

3. Технички саветник

Познато је да кривично-процесне странке доприносе утврђивању правно релевантних и других чињеница стављањем предлога органу кривичног поступка да изведе одређене доказе, затим евентуалним присуствовањем извођењу доказа када могу да постављају питања, траже разјашњења и обавештења, сугеришу извођење нових доказа, критичким прилазом изведеном доказу и сл. То подједнако важи како за *чињенице* које се утврђују на основу лаичког знања и општег искуства, тако и за оне које се утврђују применом посебног стручног знања тј. вештачењем у кривичном поступку.

С тим у вези, поставља се *питање компетентности странака* да критички оцене чињенице садржане у исказу вештака и ставе одређене при-

⁶ Упореди: Милошевић, М., Процесни стаус и функције стручних лица у домаћем и упоредном праву, *Зборник радова Факултета цивилне одбране*, Београд, 2003, стр. 209-226. Жарковић, М., Лајић, О., Криминалистичко-техничка помоћ полиције правосудним органима на територији СУП Београд, *Безбедност*, бр. 1, 2004, стр. 65-84.

⁷ Шице: Никач, Ж., Измене и допуне ЗКП од посебног значаја за поступање органа унутрашњих послова, *Безбедност*, бр. 06/04, стр. 927-941.

медбе на тај исказ, кад је јасно да јавни тужилац, окривљени и бранилац никада нису довољно стручни за дато ванправно подручје, а оштећени и приватни тужилац само пуким случајем то могу бити. *Стручна помоћ* странкама има пуно оправдање са аспекта испуњења задатака кривичног поступка, јер странке кроз допринос у утврђивању чињеница, свеједно у чију корист, објективно доприносе успешном расветљењу и решењу кривичне ствари. Пошто институционализована могућност за тако нешто *de lege lata* не постоји, реално је ограничена могућност да странке дају значајнији допринос у разјашњавању техничких и других стручних питања, односно у извођењу процесних радњи. Наравно, остаје могућност да странке, посебно окривљени и оштећени као тужилац, приватно ангажују одговарајућег стручњака у својству неформалног консултанта (тзв. стручни саветник), у ситуацијама када треба критички вредновати резултате вештачења. У пракси су овакве ситуације релативно честе као и консултовање са стручним лицима ван спровођења истражних радњи, што се може закључити на основу судских списа и статистичких података.⁸

Неспорно је да тзв. *стручни саветници* странака нису процесни субјекти и не могу директно учествовати у поступку, нити могу бити саслушани као стручни сведоци. Њихово ангажовање, обим делатности и награда су интерна ствар странке. Поменути стручњаци немају целовит увид у списе предмета и материјале који су били вештачени, нити су у позицији да непосредно присуствују увиђају и вештачењу. Податке за своје сугестије углавном добијају од самих странака које, по природи ствари, не могу бити објективне и непристрасне, нити су пак довољно верзиране да исте интерпретирају са потребном прецизношћу. Мишљења смо да је допринос ове категорије стручњака утврђивању истине ограничен и мале су користи за странку која их је ангажовала.

На питање да ли *de lege ferenda* треба створити услове у којима би се овлашћени тужилац и окривљени, а по нашем мишљењу и оштећени, могли користити посебним стручним знањем путем ангажовања стручног лица код откривања и извођења доказа, одговор је несумњиво потврдан.⁹ На овакав закључак упућују и одговарајућа решења у упоредном праву. Наиме, технички саветник као посебно стручно лице егзистира у италијанској кривичној процедури још од 1955. године, а познаје га и ЗКП Италије из 1988. године у одредбама чланова 225. (именовање техничког саветника), 230. (радње техничких саветника) и 233. (техничко саветовање изван случајева вештачења).¹⁰

Италијански законодавац је, као и наш, прихватио тзв. ужу концепцију стручног лица, односно везао је делатност овог стручњака за ис-

⁸ Соковић, С., Вештачење у кривичном поступку: нова пракса у старим нормативним оквирима и други проблеми, *Зборник Института за криминологику и социолошка истраживања*, бр. 1-2, Београд, 2008. стр. 41.

⁹ Под посебним стручним знањем подразумева се знање које својим квалитетом и квантитетом надилази границе просечног, општерг нивоа знања и уобичајеног животног искуства. Шире: Selina E. V., *Specijalne poznati v ugovnom processe. Gosudarstvo i pravo*, No. 7, 2003, pp. 45-50.

¹⁰ Codice di procedura penale, *Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana*, No. 250 del 24 ottobre 1998.

тражне радње а нарочито за вештачење. Треба нагласити да се „технички консултанти“ као стручни помоћници странака (окривљеног, оштећеног и приватног тужиоца) могу појавити и на главном претресу, а то ће бити у скраћеном поступку када расправи не претходи истрага. Уколико технички саветник присуствује вештачењу може давати предлоге и стављати примедбе које се уносе у записник, а ако је ангажован након извршеног вештачења може добити копију исказа вештака о трошку странке која га је ангажовала, и на основу тога сачинити писмене примедбе које се читају на главном претресу. Уколико присуствује главном претресу, технички саветник се саслушава као и вештак.

Полазећи од објективне потребе за пружањем стручне помоћи странкама, залажемо се да се то у блиској будућности експлицитно и нормира, а по угледу на решење у италијанском кривичном поступку. Такође сматрамо да би страначки стручњаци требало да евентуалне приговоре на вештачење подносе писмено, као што је то случај са техничким саветником у италијанском законодавству. На тај начин би се избегла опасност да се страначки стручњак трансформише у квазивештака и не би био ничим фаворизован нити хендикепиран у односу на стручњака ангажованог на страни суда („стручно лице“) које сада познаје наше законодавство. Најзад, присуство техничког консултанта имало би велики значај и на увиђају и реконструкцији.

Познато је, наиме, да *увиђај* представља процесни инструмент за прикупљање трагова кривичног дела. Откривање и фиксирање трагова на увиђају је, по правилу, посао стручног лица који то обавља уместо органа кривичног поступка. Иако нема сумње да би технички консултант странке инсистирао да се открију и правилно фиксирају трагови који су од интереса једино за његову странку, учешће оба или само једног страначког стручњака реално може допринети да увиђај у конкретном случају буде детаљније обављен тј. да не промакнуте важни трагови од значаја за поступак у целини, као и да се што савесније поступи са материјалом који би могао бити предмет истраживања вештака. Такође, страначки стручњак својим предлозима и примедбама може корисно да утиче да се код *реконструкције* обезбеде услови што ближи условима под којима је дошло до кривичног догађаја. Најзад, учешће страначког стручњака може бити од великог значаја и код регистровања резултата реконструкције, јер ће такав стручњак указивањем на оне делове добијеног резултата који иду у прилог његове странке допринети да укупни резултати реконструкције буду свеобухватније обрађени.

Полазећи од идентичних аргумената и упоредноправних модела, слично решење је фигурирало и у официјелном предлогу ЗКП Републике Македоније, из 2008. године.¹¹ Према том предлогу технички саветници су могли бити именовани од стране јавног тужиоца, оптуженог и браниоца са листе регистрованих судских вештака, како би им

¹¹ Шпире: Krstevska, K., The Expertize as a mean of Evidence, *NBP – Journal of Criminalistic and Law*, No. 2, 2009, pp. 143.

помогли у прикупљању података или за оцену, односно оспоравање вештачења. Број техничких саветника није могао бити већи од два. Ако се ради о одбрани сиромашних лица било је предвиђено да оптужени и бранилац, имају право на помоћ техничког саветника на терет буџета. У предлогу је даље било предвиђено да се за техничког саветника не може именовати лице које не може бити вештак. У току стручне расправе о тексту Предлога поменута одредба је била допуњена још једним ставом, према коме би се права и обавезе вештака сходно примењивале и на техничке саветнике. Саветници се дефинишу као стручна лица из Регистра судских вештака, које странке ангажују када им је у току поступка потребна експертска помоћ у одређеној области.

Најзад, сагласно Предлогу, технички саветници су могли да предузму више радњи, на пример: да присуствују поверавању задатка вештацима и, при том, да постављају суду захтеве и примедбе у односу на вештачење које се уносе у записник; да на захтев странке учествују у радњама вештачења (у ширем смислу), при чему су могли предлагати посебна истраживања вештака, те давати примедбе које ће се унети у извештај; а ако су именовани након завршетка вештачења, онда су могу испитати извештај и потражити од суда да буду овлашћени да испитују лице, предмет или место који су били предмет истраживања вештака.¹²

4. Стручни сведок

Актуелни Законик о кривичном поступку (ЗКП) Републике Србије познаје само два модалитета процесног стручњака и то: *вештака* и „стручно лице“. Питање евентуалног коришћења других облика ванправног стручног знања везаног за доказе и доказивање, у првом реду се односи на субјекта који у изузетним случајевима може владати таквим знањем и искуством, а у самом поступку исказује као сведок (*стручни сведок*). Наш законодавац не чини дистинкцију стручних сведока у односу на *тзв. сведоке – лаике*, а ситуација је слична и у домаћој кривичнопроцесној теорији. Сматра се да би супротан став још више компликовао и иначе сложену област вештачења коју одликују многобројна нерешена питања и проблеми. Питање је, међутим, да ли је овакав став оправдан, те у којој мери исти одговара стварности? Овај проблем додатно усложњава могућност да се сведок сукцесивно именује и за вештака у истој кривичној ствари, као и могућност да се вештак накнадно саслуша и као сведок у истој ствари.

Стручни сведок се од обичног сведока разликује по томе што поседује посебно *стручно знање* и што је, у том смислу, *способан да опази чињенице или стања* за чије је опажање неопходна примена баш таквог знања, а од вештака по томе што чињенице опажа *у време кривичног догађаја*, а не у време кривичног поступка, као и по томе што исказује у

¹² Одредбе о техничким саветницима ипак су изостављене из текста македонског ЗКП од 2010. године. (Закон за кривичната постапка, *Службен весник на Република Македонија*, бр. 150/10).

форми карактеристичној за обичног сведока. Стручни сведок је, према томе, онај сведок који је применом посебног стручног знања којим располаже у прошлости *нехотице опажао* оне чињенице и појаве за чије је опажање било неопходно владање посебним стручним знањем, а у садашњости исказује о њима у својству сведока и, по томе, не може бити замењен другим лицем.

У теорији се као пример овако схваћеног стручног сведока обично наводи *поступајући лекар* који је прегледао повређеног, с обзиром на то да само он може компетентно посведочити о томе у каквом му је стању и са каквим повредама био доведен повређени. У немачкој процесној теорији се као пример стручног сведока у правом смислу наводи и *полицијски службеник* који влада специјалним ванправним знањем, под условом да му се постављају питања на која може да одговори само као стручњак. Осим тога, полицијски службеник увек може да буде саслушан о неком стручном питању у својству стручног сведока, па и онда када није прихваћен као вештак у истој кривичној ствари. Подразумева се да ће сведочити у погледу чињеница са којима се упознао приликом обављања своје службене дужности.¹³

Посебан аналитички осврт заслужује процесна позиција сталног *ординирајућег лекара* (лат. *ordinarius*) који је лечио преминулог, а који се по изричитој одредби нашег и неких других европских законодавстава (нпр. пољског) не може именовати за вештака у истој кривичној ствари. Ординирајући лекар може се, по потреби, позвати да присуствује прегледу и обдукцији леша лица које је лечио. Полазећи од наведених критеријума сматра се да је и лекар који је лечио умрлог стручни сведок у правом смислу. У ситуацији када се позива да присуствује обдукцији преминулог лица које је раније лечио, он има идентична права и дужности као и сваки други сведок који се саслушава ван главног претреса. Исказ овог лекара мора се фиксирати у посебном процесном спису и посебно ван налаза обдуцента.

У начелу овакав сведок *нема права да формално ставља примедбе на рад вештака обдуцента* у погледу начина откривања и фиксирања одређених чињеница и томе слично, с обзиром на то да приликом вршења обдукције он није у функцији специјалисте, него сведока. Слажемо се, међутим, са схватањима по којима се од њега може тражити да се истом приликом *изјасни* и о чињеницама непосредно опаженим током саме обдукције, те да се у случају потребе овакав лекар може и накнадно саслушавати.¹⁴ До таквог саслушања ће доћи нарочито ако исказ вештака - обдуцента не буде прихваћен од стране суда.

Важно је нагласити да овај лекар опажа чињенице у време обдукције (у садашњости), по истом основу како их је опажао када је лечио преминуло лице (у прошлости) и применом посебног стручног знања. У сва-

¹³ Илић, М., *Кривично процесно право*, Студентска штампарија Универзитета, Сарајево, 1997, стр. 214. Wetterich, P., *Der Polizeibeamte als Zeuge*, Stuttgart: Richard Boorberg Verlag, 1970, p. 59.

¹⁴ Крамарић, И., Што је то 'сведок-вештак' у кривичном поступку, *Вештак*, бр. 2, Загреб, 1997, стр. 36.

ком случају овакав сведок је незаменљив и по томе је стручни сведок у правом смислу, као што су то „стручно лице“, односно вештак када се саслушавају у наведеном својству. Међутим, питање је у којој су мери овакве ситуације реално остварљиве, када се зна да *истражни судија* готово никад и не присуствује прегледу и обдукцији леша у здравственој установи, иако га на то законодавац обавезује (члан 125, став 1 ЗКП).

5. Закључак

У савременим условима се потреба за коришћењем посебних *стручних знања* из криминалистичке технике и других ванправних области не може порећи истражном судији и јавном тужиоцу, али ни браниоцу и окривљеном, па ни оштећеном. Сви они процесни субјекти који на законом прописани начин, користећи своја нарочита знања и искуство из било које области науке, технике, уметности или заната, доприносе утврђивању *спорних чињеница*, решавању појединих техничких и других *спорних питања* и успешном извођењу *кривично-процесних радњи*, у ширем смислу речи представљају *стручна лица* (вештак, „стручно лице“, специјалиста, технички саветник, стручни сведок).

Према томе, *стручни сведок* представља објективно постојећу категорију која поседује битне специфичности и по томе подлеже свестрањем и дубљем научном истраживању као један од носилаца коришћења *ванправног стручног знања* у кривичном поступку. Истовремено, нема рационалних нити процесних разлога који би налагали да ова реалност добије и законодавну потврду у предстојећој новели нашег кривичног поступка. Насупрот томе, залажемо се да законодавац у будућности заузме став по коме функцију вештака не може обављати лице које је у истој кривичној ствари већ саслушано у својству сведока

У нашем позитивном праву „стручно лице“ је споредни процесни субјекат на страни суда, што значи да *странке немају право да самостално ангажују лице* које би им пружило стручну помоћ у процесном смислу. На питање да ли *de lege ferenda* треба створити услове у којима би се овлашћени тужилац и окривљени, а по нашем мишљењу и оштећени, могли користити стручним знањем путем ангажовања стручног лица код откривања и извођења доказа, одговор је несумњиво потврдан. Ово утолико пре што ће се, у склопу предстојеће реформе кривичнопроцесне легислативе, у законодавство Републике Србије инкорпорисати елементи адверсаријалног типа кривичног поступка, у коме је извођење доказа у потпуности препуштено кривично-процесним странкама.

Коначни одговор на питање о сврсисходности *пружања стручне помоћи* кривично-процесним странкама, као и на сва друга спорна питања у вези са тим, може дати једино пракса – наравно под условом да наш законодавац у будућности предвиди страначког стручњака, као посебног процесног субјекта. То би свакако допринело превазилажењу чињенице да се коришћење стручног лица – специјалисте од 1977. године до данас углавном сводило на ангажовање криминалистичког

техничара (који је службеник полиције). Истовремено је помоћ стручњака свих осталих профила, не само процесним странкама већ и кривичном суду, била више изузетак него правило.

У сваком случају, даљој афирмацији свих облика коришћења ванправних стручних знања у нашем кривичном поступку знатно би допринело прецизније обликовање *процесног положаја и делатности* „стручног лица“, укључујући изричито омогућавање учешћа овог субјекта у извођењу и других истражних радњи, као и нормирање обавезних случајева пружања стручне помоћи по угледу на одговарајућа решења у упоредном праву.

6. Литература

1. Velickin, S. A., Turčin, D. A. (1976), Učastie specialista v proizvodstve sledstvennyh deistvii, in: *Problem borbi s prestupnostii*, Omsk – Irkutsk.
2. Илић, М. (1997), *Кривично процесно право*, Сарајево: Студентска штампарија Универзитета (прир. Х. Сијерчић-Чолић).
3. Крамарић, И. (1987), Што је то свједок–вјештак у кривичном поступку, *Вјештак*, Загреб, бр.2.
4. Krstevska, K. (2009), The Expertize as a mean of Evidence, *NBP – Journal of Criminalistic and Law*, No. 2.
5. Максимовић, Р. (2000), *Криминалистика – техника*, Београд: Полицијска академија.
6. Miheenko, M. M. et al (1992), *Kriminalny proces Ukrainy*, Kiev: Libidy, 1992.
7. Mihailov, I. V. (1982), Specialist v ugovnom processe: funkicii i processualny status, in: *Optimizacii rassledovanii prestuplenii*, Irkutsk.
8. Милошевић, М. (2003), Процесни стаус и функције стручних лица у домаћем и упоредном праву, *Зборник радова Факултета цивилне одбране*.
9. Никач Ж. (2004), Измене и допуне ЗКП од посебног значаја за поступање органа унутрашњих послова, МУП РС, *Безбедност*, бр. 06/04,
10. Orlov, Ju. (1988), Lica, obladajušcie specialnymi poznanijami kak subiekt ugovnogo processa, *Sovetska Justicia*, No. 8.
11. Selina E. V. (2003), Specijalnye poznani v ugovnom processe, *Gosudarstvo i pravo*, No. 7.
12. Соковић, С. (2008), Вештачење у кривичном поступку: нова пракса у старим нормативним оквирима и други проблеми, *Зборник Института за криминологику и социологику истраживања*, бр. 1–2.
13. Жарковић, М., Лајић, О. (2004), Криминалистичко-техничка помоћ полиције правосудним органима на територији СУП Београд, *Безбедност*, бр. 1.
14. Wetterich, P. (1970), *Der Polizeibeamte als Zeuge*, Stuttgart: Richard Boorberg Verlag.

ПРЕПОЗНАВАЊЕ КАО МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ ЛИЦА ЗА КОЈИМА СЕ ТРАГА (ОГРАНИЧЕЊА И УНАПРЕЂЕЊА)

Милан Жарковић
Ивана Бјеловук
Оливер Лајић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Чињеница је да мере трагања за лицима не дају увек жељене резултате. Разлога је више. Нема дилеме да се један од њих може везати и за чињеницу да бројна лица која су у бекству или се крију настоје да гоњење избегну прикривањем идентитета. Уз то, на руку им иде и проток времена, а са њим и промене у физичком изгледу. С обзиром на то, оптички прикази (фотографије и филмски снимци) њиховог изгледа из претходног периода губе на значају и не омогућавају успешну идентификацију препознавањем. Ови проблеми су присутни и у случајевима трагања за несталим лицима, посебно уколико је реч о особама млађе животне доби (деци и малолетницима). Настојања да се побољша ефикасност трагања кроз идентификацију тражених лица препознавањем подразумевају примену различитих метода, укључујући и израду компјутерских анимација изгледа тражених у реалном времену. Са тим циљем практичарима се нуде различити алати моделирања који укључују и посебно дефинисане алгоритме трансформације изгледа главе, а посебно фронталног дела лица услед протока времена. Циљ овог рада је да укаже на проблематику препознавања лица у смислу прегледа постојећих метода као и да да преглед решења неких модела који обрађују могућности промена изгледа лица током протекла времена (раста и старења).

Кључне речи: трагање за лицима, идентификација, биометрија, старење, компјутерска анимација лица.

1. Потражна делатност, потражне радње и потраге

За означавање система оперативно-тактичких и техничких мера и радњи које непосредно предузимају органи унутрашњих послова, по наредби других органа или самоиницијативно, у циљу проналажења одређених лица и предмета који јесу или могу бити у вези са кривичним делом, прикупљања обавештења о њима, односно, у циљу утврђивања идентитета лица и лешева, уколико га није било могуће утврдити на други начин, користи се термин потражна делатност.

Пошто се циљеви криминалистичко-оперативне делатности могу успешно остварити само систематским и планским предузимањем одговарајућих, како неформалних, општих оперативно-тактичких, тако и формалнопроцесних – истражних радњи, односно радњи доказивања, јасно је да се ради остваривања циљева оног њеног дела који називамо потражна делатност морају предузимати различите радње из сваке од наведених група.

Успешном и благовременом реализацијом појединих циљева трагања остварују се битни предуслови даљег тока активности поводом конкретне кривичне ствари, али и значајни превентивни ефекти. Присутни у случајевима када се потражна делатност предузима *post delictum*, превентивни ефекти успешно реализованог трагања нарочито су наглашени онда када се проналажењем лица која су ван криминалистичке обраде (деце, малолетника, старих, душевно болесних и сл.) спречава наступање могућих штетних последица.¹

Важећим подзаконским актима из области потражне делатности није одређено значење термина потрага, али се може уочити да се овај термин користи приликом означавања:

а) појединих облика потражне делатности (нпр. говори се о потрагама за лицима, стварима и лешевима, о локалним централним и међународним потрагама);

б) појединих потражних аката (потернице, објаве и расписи о трагању);

в) конкретних захтева којима органи унутрашњих послова налажу предузимање потребних (потражних) радњи у циљу проналажења одређених лица или предмета, прикупљања података о њима, односно у циљу утврђивања истоветности неидентификованих лешева.

Мноштво субјеката овлашћених да иницирају трагање, разноврсност објеката, циљева и начина расписивања, као и различита временска и просторна обавезност потражних аката, пружа могућност вишеструке класификације облика потражне делатности. Својим значајним делом потражна делатност има за циљ, или бар подразумева утврђивање идентитета различитих категорија лица. Реч је, пре свега, о учиниоцима кривичних дела који су у бекству или се крију, о лицима за која постоје основи сумње да су нестала услед кривичног дела, али и о другим несталим лицима, о одбеглим душевно болесном лицима опасним по околину, односно о деци и малолетницима одбеглим од куће.²

¹ Решеност законодавца да унапреди ефикасност полиције у реализацији потрага за лицима препознатљива је у одредбама Закона о полицији (*Службени гласник РС*, бр. 85/2005, у даљем тексту ЗОП) које регулишу мере циљане потраге (члан 83), али и у онима којима се предвиђа њено овлашћење да, у средствима јавног обавештавања или на други погодан начин, јавно распише награду за обавештење дато ради откривања и хватања лица које је учинило теже кривично дело, односно ради проналажења несталих лица (члан 68. ЗОП).

² Чланом 72. Закона о полицији којим се дефинишу услови и начин трагања за лицима и предметима, поред осталог, предвиђено је да је полиција овлашћена да спроводи мере трагања: ради утврђивања идентитета лица које није у стању да пружи личне податке или утврђивања идентитета леша за који се не могу утврдити подаци; за несталим лицем; за лицем за које постоји основана сумња да је извршило кривично дело за које се гони по службеној дужности; за лицем које може дати обавештења о

Закоником о кривичном поступку³ (у даљем тексту ЗКП) предвиђа дужност органа унутрашњих послова да, у случају постојања основа сумње да је извршено кривично дело за које се гони по службеној дужности, предузму потребне мере да се пронађе учинилац кривичног дела, да се учинилац или саучесник не сакрије или не побегне, да се открију и обезбеде трагови кривичног дела и предмети који могу послужити као доказ, као и да прикупе сва обавештења која би могла бити од користи за успешно вођење кривичног поступка (члан 225, став 1). У циљу испуњења наведених дужности, ови органи, поред осталог, могу да предузму потребне мере у вези са утврђивањем истоветности лица и предмета, односно да распишу потрагу за лицем и стварима за којима се трага (члан 225, став 2).

Дефинишући само услове и поступак за издавање потерница и објаве, ЗКП је оставио могућност да се другим законима прецизира право органа унутрашњих послова да иницира, односно распише трагање мимо њиме дефинисаних ситуација. Закон о полицији, поред потернице и објаве, као облик потраге предвиђа и распис о трагању (члан 72). Како је и логично, ЗОП у погледу потернице садржи само констатацију о томе да се она расписује у складу са посебним законом,⁴ а питање расписивања објаве и расписа о трагању детаљније разрађује.

Гледано кроз призму поменутих прописа и одређења да се у тексту који следи анализира проблематика препознавања лица за којима се трага, пажња ће бити посвећена само оним облицима потрагама које су са овим у вези.

Нема сумње да је и у овом контексту посматрано, потерница потражни акт који заслужује највећу пажњу. Сагласно одредбама ЗКП, по захтеву надлежних субјеката, трагање у циљу проналажења, лишења слободе и спровођења надлежном органу може да се захтева:

а) у случају бекства или сакривања лица⁵ против ког је покренут кривични поступак због кривичног дела које се гони по службеној дужности и за које се по закону може изрећи казна затвора од три године или тежа казна, а постоји наредба за његово довођење или решење о одређивању притвора (члан 566, став 1. ЗКП);⁶

кривичном делу или учиниоцу;на захтев надлежног органа, односно установе, који је поднет у складу са посебним законом; на захтев родитеља, односно старатеља лица одбеглог од куће.

³ *Службени лист СРЈ*, бр. 70/01 и 68/02 и *Службени гласник РС*, бр. 58/04, 85/05, 85/05 – др. закон, 115/05, 49/07, 20/09 – др. закон, 72/09 и 76/10.

⁴ Пре свега, то је учињено ЗКП-ом, а само су поједина питања везана за овај потражни акт регулисана одредбама Закона о извршењу кривичних санкција (*Службени гласник РС*, бр. 85/05, 72/09 и 31/11).

⁵ Лице је у бекству ако је напустило своје пребивалиште или боравиште и избегава контакт са надлежним органима, мењајући и кријући место боравка, а крије се, ако се зна да је у одређеном месту или одређеном подручју, али избегава додир са органима поступка и потчињавање његовим наредбама. Васиљевић, Т., *Систем кривично процесног права СФРЈ*, Београд, 1981, стр. 761. Пракса је показала да се ово избегавање може реализовати не само избегавањем, већ и променом идентификационих података, физичког изгледа, животног стила и навика, као и то да овакав начин прикривања идентитета може бити ефикасан, чак и у случају особа које су опште познате, а које су, притом, наставиле да се појављују на јавној сцени.

⁶ Закоником о кривичном поступку усвојеним од стране Народне скупштине Републике Србије 26. септембра 2011. године – у даљем тексту нови ЗКП (*Службени гласник*, бр. 72/2011; примењује се од 15. јануара 2013. године, изузев у поступцима за кривична дела организованог криминала или ратних зло-

б) у случају бекства или сакривања лица које треба да се упути на издржавање казне затвора (члан 46, став 1. и члан 219, став 1. Закона о извршењу кривичних санкција – ЗИКС), и извршење мере обавезног психијатријског лечења и чувања у здравственој установи (члан 194, став 1. ЗИКС), мере обавезног лечења наркомана, односно мере обавезног лечења алкохоличара (члан 202, став 2. ЗИКС), на издржавање казне малолетничког затвора и упућивања малолетника у васпитно-поправни дом (члан 126, став 3. и члан 145. Закона о малолетним учиниоцима кривичних дела и кривичноправној заштити малолетних лица – ЗМУКД⁷);

в) у случају бекства⁸ из установе у којој лице издржава казну затвора или другу заводску меру везану за лишење слободе (члан 566, став 3. ЗКП, члан 133, став 3. и члан 202, став 2. ЗИКС);⁹

г) на основу молбе иностраног органа, за лицем за које се сумња да се налази у Републици Србији, а чије ће се издавање у случају проналажења затражити (члан 569, став 4. ЗКП).

Чланом 72. Закона о полицији предвиђено је да се објава расписује, било самоиницијативно, било на захтев других субјеката, и ради:

а) утврђивања пребивалишта или боравишта лица, у складу са посебним законом;¹⁰

б) утврђивања идентитета лица које није у стању да пружи личне податке, или утврђивања идентитета леша за који се не могу утврдити подаци.¹¹

Сагласно одредбама члана 72. Закона о полицији, расписом о трагању потражна делатност се може покренути самоиницијативно, или по захтеву надлежних субјеката:

а) за несталим лицем;

б) за лицем за које постоји основана сумња да је извршило кривично дело за које се гони по службеној дужности;

г) на захтев надлежног органа, односно установе, који је поднет у складу са посебним законом (нпр. ради проналажења одбеглог душевног болесника који је опасан по околину);

д) на захтев родитеља, односно старатеља лица одбеглог од куће, и у другим случајевима, у складу са посебним прописима.

чина који се воде пред посебним одељењем надлежног суда у ком случају се примењује од 15. јануара 2012. године.), није предвиђен услов у погледу запремене казне.

⁷ *Службени гласник РС*, бр. 85/2005.

⁸ Сматра се да је учинилац лишен слободе побегао када је самовласним ослобађањем из затворених просторија или простора, током спровођења и сл., избегао надзору, односно, могућности надзора лица чијем је надзору био поверен.

⁹ Лице које је било лишено слободе може постати недоступно надлежним државним органима и након удаљења из установе и невраћања са одобреног годишњег одмора који се користи ван установе, одсуства, слободног изласка у град или пријема посете ван просторија установе.

¹⁰ Чланом 565. ЗКП предвиђено је да ће, ако се не зна пребивалиште или боравиште окривљеног, кад је то по одредбама овог законика неопходно, суд или јавни тужилац, затражити од органа унутрашњих послова да окривљеног потражи и да их обавести о његовој адреси.

¹¹ Чланом 567. ЗКП предвиђено је да орган унутрашњих послова може објављивати и фотографије лешева и несталих лица ако постоје основи сумње да је до смрти, односно нестанка тих лица, дошло услед кривичног дела.

Иако окренути различитим категоријама лицима и са различитим циљевима, сви наведени облици потрага, подразумевају и утврђивање идентитета лица на које се конкретни потражни акти односе.

2. Идентитет лица

Утврђивање идентитета лица подразумева утврђивања битних својстава по којима се физичко лице разликује од било ког другог лица. Та својства се могу сврстати у три основне групе: а) правна својства (лично име, презиме и име оца, име мајке, држављанство, брачно стање, пребивалиште и слично); б) фактичка својства (дан, месец и година рођења, место рођења); в) физичка својства (телесна својства и пол, лични опис, отисци прстију и сл.). Истовремена подударност сва три помену-та својства подразумева утврђен идентитет.

Настојања појединих лица да прикрију свој идентитет, односно отежају његово утврђивање може бити различито мотивисано. Посебно су присутна настојања учинилаца кривичних дела да мењају и прикривају своја физичка обележја, то јест да отежају идентификацију препознавањем. Уз то, многи су настојали да живе под лажним именом и презименом, а пратили су их и прикривања и измена личног изгледа, како привремено, тј. за поједине ситуације, (нпр. ношење различитих маски приликом вршења разбојништава), тако и трајније (мењањем физичког изгледа знатном променом телесне масе, фарбањем косе и променом фризура, бријањем или пуштањем браде - бркова, уз помоћ хируршких захвата и сл.).

Закон о полицији Републике Србије, као једно од полицијских овлашћења предвиђа и проверу и утврђивање идентитета лица, односно идентификацију предмета (члан 30, став 2, тач. 2). У вези провере идентитета лица, наглашава се да се она врши увидом у личну карту или другу јавну исправу са фотографијом, а изузетно и на основу изјаве лица чији је идентитет проверен (члан 43. ЗОП).

Када је реч о утврђивању идентитета наводи се да ће се утврђивање идентитета лица применити према лицу које нема код себе исправу из члана 43, став 1. овог закона или кад се сумња у веродостојност такве исправе, као и то да се идентитет утврђује коришћењем података из евиденција,¹² применом метода и употребом средстава криминалистичке тактике и технике, медицинским или другим одговарајућим вештачењима (члан 44. ЗОП).

Гледано кроз призму ефикасности поступања, методи идентификације особа морају бити научно засновани, поуздани, примењиви и примерени условима у којима се користе и временском периоду који је за конкретну ситуацију прихватљив.¹³ У овом контексту посматрано,

¹² Сагласно одредби члана 76. ЗОП, полиција, поред осталих води и евиденције: тражених лица; провера идентитета лица; лица над којима се спроведено утврђивање идентитета, дактилоскопираних лица, фотографисаних лица и ДНК анализа.

¹³ Clement, J. G., Disaster victim identification, in *Encyclopedia of forensic sciences*, three volume set, 1-3 Siegel, J. A., Knupfer, G. C., Saukko, P. J., Academic Press, 2000, стр. 562.

могу се издвојити методи идентификације лица на основу личног описа, фотографије,¹⁴ цртежа, фоторобота, на основу папиларних линија, на основу генетског кода – ДНК, као и на основу отиска усана, на основу зуба, ноктију, отиска ушне шкољке, на основу ириса ока, на основу гласа, на основу мириса, као и на основу рукописа и потписа.

Бројност и разноврсном метода идентификације живих особа омогућава њихову класификацију. У класичне се сврставају парада идентификације, антропометријске идентификације, визуелно препознавање и опис физичког изгледа лица и тела, а у савремене биометријске идентификације, идентификације особе преко физиолошких карактеристика и карактеристика понашања. Уз наведене, посебно су издвајају аутоматске методе идентификација.¹⁵

Најчешће примењивани методи идентификације смртно страдалих лица (лешева) подразумевају анализу и поређење цртежа папиларних линија, упоређење зубних и других хуманих остатака, као и ДНК анализу. Секундарни и мање поуздани се ослањају на препознавање, медицинску документацију и налазе, утврђивање крвне групе, личне ствари, документа, накит и одећу.¹⁶

3. Препознавање као метод идентификације лица

У свакодневном животу, али и у пракси полицијских службеника, идентификација лица најчешће се врши препознавањем, било директним било индиректним (на основу фотографије, филмског снимка, фоторобота, цртежа).

Закономом о кривичном поступку, у делу који садржи одредбе које дефинишу правила испитивања сведока истиче се и то да ће се, ако је потребно да се утврди да ли сведок познаје одређено лице које је описао, то лице показати заједно са другим, сведоку непознатим, лицима која имају сличне основне особине. Након тога, од сведока ће се затражити да изјави да ли лице може да препозна са сигурношћу или са одређеним степеном вероватноће и да, у случају потврдног одговора, на препознато лице (члан 104. ЗКП).¹⁷ Уз овако дефинисан поступак ди-

¹⁴ О методама утврђивања идентитета лица вештачењем фотографија шире: Симоновић, *Криминалистика*, Крагујевац, 2004, стр. 525-527.

¹⁵ Машковић, Љ., *Криминалистичка техника – уџбеник – електронски оптички диск*, Београд КПА, 2010.

¹⁶ Неретко се уз примарне и секундарне говори и о помоћним методама идентификације смртно страдалих лица. У примарне се сврстава и идентификовање на основу у тело утраћених протеза и инплантата који су индивидуализовани бројчаним ознакама или на неки други начин, а у помоћне поређење са пронађених фотографијама и локација проналажења тела. Шире: United Kingdom, Home office and cabinet office, *Guidance on dealing with fatalities in emergencies Identification Criteria*, <http://www.cabinetoffice.gov.uk/>, доступан. 3. 11. 2011.

¹⁷ Обзиром на доминантне одлике механизма препознавања присутних код различитих категорија препознаваоца могуће је разликовати два вида препознавања лица: синтетичко и аналитичко. Синтетичко препознавање објекта идентификације темељи се на укупном, општем, утиску где сведок не може да наведе детаље по којима је извршио препознавање. Аналитичко препознавање се огледа у учавану, запамћивању појединих специфичних детаља (црта) личног описа, и њиховог упоређивања приликом предочавања ради препознавања. Експериментална истраживања су показала да успешније препознају лица која припадају синтетичком типу Симоновић, Б., *op.cit.* стр. 258.

ректног предочавања и препознавања лица од стране сведока, нови ЗКП познаје и дозвољава могућност провођења тзв. индиректног препознавања. Наиме у случају да лице чији се идентитет жели утврдити препознавањем није доступно, препознаваоцу (окривљеном, односно сведоку) се може показати фотографија тог лица са фотографијама препознаваоцу непознатих лица чије су основне особине сличне онима какве је описао (члан 90. и члан 100). Новина је и то да се, у складу са одредбама члан 90, ст. 1– 3, препознавање лица може обавити и на основу његовог гласа.

Анатомске карактеристике појединих делова главе, односно лица, видљиве на фотографији представљају основу на којој се може правити успешна компарација две фотографије и на основу тога, доста поуздано утврдити идентитет. То стога што су поједини делови главе различити по свом облику, величини, положају и другим особинама код различитих лица, чиме испољавају своје индивидуалне морфолошке карактеристике. Посебан идентификациони значај има уво, односно његов изглед и облик, на шта је указивао и Бертијон.¹⁸ И данас, када се за идентификацију лица користе отисци прстију, ретина и ДНК, идентификација на основу фотографије односно препознавања лица има своје место. При том, фронтални део лице и даље представља најчешће коришћен биометријски алат за решавање проблема софистициране аутентификације и ауторизације у 21. веку.¹⁹

Нема сумње да је са овим у вези и одредба садржана у ЗОП којом се предвиђа овлашћење полиције да у циљу утврђивања идентитета лица јавно објави фоторобот, цртеж, снимак или опис лица (члан 44. ЗОП). На исти начин треба посматрати и одредбу члан 231, став 2. ЗКП којом се предвиђа да органи унутрашњих послова могу, кад је то неопходно ради утврђивања истоветности или у другим случајевима од интереса за успешно вођење поступка, уз претходно одобрење истражног судије, фотографисати осумњиченог, узети отиске његових прстију, јавно објавити фотографију осумњиченог и предузети друге радње потребне за утврђивање идентитета (члан 231, став 2. ЗКП).²⁰

Због могућности јавног објављивања, а потом и препознавања, фотографија се често користи као помоћно средство у току спровођења потражне делатности. Стална употреба фотоапарата, апарата за филмско и тонфилмско снимање, укључујући и сигурносне камере омогућила је да се, осим криминалистичке фотографије, као помоћно средство могу користити и друге фотографије и филмски снимци којима је документован изглед одређене особе.

¹⁸ Bertillon, A. I. (1853-1914) француски антрополог који је антропометријска мерења увео као метод за идентификације учинилаца кривичних дела.

¹⁹ Bilgin, E., Bulent, S., Effects of Aging over Facial Feature Analysis and Face Pecognition, 2010, доступно 3. 11. 2011. на <http://bilgin.esme.org/Portals/0/PhD/EffectsOfAgingOverFacialFeatureAnalysisAndFacePecognition.pdf>.

²⁰ На захтев или по одобрењу истражног судије, органи унутрашњих послова могу фотографисати окривљеног или узети отиске његових прстију, ако је то потребно за сврхе кривичног поступка (члан 246, став 4. ЗКП).

О препознавању као методу идентификације који је у великом делу у функцији реализације потрага за лицима сведоче и решења присутна у члан 567, став 2. ЗКП. Овом одредбом предвиђено је да орган унутрашњих послова може објављивати фотографије лешева и несталих лица, ако постоје основи сумње да је до смрти, односно нестанка тих лица, дошло услед кривичног дела. Ради обавештавања јавности о потерници или објави могу се користити и средства јавног обавештавања (члан 569, став 2).

Коришћење фотографије, филмског снимка, фоторобота или цртежа у циљу идентификације лица (лешева) препознавањем подразумева упоређивање истих оних обележја која се апострофирају код идентификације на основу личног описа. Значајан предуслов успешног препознавања представља и благовремено прибављање детаљних и прецизних података о идентификационим обележјима и индивидуалним карактеристикама особе за којом се трага. Тако се, на пример, поред осталог, мора водити рачуна и о описивању особених знакова – разних ожиљака, брадавица, младежа, пега, тетоважа, недостатка појединих делова тела, разрокости, хромости, тикова и сл. Од значаја могу бити и подаци о последицама особености, а посебно заосталости, у физичком, односно психичком развоју лица, о деменцији, о немогућности да се само креће, да се брине о себи, о боји гласа, дијалекту, говорним манама и сл.²¹

У функцији реализације потрага, и то кроз стварање услова за ефикасније препознавање траженог лица могу бити и оптички прикази реконструисаног изгледа лица за којим се трага (сачињавањем цртежа, односно фоторобота), ређе и 3Д модели. Ово посебно у посебно у случајевима трагања које у дужем временском периоду није дало резултате, а која као неминовност прате и промене у изгледу тражене особе.²²

4. Промене физичког изгледа услед протока времена

Промене у изгледу лица могу бити узроковане бројним околностима: онима које се везују за раст и развој, онима које се везују за промене у великом повећању/смањењу телесне масе и сл. По природи ствари, промене најбрже наступају и највеће су код особа млађе животне доби (деце и малолетника).²³ Код људи средњих година промене спорије

²¹ Примењена криминалистичка техника, Виша школа унутрашњих послова, Београд, 1991, стр. 23.

²² Један од значајнијих доприноса Националног центра за несталу и експлоатисану децу (*The National Center for Missing & Exploited Children*), приватне непрофитне организације основане од стране Конгрес САД 1984. године огледа се и у чињеници да су њени стручњаци приступили изради компјутерских анимација изгледа нестале деце у реалном времену, тј. неколико година након нестанка. Полазну основу чине последње фотографије несталог детета. Ослањајући се на уочене специфичности, при изради анимације користе се и фотографије биолошких родитеља детета које су начињене у оном узрасту у ком се нестало дете тренутно налази. Анимације се ажурирају на сваке две године до наступања осамнаесте године живота тражене особе, а након тога на сваких пет година. У протеклом периоду ова организација је добила потврду за 97% пронађене деце за коју су радили компјутерске анимације актеулног изгледа, односно за 900 безбедно враћене деце чије су фотографије претпостављеног изгледа у актеулном узрасту биле представљене јавности путем телевизијске мреже, односно на паковањима млека. Шире: http://www.missingkids.com/missingkids/servlet/PublicHomeServlet?LanguageCountry=en_US.

²³ Шире: Missing Persons Identification Act. (Source: P.A. 95-192, eff. 8-16-07.), доступно 3.11. 2011. на <http://www.ilga.gov/legislation/ilcs/ilcs3.asp?ActID=2911&ChapterID=11>.

наступају, изузев у случајевима тешких болести, злоупотребе психоактивних супстанци и сл.²⁴

Уз смањење висине услед старења, присутне су и друге промене у изгледу лица, у димензијама главе (ширина лица се између 50 и 55 година увећава за 3-4 цм, после чега се унеколико смањује..., нагиб чела се са старењем повећава, док се испупченост смањује..., нос се увећава по величини, умањује се проценат испупчених линија леђа носа, крај и подножје носа се спуштају...). Надаље, старење прати и смањење дебљине горњег капка, као и повећање истурености подбратка. Такође, линија раста косе се са годинама криви, што је нарочито приметно код мушкараца, с обзиром на већу подложност ћелавости. Са старењем се повећава и количина бора (промене се могу елиминисати, односно ублажити медицинско-козметичким интервенцијама) и то најпре на челу, а затим на лицу у зони између носа и уста, између обрва, на носној кости и око спољашњих углова очију (око 30. године), док се боре испред и иза ушију и испод очију јављају између 35. и 40. године. Касније се стварају боре и на врату и образима, да би се до 60. године створиле и на горњој усни, подбратку и ресицама ушију. На комплетан изглед лица и величину бора утиче и начин живота особе објекта идентификације. На примерм, евидентно је да ће тежак живот (тежак физички рад, рад у тешким ергономским условима, сиромаштво, болести, конзумирање алкохола, дрога, појединих лекова и сл.) оставити траг на изгледу лица.²⁵ На промене у изгледу лица могу утицати и изложеност сунчевој светлости, наследне особине, начин исхране, губитак зуба, атрофија мишића вилице, парализа нерва мишића вилице, захвати естетске и реконструктивне хирургије и сл.

Са овим у вези је и потреба и могућност да орган унутрашњих послова изврши промену, односно допуну садржаја расписане потраге у делу који се односи на утврђене промене у физичком изгледу траженог лица.

С друге стране посматрано, на успех идентификације лица препознавањем одлучан значај имају и индивидуалне способности препознаваоца. При том је способност препознавања других особа условљена бројним околностима. Опажање других људи праћено је и различитим емотивним односом. На пример, за очекивати је, а тако и јесте у највећем броју случајева, да деца мајку од малена повезују са осећајима пријатности, задовољства, испуњености и сигурности. Одрастањем се развија и способност препознавања бројних суптилности израза лица других особа, које више него који други део тела, открива идентитет, укључујући расу, пол, године живота, али и опште стање организма, емоције, неиспаваност, умор и сл. С друге стране, иако индивидуална и развијена до одређеног нивоа, способност препознавања сваког појединца варира од случаја до случаја и условљена је бројним околности-

²⁴ Промене у овој животној доби настале у периоду краћем од 10 година могу се занемарити. Митровић В. Криминалистичка идентификација – теорија и пракса, Београд, 1998, стр. 102.

²⁵ Ibidem.

ма, укључујући и оне које се везују за групне и индивидуалне карактеристике особе које су објекат препознавања (у нашој средини проблем може настати у вези са препознавањем особа друге расе, односно афро-американца, азијата и сл.).

5. Математички модели и компјутерски системи у функцији утврђивања идентитета препознавањем

Када је реч о компјутерским системима за препознавање лица генерални проблеми непрецизности и непоузданости везује се за осетљивост дигитализованих фотографија,²⁶ на промене осветљења, позиције лица, пуштање/бријање бркова/браде, промене фризуре, а и овде се посебне тешкоће везују за промене физичких обележја лица услед протока времена.

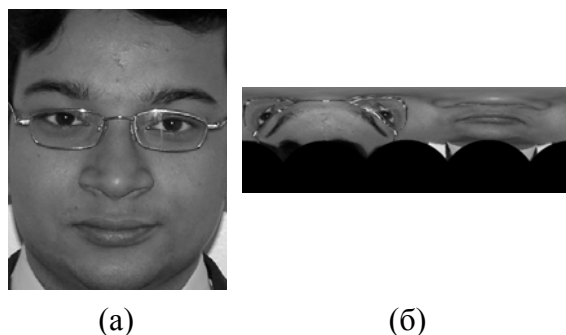
Јасно је да овај сегмент криминалистичке идентификације особа, а тиме и давање доприноса ефикасности трагања за различитим категоријама тражених лица у дужем временском периоду, подразумева ширу примену математичких метода као основа аутоматизације. Примера ради, и сам процес утврђивања идентитета може математички да се исказе. Тако, на пример, ако се утврђен идентитет дефинише као догађај A , он може имати своју вероватноћу одигравања $P(A) = 0$ (немогућ догађај – елиминација), $0 < P(A) < 1$ (случајан догађај) или $P(A) = 1$ (сигуран догађај).

Сем теорије вероватноће, у овом сегменту криминалистичке идентификације примену је нашла и аналитичка геометрија, при чему се разни биометријски системи баве карактеристикама фронталног дела лица. Већина тих система базира свој рад на положају карактеристичних минуција на овом делу тела. Све одабране позиције се могу представити не само у картезијанском, него и у поларном координатном систему (r, θ) , при чему координате очију и уста формирају троугао чије је тежиште (xc, yc) изабрано за централну тачку за трансформацију из картезијанског у поларни координатни систем (слика 1.). Сагласно реченом карактеристична растојања представљена у поларном систему могу се приказати кроз следеће обрасце:

$$r = [(x - xc)^2 + (y - yc)^2]^{1/2}, \quad 0 \leq r \leq rmax$$

$$\theta = \tan^{-1}[(y - yc)/(x - xc)]$$

²⁶ Генерално, када је у питању идентификација лица на основу фотографије, на уму се мора имати значај који на представљање истих величина има даљина снимања (растојање између објекта снимања и фотоапарата), као и угао снимања (угао осе објектива и равни објекта снимања). Приликом поређења фотографије објекта идентификације са самим објектом идентификације, било би пожељно да се објекат фотографише у истим светлосним условима са истим вредностима даљине и угла снимања, због промене вредности карактеристичних дужина по законима централне пројекције. На уму треба имати и то да за успешно поређење „деформисаних“ растојања на лицу постоје разрађене математичке методе. Шире: Singh, P., Vatsa, M., Noore, A., Singh, K. S., Age Transformation for Improving Face recognition Performance, in Pattern recognition and machine intelligence: second international conference, PReMI 2007, Kolkata, India, December 18-22, 2007. pp. 576-583.



Слика 1 - (а) Пример фотографије лица у картезијанском координатном систему; (б) Пример фотографије лица у поларном координатном систему²⁷

Напори које су истраживачи уложили у циљу изградње адекватних техника симулације и моделирања промене на лицу особа услед протока времена, тј. одрастања, односно старења резултирали су одговарајућим алгоритмима. Израда алгоритама адекватан избор карактеристика које се неће мењати у дужем временском периоду. Од постојећих алгоритама се очекује да омогуће: а) идентификацију лица на основу упоређивања фотографија насталих у различитим периодима живота исте особе; б) процену година живота у којој је настао снимак одређене особе; в) моделирање/симулирање процеса старења одређене особе и израду компјутерске анимације њеног актуелног изгледа. Полазећи од тако дефинисаних алгоритама, поједини истраживачи су приступили креирању композитних приказа лица истих особа у различитим годинама живота.

До сада примењивани модели могу се сврстати у две категорије генеративне, односне негенеративне, то јест на оне који уважавају/не уважавају особености промена које везују за поједине периоде живота човека. Међу негенеративним је и онај који се ослања на сталност, односно кохерентност померања појединих црта лица до којих долази услед одрастања (старења).²⁸ Метод је врло интуитиван и једноставан, Проблеми се везују за различите варијације позиција и ситуација особа на фотографијама (нпр. могу произилазити из варијација узрокованих смехом, понекад чак и осмехом). Некохерентност се може дефинисати обрасцем:

$$U_{ij} = \frac{|a_i - a_j|}{r_{ij}}$$

где је $|a_i - a_j|$ величина вектора разлике између 2 карактеристике a_i и a_j док је r_{ij} растојање између локација ових карактеристика. Укупна потенцијална енергија одступања К карактеристика се може изразити:

²⁷ Ibidem.

²⁸ Biswas, S., Aggarwal, G., Ramanathan, N., Chellappa, R., A nongenerative approach for face recognition across aging, Biometrics: Theory, Applications and Systems, 2nd IEEE Intl. Conf. on, pp. 1-6, 29 2008-Oct. 1 2008.

$$c = \sum_{i=1}^K \sum_{j=i+1}^K U_{ij}$$

Што је потенцијална енергија мања, то је вероватније да слике припадају истом лицу.

Генеративни модели су углавном везани за моделирање/симулацију старења уз коришћење различитих алата који се користе при изради рачунарских модела старења лица. Први се фокусирају на моделирању раста у детињству, док су други примерени симулирању старења одраслих. Ово стога што је трансформација посебно изражена у детињству, па аутори настоје да дефинишу модел који се заснива на краниофацијалној анализи, то јест расту и развијању лобање и фронталног дела лица. Израда модела подразумева адекватан избор референтних позиција и односа и њиховог превођења у линеарне и нелинеарне параметре промена услед раста. Овакав приступ у обзир узима само геометрију раста фронталног дела лица, без узимања у обзир других његових особености. Само по себи ово значи да бројни параметри нису искоришћени, односно да остаје доста простора за даљи рад.²⁹

Моделирање процеса старења фронталног дела лица у одраслом добу изводи се из два приступа. Први се формира кроз изградњу геометријског модела промена заснованих на суптилним променама мишића у зрелом добу, док други подразумева изградњу модела који се заснива на трансформацији текстуре бора лица и других трагова на кожи који настају током различитих година живота. Иако се истиче да сваки од ових модела има своје предности и мане, још увек није проведена њихова компаративна анализа па је и извођење коначних закључака о супериорности неког од њих изостало.

Оно што је заједничко свим до сада развијеним методологијама процене година живота је различитост приступ за различите период људског живота: беба, младих и одраслих.³⁰ То стога што се развију веома брзо и алгоритми се фокусирају на промене на лобањи величине и односа међу црте лица. Код младих одраслих, нема промена у лобањи величине и односа и боре почињу да се појављују. У сениорској одраслом добу, углавном се бора користе за одређивање старости.

Људско старење је важан аспект за биометрију, те је и нужно и суочавање са потребом изградње модела за симулацију изгледа одређене особе након протекла одређеног времена. Верификацији дефинисаних алгоритама, то јест на њима заснованих модела, служе и подаци из до сада форми-

²⁹ Pamanathan, N., Chellappa, P., Modeling age progression in young faces, in *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, vol. 1, NYC U.S.A, June 2006, pp. 387–394.

³⁰ Lanitis, A., Draganova, C., Christodoulou, C., Comparing different classifiers for automatic age estimation, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics – Part B*, vol. 34(1), pp. 621–628, Feb 2004.

раних база фотографија.³¹ Анимације добијене применом модела симулирања процеса старења људског лица током времена од посебног су значаја у случајевима трагања за различитим категоријама лица (извршиоцима кривичних дела, отетим, несталим). Добијене анимације се могу користити за јавно објављивање, али и за ажурирање база података о лицима за којима се трага на контролним местима на аеродромима.

У раду у ком су представили сопствени алгоритам аутори са универзитета из САД и Индије износе и тврдњу о значајном доприносу унапређењу поузданости позитивне верификације идентитета особе на основу упоређења фронталног дела лица и након протока дужег временског периода, а тиме и процене година старости конкретне особе чије се фотографије из различитих периода живота упоређују, односно сачињавању приказа динамике промена особе услед протока времена.³² За проверу перформанси предложеног алгоритма аутори су користили базу података која се састојала од 1578 слика на којима су се налазило 130 појединаца. Фотографије садржане у бази подељене су у три старосне групе: у прву су сврстане фотографије особа у старосном добу од 1-18 година (605 фотографија); у другу фотографије особа у старосном добу од 19-40 година (735 фотографија); у трећу фотографије особа у старосном добу изнад 41 године (238 фотографија). Ово је учињено стога што динамика промена варира од старости особе.³³ Надаље, а тиме су се дотакли и дела који је од значаја за унапређење могућности препознавања лица за којима се трага у дужем временском (што по логици ствари подразумева и мање или веће промене у физичком изгледу траженог), аутори су поредили аутентичне фотографије снимљене у различитим годинама живота и оне које је компјутерски програм креирао. Обзиром да програм уважава поделу на три старосне категорије, аутори су упоређивали податке о подударности поређених параметара за сваку од те три групе (од 1 до 18, од 19 до 40, и преко 41 године старости) са резултатима до којих се долазило уз ослањање на алгоритме који не по-

³¹ *МОРРН* база података садржи фотографије више од 17.000 фотографија више од 4.000 различитих особа старости између 15 и 68 година (мушкараца и жена различите етничке припадности) - према Picanek, K., Tesafaye, T., *МОРРН: A longitudinal image database of normal adult age-progression*, in IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture, 2006, pp. 341–345; FG-NET (Face and Gesture Recognition Research Network) база садржи више од 1000 фотографија 82 особе старости од дођења до 69 године живота. База је формирана коришћењем фотографија које су настале у различитим фазама живота ових особа и нису се наменски сачињавале, тако да су особе на њима у различитим позицијама (укључујући различите фазијалне експресије, најчешће осмех). Слична ситуација је и са базом FERET која садржи преко 2000 хиљаде пажљиво бираних фотографија и сврстаних према годинама старости од осамнаест месеци старости на више, али и према другим атрибутима.

³² Шире: Singh P., Vatsa M., Noore, A., Singh, K. S., *Age Transformation for Improving Face recognition Performance*.

³³ Динамика промена која се огледа у развоју мишићног и коштаног система најдинамичнији у период од 1 до 18 године, смањује се у животном добу од 19–40 године, а од 41 године се појачано манифестује у виду промена црта лица услед појава бора и старење коже. Ово представља значајну препреку дефинисања прецизног модела фронталног лице особа у случајевима великих старосних разлика, на пример, за особу која је последњи пут фотографисана пре педесет година, а тада је имала десет година. Узимајући у обзир ове околности, аутори су за процену поузданости перформанси базу података поделили у три поменуте старосне групе.

знају ово разликовање. За старосну групу 1-18 година, забележено је побољшање од 37,21%, за групу од 19-40 година побољшање је 23.55%, док је за особе старије од 41 година оно 14,49%.

6. Закључак

Проблем идентификовања особа препознавањем у случајевима трагања за њима у дужем временском периоду је евидентан, а решења која се нуде нису таква да могу да анулирају различите могућности варијације промена изгледа протеклом времена. У периоду одрастања велике промене се дешавају и у релативно кратком временском периоду. Након престанка раста особе промене физичког изгледа се одвијају спорије, али су и тада неминовне. Ефекти старења се огледају у бројним променама у организму, укључујући и оне које се манифестују на коштано мишићном склопу и кожи. Антропометријски приступ регистрацији и идентификацији особа који је у криминалистичку праксу увео познати француски криминалиста Алфонс Бертјон (Alphonse Bertillon) још 1882. године, а који се заснивао на постулату да мере људског тела (скелета) остају после двадесете године живота непромењене, те да је однос димензија костију код сваког човека индивидуалан, временом је напуштен као ненаучан и непоуздан.

Како је фронтални део лица не само део тела на основу ког се најчешће врши препознавање особа у свакодневном животу, већ и један од најчешће коришћен биометријски алат за решавање проблема софистициране аутентификације и ауторизације, разумљиво је и то што бројни аутори већ дуги низ година настоје да дефинишу оне константе, тј., карактеристике, позиције и односе, на које проток времена не утиче. Ово подразумева и ширу примену математичких метода и моделирање које ће омогућити препознавање на основу компјутерске анимације фронталног дела лица, и то како од стране људи, тако и уз помоћ уређаја за оптичко снимање и софтвера за идентификацију. Алгоритми које су истраживачи дефинисали доживљавали су мање или више поуздану верификацију на експерименталном нивоу од стране њих самих, али и од стране других аутора који су се овако дефинисаним алатом користили у оквиру сопствених истраживања. Иако су резултирали значајним побољшањем прецизности (верности оригиналу) компјутерске анимације изгледа фронталног дела лица особа подложног променама услед протока времена, не могу у потпуности да реше проблем отежаног препознавања траженог лица након протока дужег временског периода. Ово посебно с обзиром на чињеницу да се у Републици Србији потраге за лицима расписују са роком важења од три, односно пет година, и да се након протока овог времена могу обнављати.

Настојања да се проблем немогућности идентификације препознавањем на основу аутентичних снимака тражених особа након протекла више година од момента нестанка, реши применом математичких метода и на њима заснованим алгоритмима заслужују пажњу и предста-

вљају значајно помоћно средство реализације потрага за лицима. Чињеница да су за двојицу од десет тренутно најтраженијих бегунаца за којима трага Федерални истражни биро Сједињених Америчких држава уз аутентичне фотографије сваког од њих (настале пре 7, односно 17 година), дате и компјутерске анимације њиховог претпостављеног изгледа, илустрација је значаја који им се придаје. Компјутерске анимације које израђују форензичари посебно су заступљене у случајевима трагања за несталим и отетим особама.³⁴

Ограничења ипак остају. Она су посебно присутна у случају у којима имају и највише смисла, то јест у случајевима трагања за особама млађе животне доби (децом, малолетницима), односно у сваком случају код трагања за лицима која годинама нису дала резултате.

7. Литература

1. Bilgin, E., Bulent, S., *Effects of Aging over Facial Feature Analysis and Face Pecognition*, 2010, доступно 3. 11. 2011. на <http://bilgin.esme.org/Portals/0/PhD/ EffectsOfAging OverFacialFeatureAnalysisAndFace Pecognition.pdf>.
2. Biswas, S., Aggarwal, G., Ramanathan, N., Chellappa, R., *A nongenerative approach for face recognition across aging*, *Biometrics: Theory, Applications and Systems*, 2nd IEEE Intl. Conf. on, pp. 1–6, Sept. 29. 2008 – Oct. 1. 2008.
3. Васиљевић, Т., *Систем кривично процесног права СФРЈ*, Београд, 1981.
4. *Примењена криминалистичка техника*, Виша школа унутрашњих послова, Београд, 1991.
5. Lanitis, A., Draganova, C., Christodoulou, C., *Comparing different classifiers for automatic age estimation*, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics – Part B*, vol. 34(1), pp. 621–628, Feb 2004.
6. Машковић, Љ., *Криминалистичка техника*, Београд КПА, 2010.
7. *Missing Persons Identification Act.*, доступно 3. 11. 2011. на <http://www.ilga.gov/legislation/ilcs/ilcs3.asp?ActID=2911&ChapterID=11>.
8. Митровић В. *Криминалистичка идентификација-теорија и пракса*, Београд, 1998.
9. Ramanathan, N., Chellappa, P., *Modeling age progression in young faces*, in *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Pecognition*, vol. 1, NYC U.S.A, June 2006, pp. 387–394.
10. Picanek, K., Tesafaye, T., *MOPPH: A longitudinal image database of normal adult age-progression*, in *IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture*, 2006, pp. 341–345.
11. Симоновић, Б., *Криминалистика*, Крагујевац, 2004.
12. Singh, R., Vatsa, M., Noore, A., Singh, K. S., *Age Transformation for Improving Face recognition Performance*, in *Pattern recognition and machine intelligence: second international conference, PReMI 2007, Kolkata, India, December 18–22, 2007*. pp. 576–583.

³⁴ Видети на: <http://www.fbi.gov/wanted/topten/jason-derek-brown/view>; <http://www.fbi.gov/wanted/top-ten/james-j.-bulger/view>; <http://www.fbi.gov/wanted/kidnap/tionda-z.-bradley/view>; <http://www.fbi.gov/wanted/kidnap/crystal-ann-tymich/view>.

13. Clement J. G., *Disaster victim identification*, in Encyclopedia of forensic sciences, three volume set, 1-3 Siegel J. A., Knupfer G. C., Saukko P. J., Academic Press, 2000.
14. United Kingdom, Home office and cabinet office, Guidance on dealing with fatalities in emergencies Identification Criteria, <http://www.cabinetoffice.gov.uk/>, доступан, 3. 11. 2011.

ПЛАГИЈАТИ АУТОРСКИХ КАРТОГРАФСКИХ ДЕЛА И САВРЕМЕНЕ ТЕНДЕНЦИЈЕ У ЊИХОВОМ ВЕШТАЧЕЊУ

Бобан Милојковић
Дарко Маринковић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Имајући у виду да је у нашој судској пракси забележено више случајева плагијата картографских публикација чији су издавачи централизоване картографске институције, те да су захваљујући развоју геоинформационих технологија такви случајеви могући у будућности, оправдано је указати на значај вештачења ауторских картографских дела у циљу ефикаснијег сузбијања и санкционисања повреда права интелектуалне својине у овој области. С тим у вези, у раду су најпре актуелизирани узроци и услови плагирања ауторских картографских дела, као и правни основи њиховог вештачења. Затим су појашњене нормативно-правне одреднице картографске публикације као ауторског дела, при чему је дат одговор на питање да ли свака картографска публикација представља ауторско дело и у чему је разлика између ауторског картографског дела и картографске публикације. Дати су основни постулати вештачења ауторских картографских дела у виду дефинисања и унифицирања критеријума и стандарда који су претпоставка и гаранција поузданости резултата вештачења ове врсте. На крају рада презентоване су могућности конвенционалних и савремених методе вештачења ауторских картографских дела по питању њихове релевантности и доказне вредности.

Кључне речи: право интелектуалне својине, ауторско картографско дело, плагијаризам, стандарди и методе вештачења, геоинформационе технологије.

1. Увод

Време традиционалне картографије карактерише централизовано прикупљање и дистрибуција геопросторних података и снажан монопол политичке власти. Тај образац, установљен на почетку историје картографије, одржавао се вековима, све до недавно. Разлози за то су се налазили, са једне стране, у високој цени коштања и неопходној технологији за традиционално картирање, а са друге стране, карте нису биле производ за широки круг корисника. Папирне или аналогне карте, припремане за штампу картографским цртањем, уз примену хемијског туша и водича или гравирањем (скрајбинг техником), штампане на оф-

сет машинама, постале су ограничавајуће средство умножавања и приступа, па су саме по себи биле својеврсна брана пиратерији (Спасић, 2007; Милојковић et al, 2011).

Средином деведесетих година прошлог века централизоване државне – националне картографске институције престају да буду једини произвођачи карата, чиме је њихов монопол озбиљно уздрман. У том периоду настаје релативна експанзија формирања малих приватних картографских предузећа са неколико запослених, често недовољно стручних за област картографије, али веома верзираних у компјутерску обраду, дораду и измене постојећих аналогних карата, при чему су добијане квалитетне копије. Суштина компјутерске израде карата огледа се у чињеници да се за кратко време може произвести велики број копија веома сличних оригиналу.

Технологија ГИС, ГПС, САД софтверских пакета и Интернета јесте „главни кривац“ за настале промене. Геопросторни подаци, интегрисани у друге производе и софтверске апликације, постале су производ намењен масовном тржишту. Данас свако, рачунарски писмен, са мало вештине може креирати карте коришћењем ГПС и ГИС технологије. Прецизније речено, брзи развој геоинформационих технологија омогућио је једноставнију израду карата у дигиталном облику, почев од компјутерског цртања ауторских (издавачко-репродукцијских) оригинала у неком од *GIS/CAD* софтвера и доступних сателитских снимака, до једноставног скенирања постојећих картографских извора, одговарајуће обраде, измене или допуне и штампе на плотерима високе резолуције, у великим форматима и количинама. На тај начин је конвенционални начин презентовања података о геопростору постао део прошлости, док су развојни циљеви Европске уније, дефинисани кроз тзв. „Лисабонску стратегију“, у великој мери окренути ка информационо-комуникационим технологијама, изградњи и проширењу пратеће инфраструктуре података о геопростору (Милојковић et al., 2011:144).¹

Због свега претходно наведеног, пиратерија карата у тзв. *дигиталном окружењу*, поред постојећих, добија нове карактеристике и обележја, чиме истовремено постаје актуелном и озбиљном темом. Нове технологије, осим значајног доприноса унапређењу самих производа, олакшале су плагирање, пиратерију и сличне повреде права интелектуалне својине аутора картографских дела и других носилаца ових права (Маринковић, Вучковић-Декић, 2003; Миладиновић, 2007; Варга, 2008; Тијанић, 2008;

¹ Наглашавајући потребу бржег и лакшег приступа геопросторним подацима, идеја о инфраструктури геопросторних података подразумева партиципативан приступ државе у изградњи европске и глобалне инфраструктуре геопросторних података. Посебна пажња је посвећена *INSPIRE* директиви, документу који је као обавезујући за све чланице ЕУ усвојен у Европском парламенту маја 2007. године. Директива предвиђа стварање интероперабилне просторне информационе инфраструктуре у Европи. У складу са *INSPIRE* директивом, ограничења на услуге увида, преузимања, трансформација и активирања других услуга за геопросторне податке су предвиђена у случајевима потенцијално негативног утицаја на: поверљивост правног поступка, међународне односе, јавну безбедност и националну одбрану, поверљивост комерцијалних или индустријских информација, права на интелектуалну својину, поверљивост личних података и заштиту животне средине.

Тањевић, 2011). Самим тим, у решавању ове проблематике се, као посебно значајно, истиче вештачење ауторских картографских дела.

2. Опште напомене о вештачењу као доказној радњи и вештачењу ауторских картографских дела

Вештачење као радња доказивања се може предузети када је за утврђивање или оцену неке важне чињенице неопходно прибавити налаз и мишљење лица које располаже потребним стручним знањем (члан 113 *Законика о кривичном поступку Републике Србије* – ЗКП).² Под пословима вештачења подразумевају се стручне активности чијим се обављањем, уз коришћење научних, техничких и других достигнућа, пружају суду или другом државном органу који води поступак потребна стручна знања која се користе приликом утврђивања, оцене или разјашњења правно релевантних чињеница (члан 2 *Закона о судским вештацима Републике Србије*).³ Како вештачење представља једну од доказних радњи, након завршеног вештачења израђује се писани документ – записник о вештачењу. У уводном делу записника дају се основни елементи у вези са кривичним делом, односно догађајем поводом којег се тражи мишљење стручног лица, укључујући и питања на које се очекује одговор. Налаз је суштински стручни део записника у којем се описују коришћене научне или стручне методе. Мишљење у основи представља закључак који се изводи из налаза и као такво мора бити разумљиво ширем аудиторијуму и подложно стручној верификацији.

Вештак мора да поседује процесну способност (да је пунолетно и душевно здраво лице), моралну подобност и стручност, као и личне квалитете, као што су: непристрасност, критичност и независност у раду, одговорност и способност јасног и разложног изношења налаза и мишљења, умешност да одговара на постављена питања на лицу места, с обзиром да суд с правом очекује да се може ослонити на представљене, накнадно проверљиве и уравнотежене доказе који не смеју да доводе у заблуду. Објективност и непристрасност треба да су водећа начела вештака (Hiss et al., 2007).

Вештачење ауторских картографских дела представља тему о којој се ретко објављују радови у домаћој стручној и научној литератури. Самим тим, не може се рећи да је ова тематика неправедно запостављена при писања радова из области криминалистике, с обзиром да се вештачење ауторских картографских дела у пракси јавља у малом броју. Област вештачења ауторских картографских дела подразумева *дихотомну* палету знања и вештина које вештак мора поседовати –примену различитих метода из области геопросторних наука и геоинформационих и телекомуникационих технологија и основе криминалистике, форензике, кривичног и процесног законодавства, као и задовољење про-

² Законик о кривичном поступку Републике Србије, *Службени лист СРЈ*, бр. 70/01 и 68/02 и *Службени гласник РС*, бр. 58/04, 85/05, 115/05, 49/07, 20/09, 72/09 и 76/10.

³ Закон о судским вештацима Републике Србије, *Службени гласник РС*, бр. 45/10.

цесних услова и личних квалитета и предиспозиција вештака. Проблем је у томе што у номенклатури занимања, тј. професија, не постоји ни једна која би потпуно покрила област вештачења ауторских картографских дела, с обзиром да у Србији нема лица коме у високошколској дипломи пише да је „дипломирани картограф“, док је област геонаука подељена на више научних дисциплина према матичности (математички елементи карте – грађевински факултет, геодетски одсек, географски елементи карте – географски факултет итд.). Наведеног проблема нема у бројним другим вештачењима – нпр. ДНК вештачењима, судскомедицинским и судскопсихијатријским вештачењима (Лучић, 2008; Милошевић et al, 2009; Симоновић, Бусарчевић, 2010; Жарковић et al, 2010;).

Код нас не постоје ни стандарди којима се јасно одређује ко може да буде вештак на суду, која знања и искуства мора да поседује да би добио лиценцу за рад, које услове мора да испуни да би се самостално бавио пословима вештачења, коју опрему мора да поседује итд. Међутим у развијеним земљама Европе и САД се у последње време ставља нагласак на увођење стандарда у вези са стручном обуком вештака, примењеним методама и коришћеном опремом, нарочито код специфичних врста вештачења, као што је, нпр., вештачење докумената и рукописа (Сао, 2001; Корпенхавер, 2007). У процес унапређења квалитета у тој области уводи се стандардизација опреме, евалуација – валидација примењених метода и сертификација – дозвола за рад добијена акредитацијом. У развијеним деловима света данас је усвојено као стандард да без квалификација које подразумевају прописано стручно образовање, оспособљавање (обуку или тренинг), усавршавање и положен испит није могуће ући у праксу вештачења (Симоновић, Бусарчевић, 2010:128; Жарковић et al, 2010:235).

3. Нормативно-правне одреднице картографске публикације као ауторског дела

Одредбама члана 6. *Закона о издавању публикација* („Службени гласник РС“ бр. 37/91, 53/93, 67/93, 48/94, 135/2004 и 101/2005 - др. закон) уводи се термин географска карта као опште назив за све карте односно картографска дела. Међутим, важећа регулатива у Републици Србији не даје појмовне и суштинске одреднице разних врста карата, тј. не даје одговор на питање: да ли је свака картографска публикација ауторско дело и у чему је разлика између ауторског картографског дела и картографске публикације? (Јовић, 2011:14).

Одредбама члана 2. *Закона о ауторским и сродним правима* („Службени гласник РС“, бр. 104/2009) утврђено је да је ауторско дело оригинална духовна творевина аутора, изражена у одређеној форми, без обзира на његову уметничку, научну или другу вредност, намену, величину, садржину и начин испољавања садржине. Ауторским делом се нарочито сматрају картографска дела (географске и топографске карте). *Закон о ауторском и сродним правима* је у потпуности усклађен са међународним нормама, пре свега са *Бернском конвенцијом за заштиту књижев-*

них и уметничких дела, која је ратификована Законом о ратификацији Бернске конвенције за заштиту књижевних и уметничких дела („Службени лист СФРЈ“ број 14/75) и WIPO⁴ уговором о ауторском праву који је ратификован Законом о потврђивању WIPO уговора о ауторском праву („Службени лист СРЈ – Међународни уговори“, бр. 13/2002).

Када се у Закону о ауторским и сродним правима, као и међународним актима, користи термин картографско дело, односно географска карта као ауторско дело, мисли се на све карте, односно делове карата који представљају оригиналну духовну творевину аутора, без обзира на тематски садржај, коју и колику територију Земљине површи представљају и друге одлике дела. Међутим, није свака географска карта оригинална духовна творевина у целости, односно постоје делови карата који се не могу сматрати ауторским делом. Наиме, одредбом члана 2. ратификованог WIPO уговора о ауторском праву утврђено је да се ауторско-правна заштита не примењује на математичке концепте као такве (Јовић, 2011:14). Стога је одредбама члана 6. Закона о ауторским и сродним правима утврђено да ауторско-правном заштитом нису обухваћене опште идеје, поступци, методе рада или математички концепти као такви, као и начела, принципи и упутства који су садржани у ауторском делу (као што је нпр. математичка основа карте или редакциона упутства и топографски кључеви за израду геотопографских материјала) и картографско представљање географских елемената садржаја геопростора.

Закон о државном премеру и катастру („Службени гласник РС“, бр. 72/2009 и 18/2010) у члану 156. утврђује да су картографске публикације основна државна карта, дигитални ортофото, дигитални модел терена, снимци из ваздуха, топографске, прегледне, тематске и друге карте и планови територије Републике Србије или њеног дела, атласи, албуми и каталози карата свих врста и издања, прегледни листови карата и планова, дигитални подаци и базе података о геопростору. У члану 156. тачка 3. се наводи да се картографске публикације могу издавати и стављати у промет само уз претходно прибављену сагласност Републичког геодетског завода. При томе законодавац није обратио пажњу на случајеве издавања научних и стручних дела која у себи садрже картографске прилоге, као што су уџбеници, практикуми, приручници и разна монографска дела која публикују резултате научних истраживања по разним пројектима и која се могу наћи у промету или су израђена за интерне потребе, а доступна су у библиотекама научно-стручних и наставних институција. Одредбама члана 181. став 1. тачка 13. овог закона утврђено је да директор Републичког геодетског завода прописује поступак издавања картографских публикација. У складу са таквим овлашћењем, директор Републичког геодетског завода је донео Правилник о издавању картографских публикација („Службени гласник РС“, бр. 36/11),

⁴ Конвенцију је 1967. године донела Светска организација за интелектуалну својину (*World Intellectual Property Organisation – WIPO*). WIPO делује при Организацији Уједињених Нација са циљем да устостави међународне норме и стандарде у области интелектуалне својине. Данас има 183 чланице.

који је ступио на снагу 3. 6. 2011. године. Одредбама члана 2. став 2. правилника прописано је да се картографска дела која не садрже математичке елементе не сматрају картографским публикацијама у смислу овог *Правилника* и на њих се не односе његове одредбе.

Полазећи од наведеног, може се закључити да постоје картографска дела која су у потпуности ауторска дела и картографска дела која нису у потпуности ауторска у свим својим сегментима. Ако картографска публикација не садржи математичке елементе (размеру, пројекцију, координате, резолуцију и сл.) онда је она у потпуности ауторско дело и представља духовну творевину аутора у целини и у свим својим сегментима. Међутим, ако картографска публикација садржи математичке елементе (размеру, пројекцију, координате, резолуцију и сл.), она је ауторско дело само у оном делу који излази из оквира математичког концепта, у који пре свега спадају идејни, графички и ликовни елементи карте, који картографској публикацији дају ауторски печат оригиналности и статус духовне творевине.

Термин *картографско дело* је генерички појам који обухвата скуп карата које су у потпуности ауторска дела, као и карата које су то делимично или то нису у целости. Картографске публикације из члана 156. *Закона о државном премеру и катастру* представљају део картографских дела које могу бити ауторска дела само ван математичког концепта. Такве картографске публикације се деле на две групе, и то на: 1) картографске публикације које се израђују на основу главног пројекта; и 2) картографске публикације које се израђују на основу картографског елабората. Картографске публикације које се израђују на основу главног пројекта су *основна државна карта, дигитални ортофото, дигитални модел терена и снимци из ваздуха*, док су картографске публикације које се израђују на основу картографског елабората *топографске, прегледне тематске и друге карте и планови територије Републике Србије или њеног дела, атласи, албуми и каталози карата свих врста и издања, прегледни листови карата и дигитални подаци и базе података о простору*.

Ако картографска публикација која се израђује на основу главног пројекта има само математичке елементе, док су њени поступци и методе рада утврђени редакционим упутством и топографским кључем, прописом, начелима или принципима, тада таква картографска публикација неће имати ауторско-правне елементе ни у једном свом сегменту, односно не може се сматрати ауторским делом. Међутим, ако је картографска публикација израђена на основу картографског елабората, тада је ауторско дело само изван математичког концепта.

Картографска публикација која јесте ауторско дело може бити потпуно нова и јединствена, оригинална духовна творевина, а може бити и оригинална духовна творевина само у прерађеном делу. Наиме, у намери да скрате време израде картографске публикације и/или на лакши начин придобију имовинску корист, поједини аутори узимају готово

ауторско дело (најчешће геодетске планове и основну државну карту издања Републичког геодетског завода, размерни низ топографских карата издања Војногеографског института и поједине карте приватних издавача), а онда врше прераде или наносе одређени тематски садржај у складу са њиховим интересима, резултатима научног истраживања и премера конкретног геопростора, најчешће уз помоћ ГПС уређаја.

Прибављање картографске публикације која ће служити као геотопографска основа за прераду (картографски извор) мора бити на законито. Прецизније речено, геотопографске основе у националном оквиру могу се користити само уз сагласност и материјалну надокнаду двеју централизованих државних картографских институција које су картографисали целокупан национални геопростор, и то Републичког геодетског завода (ако картографско дело у начелу картографише градски или урбани геопростор) и Војногеографског института (ако картографско дело у начелу картографише рурални геопростор). Такође, постоје геотопографски материјали које су израдила приватна предузеће за картографију и геоматику и који као такви уз материјалну надокнаду могу послужити као картографски извор. Самим тим, таква сагласност је саставни део документације⁵ коју чини главни пројекат, односно картографски елаборат на основу којих Републички геодетски завод издаје сагласност за издавање картографских публикација и њихово стављање у промет. Код прераде картографске публикације као ауторског дела настаје ново ауторско дело у коме прерађени делови имају свој ауторски печат, али су на њему препознатљиви карактеристични елементи изворног дела – геотопографске основе.

Аутор картографске публикације је физичко лице. Ако је више лица учествовало у изради једног ауторског дела онда су они коаутори и носиоци су заједничког ауторског права на коауторском делу. Приликом подношења захтева за добијање сагласности за издавање и стављање у промет картографске публикације путем наменског обрасца, потребно је поднети доказ о стручној спремности аутора, уредника и лица које је дало стручно мишљење о картографској публикацији. На тај начин, законодавац је имао за циљ да спречи даље стављање у промет нестручно израђених картографских публикација, с тим што је сузио образовне профиле уредника и рецензента који дају стручна мишљења о картографској публикацији на лица геодетске или географске струке, док су друге геонауке и њима сродне науке неоправдано изостављене. То посебно важи за издавање тематских карата, које имају мултидисциплинарни карактер и код израде и код редакције односно рецензије.

⁵ Поред поменуте сагласности, документацију обавезно чини: 1) територија представљања; 2) размер, односно ниво геоинформација; 3) пројекција и други математички елементи; 4) садржај картографске публикације; 5) категоризација картографских елемената; 6) ликовни елементи; 7) критеријуми картографског генералисања; 8) картографски кључ условних знакова; 9) начин исписивања географских имена, скраћеница и др.; 10) адекватан приказ подручја од посебног значаја за одбрану земље; 11) оквирни, међуоквирни и ваноквирни садржај и начин означавања листова; и 12) намена, сврха и модел картографске публикације.

Такође, законодавац је наведеним решењима имао за циљ да спречи незаконито коришћење постојећих картографских извора који су регистрована ауторска дела и картографисање садржаја геопростора од значаја за одбрану и безбедност земље.

4. Основни постулати вештачења ауторских картографских дела

За сложена ауторска дела која обилују картографским прилозима (енциклопедије, монографије, монографске студије и зборници научних и стручних радова), као и за комплексна ауторска картографска дела (атласи и монографске картографске публикације), вештачења у функцији њихове кривично-правне заштите обавља комисија вештака коју најчешће чине три члана. Већински део комисије чине доктори геопросторних наука који су учествовали у изради пројеката, идејних решења, репродукцијско-припремним радовима, пословима премера и реамбулације, коректорским, издавачким, консултантским и рецензентским пословима везаним за припрему и издавање картографских публикација. Наиме, вештак у поменутој проблематици је лице које се дужи низ година баве науком и струком у топографско-картографској делатности, тј. израдом карата у аналогном и дигиталном облику. Такође, комисију сачињавају – допуњују судски вештаци из области ауторског права.

Суштина вештачења састоји се у процедуралној анализи идентичности и утврђивању степена сличности идејних, графичких и ликовних елемената ауторских картографских дела (ниво подударности картографисаног садржаја) органолептичком методом и уз помоћ стандардизоване рачунарске технике (ротационих и 3D скенера високе резолуције, рачунара и лиценцих апликативних софтвера за растерску и векторску графику, као и софтвера за цртање и припрему за штампу геотопографских материјала). Код органолептичке методе вештак најпре упоређује назив и намену дела, при чему, ако се ради о картографској публикацији која се издаје и ставља у промет као учило, вештак проверава постојање одобрења Министарства просвете да конкретно дело буде учило, уз проверу његове регистрације код Завода за интелектуалну својину или у ауторској агенцији (нпр. ЈАА за Србију). Затим се анализира датум издавања, формат, повез, редослед и оријентисаност општегеографских и тематских карата, уколико је дело атласног или монографског карактера. Након тога, анализира се примењена картографска пројекција и степенски интервал картографске мреже, размер, изглед и садржај легенде, корица и насловних страница.

Код вештачења појединачне карте посебно се анализира унутрашња композиција картографисаних елемената садржаја, почев од места наслова, положаја и оријентисаности географских назива, избора типа, величине и боје слова, начина генерализације рељефа, хидрографије, вегетације и комуникација као научно-техничког процеса који даје изразит ауторски печат својствен индивидуалном осећају и приступу аутора карте, затим начин приказа објеката у насељима (ситуација), граница, ограда и других

геопросторних објеката, појава и процеса, избора условних картографских, топографских и тематских знакова, преко редакцијских и допунских елемената, до уметнутих карата, сликовних, табеларних, текстуалних и графичких прилога.

Вештачење ауторских картографских дела применом метода ослоњењем на рачунарске технологије састоји се у поступку отклањања деформација, појачања контраста, филтрирања и компарације појединих детаља на картама које се анализирају применом опција за дигитално покривање и лејерско преклапање. Наиме, карта плагиијат се скенира на ротационом скенеру високе резолуције (начелно преко 1.000 pix/inc) који не прави деформације, убацује се у неки од апликативних софтвера за растерску графику (нпр. *Adobe Photoshop*) или за векторску графику (*Corel-Draw*, *Adobe Illustrator* или неки од софтвера из фамилије *CAD*) и врши упоређивање појединих, посебно изабраних графичких детаља у виду тачака, линија и контура, са оригиналном картом која је предата од стране тужиоца у адекватном електронском облику (најчешће растерског формата). Поред наведеног, потребно је да вештак посебну пажњу посвети утврђивању степена научно-стручних компетенција аутора, уредника, редактора и/или рецензента карте, затим да утврди начин израде карте (технолошки процес), датуму издавања, да се изјасни о аутентичности пружених доказа тужиоца о поседовању ауторског и репродукцијско-издавачког оригинала у виду алуминизираних хамера, астралонских и паус фолија, термостабилних филмова израђених на линотронику и ауторских оригинала материјализованих на електронском медију.

Важан материјални доказ на који може упутити налаз вештака, на основу кога суд утврђује одређено чињенично стање, јесте идентификација од стране вештака намерних картографских грешака које су поновљене (условно копиране) приликом плагирања оригиналног ауторског картографског дела, као и утврђивања коришћења ауторизоване картографске пројекције и ауторизованог текстуалног и сликовно-знаковног фонта или оригиналне семиологије у изради наведеног дела. Наведеним процедурама и стандардима, који подразумевају примену савремених рачунарских метода, обезбеђује се знатно прецизнија процена и проверљивост квалитета и поузданости изведених материјалних доказа.

5. Релевантност и доказна вредност конвенционалних и савремених метода вештачења ауторских картографских дела

На изабраним исечцима оригиналне Физичко-географске карте Србије у размери 1:1.000.000 (слика 1) и њеног плагиијата (слика 2) утврђена је органолептичком методом измена и прерада туђег ауторског дела идентификацијом следећих чињеница:

- на плагиијату је коришћен исти назив и размер карте, примењена је иста картографска пројекција и степенски интервал картографске мреже, али без нумеричке вредности меридијана и паралела у пољу карте као на оригиналу;

- на плагијату је истом методом приказан рељеф – хипсометријом, само су коришћене измењене нијансе боје;
- на плагијату је извршена намерно нетачна генерализација контурног приказа насеља Београд, при чему је коришћена друга боја за контурну линију и површину (*детал 1*);
- на плагијату је задржан исти положајни и генерализовани приказ копнених комуникација, али је промењен избор линијских делимично размерних знакова за путеве и пруге (*детал 2*), уз другачију генерализацију хидрографије – водотока, уз коришћење другачијег избора типа, величине и боје слова за исписивање хидронима;
- на плагијату су истим условним знацима приказана мања насеља, са делимично истим положајем и оријентацијом назива, али са другачијим избором типа и величине слова (*детал 3*);
- појединачни објекти имају исти обухват и положај, али другачије условне картографске знаке (*детал 4*);
- називи хоронима су исти по избору и правцу протезања, али су измењеног фонта, при чему су неки називи са оригиналне карте намерно избачени (Подлужје, Делиблатска пешчара), при чему је направљена материјална грешка у генерализацији назива и створена мања употребна вредност картографисаног садржаја сходно његовој намени.



Слика 1 - Исечак ФГК оригинал



Слика 2 - Исечак ФГК плагијат

Наведен пример вештачења органолептичком методом потврдио је своју релевантност и доказну вредност, тј. утврђене чињенице су искоришћене као докази на којима је суда засновао своју одлуку о повреди имовинских ауторских права над одређеним картографским делом. То је учињено тако што су картографисани садржаји, без дозволе носиоца ауторског права, копирани са дорадом и без дораде у већем обиму (преко 50%, па чак и до 90%) и стављени у промет (*Пресуда Трговинског суда у Пожаревицу, П. 380/2000 од 2. 9. 2004. године* и *Пресуда Трговинског суда у Ужицу, П.14/2002 од 1. 2. 2006. године*).

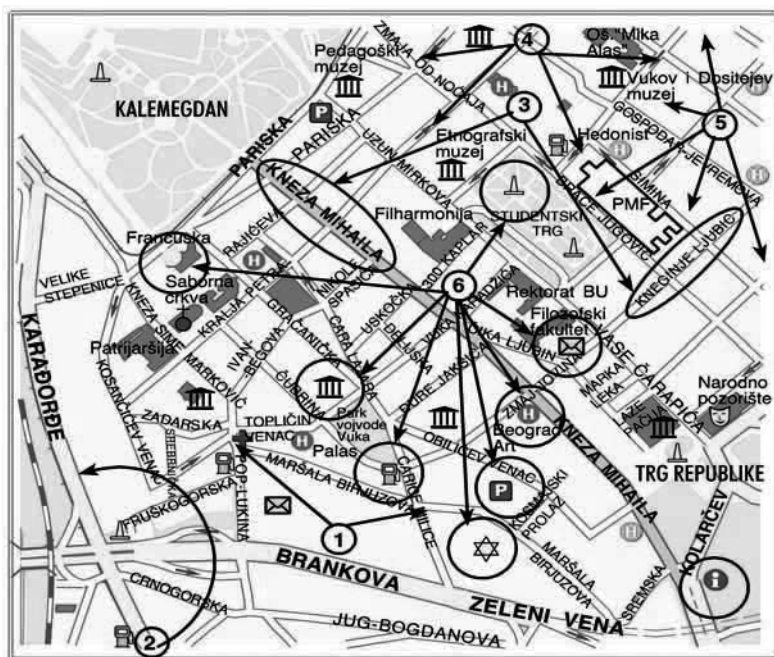
Међутим, у будућим случајевима вештачења потребно је применити једноставнију и сигурнију, самим тим и савременију методу вештачења, засновану на примени компјутерске технологије. Тако нпр., на изабраним исечцима оригиналног Плана града Београда у размери 1: 15.000

(слика 3) и њеног плагијата (слика 4), компјутерском методом дигиталног лејерског преклапања у софтверу *OCAD*, верзија 5.02 (бр. лиценце 1617) показана је измена и прерада туђег ауторског дела идентификацијом следећих проверљивих чињеница:

- на плагијату је коришћен исти назив и размер плана;
- на плагијату су задржана иста растојања и угловни односи градских саобраћајница и улица (*детал 1 и 2*), употребљени су исти називи улица само је промењен изглед и величина фонта (*детал 3*), коришћен је исти облик и боја знака за једносмерне улице, при чему је знак веће димензије него на оригиналном плану и стављен је на истом месту (у истим једносмерним улицама као на оригиналном плану – *детал 4*);
- на плагијату је извршена груба генерализација изграђених насељених (стамбених) површина на основу картографског приказа појединачних стамбених објеката на оригиналном плану (где је дат размерни приказ земљаног трупа грађевине), при чему је задржан идентичан контурни приказ јавних објеката, али је за контурну линију и површину под стамбеним објектима коришћена друга боја, чиме је плагијат на прву руку веома различит од оригинала (*детал 5*);
- на плагијату појединачни објекти у насељу имају исти обухват и положај, али другачији изглед и боју условних знакова (*детал 6*).



Слика 3 - Исечак плана града 'оригинал'



Слика 4 - Исечак плана града 'плагит'а'

6. Закључак

Развој информационих технологија довео је до наглог развоја картографије, а самим тиме и до велике продукције карата, како у свету, тако и у Србији. Мале приватне картографске фирме због бржег, лакшег и јефтинијег начина израде, за разлику од централизованих картографских институција, могу да израђују карте са пар рачунара и неколико запослених. То доводи до већег степена приватизације у картографској продукцији, веће конкуренције на тржишту великог броја издавача, од којих неки нису регистровани за картографску делатност већ су само вршиоци разних услуга које укључују рад са рачунарима. Међутим, у наведеним условима долази и до израде картографских производа (нарочито школске и туристичке картографије) који су често пример пиратерије и плагјата, односно повреде ауторских права, с обзиром да поједини издавачи немају доказ о законитом прибављању и употреби картографских извора. Насупрот томе, у Србији није могуће купити војну топографску карту за најразличитије потребе као што су спорт и рекреација, већ само за службене потребе (израда пројектне документације, наставно-научни и истраживачки рад итд.), и то по посебном одобрењу Министарства одбране. Поред тога, у Србији не постоје наменски геотопографски материјали за потребе система од посебне важности (полиција, цивилна заштита, царина и др.) (Милојковић, 2007:104; Милојковић et al., 2011:145).

Доношење многобројних нормативно-правних аката на националном нивоу, као и директива и упутстава на међународном нивоу из области интелектуалне својине, ствара се утисак да је процес заштите интелектуалне својине у области картографије заокружен. Међутим, носиоци права интелектуалне својине су суочени са сталним порастом и диверсификацијом начина кривотворења и пиратерије, тако да релевантни међународни фактори (Европска унија, Светска организација за интелектуалну својину и Међународна трговинска комора) непрестано раде на промовисању потребе нових објеката правне заштите права интелектуалне својине, као и креирању основних праваца те заштите (Бесаровић, 2007:46).

Тежећи ка хармонизацији и хомогенизацији норми којима се остварује заштита права интелектуалне својине, Србија је потписала и ратификовала међународне уговоре и споразуме, те уградила у своје национално законодавство универзална решења којима се поменута права штите. Тако је *Законом о ауторским и сродним правима* утврђено да ауторско-правном заштитом нису обухваћене опште идеје, поступци, методе рада или математички концепти као такви, као и начела, принципи и упутства који су садржани у ауторском делу, као што је нпр. математичка основа карте или редакциона упутства и топографски кључеви за израду геотопографских материјала, као и картографско представљање географских елемената садржаја геопростора. *Закон о државном премеру и катастру* утврђује да се картографске публикације издају, те да се могу ставити у промет, само уз претходно прибављену сагласност Републичког геодетског завода, да би на основу тог закона директор Завода донео *Правилник о издавању картографских публикација*. То значи да постоји нормативно-правно уређена процедура издавања картографских публикација намењених јавној употреби, које су у потпуности оригиналне духовне творевине, односно ауторска дела изван математичког концепта, израђена на основу картографског елабората чији је један од елемената сагласност за коришћење картографског извора. Међутим, и поред уређене процедуре и адекватне грађанске, управноправне и кривично-правне заштите, као и *Стратегије развоја интелектуалне својине за период од 2011-2015. године*, донете у јуну 2011. године, и даље су могуће злоупотребе и повреде ауторских права у картографској делатности заснованој на геоинформационим технологијама.

Стога је за сузбијање и санкционисање повреде ауторских права у картографској делатности, између осталог, потребно постојање стручног кадра у области примене и иновације прописа из области интелектуалне својине, као и перманентна обука и стручно усавршавање судија, али и вештака картографске струке, боља координација државних органа, већа политичка воља владајуће већине и подизање јавне свести и образовања чланова државне заједнице на вишем нивоу. У домену суштинских, кључних гаранција и доказног кредибилитета вештачења ауторских картографских дела, потребно је у националним правним документима регулисати материју избора вештака картографске струке, стандарде по-

ступања, стандарде опреме, начине верификације примењених метода, услове стицања и овере лиценце за рад (сертификација и акредитација), програме стручног оспособљавања и усавршавања и изградње високоодговорних компетенција и морално-вољних предиспозиција. У овом контексту требало би посматрати и увођење система квалитета, усмереног ка обезбеђењу доследности, поузданости и валидности материјалних доказа на бази примене научних принципа и савремених метода (Жарковић et al, 2011), заснованих на достигнућима геоинформационих технологија, почев од скенирања и графичке обраде предметних карата, све до презентовања резултата на суду. Уколико су плагијат-карте урађене на високом технолошком нивоу, потребно је у најмању руку тражити и високо-технолошки одговор стручних лица која су задужена за примену и кршење закона у области интелектуалне својине, тј. закона у области заштите ауторских права у картографској делатности.

7. Литература

1. Бесаровић, В., (2007). *Нове тенденције у развоју заштите права интелектуалне својине*, Анали правног факултета, год. 55, бр. 1/2007, стр. 44-68.
2. Cao, R., Lim, T., (2001). *Chew: Text/Graphic Separation in Maps*, стр. 167-177. У: Dorothea Blostein, Young-Bin Know, (Eds.), *Graphic Recognition: algorithms and applications: 4th International Workshop, GREC 2001, Kingston, Ontario, Canada, Springer.*
3. Hiss, J., Freud, M., Kahana T., *The forensic expert witness – An issue of competency*, *Forensic Science International*, 168, 2007, p. 89-94.
4. Јовић, Р., (2011). *Картографска публикација као ауторско дело*, Геодетски журнал, год. 9, бр. 45, стр. 14.
5. Koppenhaver, K., (2007). *Forensic Document Examination: Principles and Practice*, Humana Press.
6. Лучић, Т. (2008). Медицинска вештачења у процесном законодавству, *Правни живот*, год. 57, број 10/2008, стр. 69-79.
7. Маринковић, М., Вучковић-Декић, Л., (2003). *Плагијаторство и остали облици преваре у публикувању*, *Acta rheumatologic Belgradensia*, год. 33, бр.1-2, стр. 52-57.
8. Миладиновић, З., (2007). *Кривичноправна заштита интелектуалне својине*, *Право – теорија и пракса*, вол. 42, бр. 3-4, стр. 3-18.
9. Милојковић, Б., *Савремени геотопографски материјали за потребе полиције – карактеристике и начин коришћења*, *Безбедност*, год. 49, бр.4/07, стр. 108-139.
10. Милојковић, Б., Иванчевић, Н., Илић, А., (2011). *Право на просторне податке и повреда ауторских права у картографској делатности у Републици Србији*, *Правни живот*, год. 60, број 5-6/2011, стр. 143-153.
11. Milošević, M., Bjelovuk, I., Kesić, T. (2009). *Quality Management System in Forensic Laboratories*. *Nauka – bezbednost – policija*. *NBP Journal of Criminalistics and Law*, Vol.14, br. 2/2009, str.
12. Симоновић, Б., Бусарчевић, М., (2010). *Вештачење докумената: проблем укритених линија*, *Безбедност*, год. 52, бр. 1/2010, стр. 127-153
13. Спасић, В (2007). *Савремени облици пиратерије у ауторском и сродном праву*, *Правни живот*, год. 56, бр. 13, стр. 293-309.

14. Тађевић, Н. (2011). *Кривичноправна заштита права интелектуалне својине у Србији*, Безбедност, год. 53, бр. 1/2011, стр. 140-157.
15. Тијанић, П., (2008). *Заштита ауторских и сродних права*, Правни живот, год. 57, број 5-6/2008, стр. 117-134.
16. Варга, С., (2008). *Општа разматрања о праву интелектуалне својине*, Правни живот, год. 57, број 13/2008, стр. 25-35.
17. Zarković, M., Bjelovuk, I., Nešić, L., (2010). *Научни докази и улога вештака у кривичном поступку: европски стандарди квалитета*, У Зbornик radova: Suzbijanje kriminala i evropske integracije, Prvi naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem, Tara, jun 2010., Beograd: Kriminalističko-policijska akademija i Hans Zajdel Fondacija, str. 235-244.
18. Zarković, M., Kesić, T., Bjelovuk, I., (2011). *Savremene tendencije u veštačenju kao međunarodnopravne pomoći*, У Зbornик radova: Suzbijanje kriminala i evropske integracije, Drugi naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem, Tara, jun 2011., Beograd: Kriminalističko-policijska akademija i Hans Zajdel Fondacija, str. - .

ПРАВНА РЕГУЛАТИВА КОРИШЋЕЊА БАЗА ДНК ПРОФИЛА У УЈЕДИЊЕНОМ КРАЉЕВСТВУ¹

Александар Бошковић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

1. Уводна разматрања

Проналазак молекула ДНК (дезоксирибонуклеинске киселине) представља једно од најважнијих открића XX века, а употреба методе ДНК профилирања којом се врши идентификација лица на основу анализе ДНК молекула у циљу расветљавања одређеног кривичног дела има револуционаран значај.

ДНК профилирање (*DNA profiling*) представља најновију методу којом се врши идентификација између индивидуа исте врсте користећи при том само узорке њихових дезоксирибонуклеинских киселина (ДНК), односно генетског материјала.² Да би се идентификовао појединац научници скенирају 13 делова ДНК који се разликују међу појединцима и користе те податке за креирање ДНК профила те особе који се често назива и ДНК отисак. Пронађени биолошки траг на лицу места кривичног дела омогућава да се из њега издвоји молекул ДНК и да се одређеним вештачењем упореди са генетским материјалом узетим од осумњиченог лица. Тиме се одређује јединствена генетска структура тог лица и са сигурношћу утврђује његов идентитет, односно да одређени биолошки траг пронађен на лицу места потиче или не потиче од тог лица. Такав ДНК профил представља јединствени идентификациони број сваке особе и сматра се да не постоје две особе које имају идентичан ДНК профил уз изузетак једнојајчаних близанаца.

Иначе, метода ДНК профилирања је откривена 1984. године и њен оснивач је професор генетике, Алек Џефриз (Alec Jeffreys), са Универзитета Лестер (University of Leicester) у Енглеској.³ Међутим, треба истаћи да је професор Џефриз за ову методу употребио назив „ДНК отисак“ (*DNA fingerprint*) и да се често у научним и стручним радовима,

¹ Овај рад је резултат реализовања научноистраживачког пројекта под називом Развој институционалних капацитета, стандарда и процедура за супротстављање организованом криминалу и тероризму у условима међународних интеграција. Пројекат финансира Министарство просвете и науке Републике Србије (бр. 179045), а реализује Криминалистичко-полицијска академија у Београду (2011–2014). Руководилац пројекта је проф. др Саша Мијалковић.

² http://sr.wikipedia.org/wiki/ДНК_анализа доступно дана 13. 4. 2009. године.

³ Професор Алек Џефриз је открио да поједини делови ДНК ланца (локуси) имају висок ниво варијабилности што их практично чини непоновљивим за сваког појединца. Иначе, због својих заслуга у науци професор Алек Џефриз је 1994. од британске краљице добио титулу *Sir*.

како у домаћој тако и у иностраној литератури употребљава и овај термин.⁴ Дуго је назив „ДНК отисак“ био препознатљив и једини којим би се означила ова метода, али се у последње време међу форензичким генетичарима све више среће назив ДНК профилирање, тј. установљавање ДНК профила појединца на основу биолошког материјала што се сматра адекватнијим називом ове методе (Симоновић, 2002а: 408).

Ова метода се данас сматра поузданим и моћним „немим сведоком“ (*silent witness*) приликом идентификације осумњичених лица, односно елиминације лица која нису осумњичена. Међутим, треба истаћи да њена употреба у системима кривичног правосуђа никако није неспорна. Пре свега, у вези са употребом ДНК технологије постоје многи проблеми етичке природе, али треба указати и на могућност грешке, односно на могућност да употреба ове методе доведе до оптужења невиних лица, што је иначе мање познато (Selman-Ayeteu, 2007: 195).

Уобичајено, ДНК истрага (*DNA investigation*) се у кривичним стварима употребљава како би се оформили, складиштили и поредили различити ДНК профили па се и назива ДНК профилирање. Поређењем ДНК профила који потичу од биолошког материјала пронађеног на лицу места кривичног дела са ДНК профилима у бази података могуће је установити везу са осумњиченим лицем или са биолошким материјалом који потиче од другог кривичног дела. ДНК профили служе само у идентификационе сврхе и не садрже податке о особи од које ДНК води порекло (Koops, Prinsen & Schellekens, 2006–2007: 206).

Уједињено Краљевство чине Велика Британија и Северна Ирска док Велику Британију чине Енглеска, Велс и Шкотска. Самим тим Северна Ирска није део Велике Британије, иако се то често погрешно говори, али јесте део Уједињеног Краљевства. У Уједињеном Краљевству метода ДНК профилирања налази своју пуну примену од момента њеног проналаска, а нарочито од 1995. године када је у Енглеској формирана национална ДНК база података (*National DNA Database – NDNAD*) у којој се налазе генетски профили великог броја лица разврстаних у различите категорије. Обзиром на насловљену тему рада нећемо даље улазити у проблематику везану за биолошке основе идентификације као ни методе вештачења ДНК из биолошког материјала,⁵ већ ћемо се окренути циљу овог рада, а то је да се представи правна регулатива коришћења база ДНК профила у Уједињеном Краљевству као и да се укаже на нека спорна питања која прате област компјутерских база ДНК профила.

⁴ Треба истаћи да су ДНК профилирање и ДНК отисак синоними – Симоновић, Б. (2002). Идентификација лица на основу утврђивања ДНК профила – 1. део, *Безбедност*, 44(3), стр. 408. Иначе, у нашој научној и стручној јавности је било објављених радова који су се бавили овом тематиком у којима је у највећем броју случајева употребљаван термин ДНК отисак. Види: Обрадовић, Д. Милковић, Ј. (2001), Вештачење методом ДНК отиска у кривичном поступку, *Безбедност*, 43(6), стр. 748–759; Милковић, Ј. (2001), Биолошко вештачење кривичног дела силовања методом ДНК отиска, *Право – теорија и пракса*, 18(10), стр. 27–41.

⁵ Детаљно о томе: Симоновић, Б. (2002), Идентификација лица (1. део), *op. cit.*, стр. 409–420; Alan L. Friedman, (1999), Forensic DNA Profiling in the 21st Century, *International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology*, 43, p. 168–177; Wilson Wall, (2002), *Genetics and DNA Technology: Legal aspects*, Cavendish Publishing Limited, London, p. 53–79.

2. Развој методе ДНК профилирања

Почетак развоја методе ДНК профилирања, односно идентификације лица на основу утврђивања ДНК профила је везано за откриће нове технологије од стране професора Алека Џефриза и његових колега на Универзитету Лестер у Енглеској. Они су средином осамдесетих година прошлог века открили да постоје индивидуалне разлике засноване на понављајућим секвенцама у различитим деловима ДНК ланца, односно да поједини делови ДНК ланца имају висок ниво варијабилности што их практично чини непоновљивим за сваког појединца.⁶ Наиме, установљено је да узорци узети из различитих биолошких извора (крв, сперма, коса, кожа, мокраћа, итд.) садрже у себи довољно висок квалитет ДНК што и омогућава да се изврши профилирање на овај начин.

Овај нови ДНК метод има многе предности над ранијим методом идентификације који се заснивао на анализи крвних група и те предности се огледају у следећем: ДНК је много постојанија и мање подложна уништењу услед протеча времена или утицаја топлоте у односу на протеинске маркере; ДНК се може наћи у свим ћелијама па је самим тим опсег биолошког материјала који се може анализирати знатно већи него код анализе крвних група; потребни су веома мали узорци и што је најбитније индивидуална разноликост која се утврђује ДНК анализом је много већа од оне која се добија поређењем протеинских полиморфизама (Williams, Johnson & Martin, 2004: 16).

Први случај примене методе ДНК профилирања од стране енглеске полиције је био 1986. године у месту *Northamptonshire* када је вођена истрага поводом извршеног кривичног дела силовања и убиства петнаестогодишње Дон Ешворт (Dawn Ashworth). Анализом семене течности из њеног тела утврђено је да крвна група учиниоца кривичног дела потпуно одговара крвној групи која је добијена анализом семене течности из тела Линде Ман (Lynda Mann), која је 1983. године такође силована и убијена. У време смрти Манове анализом узорака семене течности утврђено је да таква крвна група може да се пронађе само код једног од десет људи (крвна група „А“ са јаким фосфоглукумутазе 1+ ензимом) и на основу тога је њен очух, који је у том случају био првоосумњичени, ослобођен сумње.

У случају Ешвортове првоосумњичени је био седамнаестогодишњи Ричард Бакленд (Richard Buckland) који је и признао извршење дела. Међутим, његово признање је имало два недостатка: прво, Бакленд није

⁶ Ово је најстарија метода вештачења ДНК која се назива RFLP (restriction fragment length polymorphism) метода и анализа ДНК применом ове методе се може вршити на једном локусу (single locus probe – SLP) или на више локуса (multilocus probe – MLP). Она је данас углавном напуштена због одређених значајних слабости, а поред ње постоји и PCR (Polymerase Chain Reaction) метода коју је 1985. године представио Кагу Муллис на скупу Америчког друштва за људску генетику због чега је 1993. године награђен и Нобеловом наградом. Такође, приликом ДНК анализа се користи и STR (Short Tandem Repeats) метода, SNP (single nucleotide polymorphism) метода као и метода вештачења митохондријалне ДНК (mtDNA). Детаљно о свим методима који се користе приликом ДНК анализа: Wilson Wall, (2002), *Genetics and DNA Technology: Legal aspects*, Cavendish Publishing Limited, London, p. 53–79.

био крвна група „А“ и друго, негирао је било какву умешаност у убиство Манове. Суочена са оваквим контрадикторностима полиција је затражила од професора Алека Џефриза да екстрахује и изврши анализу ДНК из обе семене течности пронађене у телима Манове и Ешвортове и да их упореди са Баклендовим ДНК профилем добијеним из узорка његове крви. Извршеном анализом дошло се до закључка да се Баклендов ДНК профил не поклапа са спорним, непознатим профилем, али да се међусобно поклапају профили добијени из семене течности у оба случаја силовања и убиства. На овај начин је постало јасно да је исто лице извршило оба кривична дела, а да то није Ричард Бакленд, који је на основу оваквих налаза и ослобођен свих оптужби.

Након тога, полиција је у јануару 1987. године започела масовно ДНК тестирање⁷ прикупљањем узорака крви од мушкараца између 16 и 34 године који су живели близу места извршења кривичног дела. До априла 1987. године прикупљено је 4.000 узорака крви из којих су вештачењем формиран ДНК профили.

Јан Кели (Jan Kelly) је био особа која је дала узорак крви за ДНК анализу, али под именом Колин Пичфорк (Colin Pitchfork), користећи Пичфорков пасош са измењеном фотографијом. Неколико месеци касније Кели је признао шта је урадио којом приликом је полиција обојицу ухапсила. Врло брзо након лишења слободе Пичфорк је признао извршење оба силовања и убиства, а накнадним вештачењем је формиран његов ДНК профил који се у потпуности поклапао са ДНК који је екстрахован из семене течности из оба тела. Колин Пичфорк је на основу оваквог ДНК доказа осуђен на доживотну казну затвора 1988. године.

Случај *Пичфорк* је био од круцијалне важности за увођење и почетак примене методе ДНК профилирања у Енглеској. Међутим, остао је низ отворених и спорних питања у вези са њеном применом и то на пољу вредности ДНК доказа у односу према другим доказима, проблемом њиховог складиштења и чувања у зависности да ли воде порекло од узорака пронађених на лицу места кривичног дела или од одређених лица, као и проблемом масовног ДНК тестирања. У сваком случају, основни је проблем био како генетски профил који је пронађен на лицу места кривичног дела повезати са профилем осумњиченог лица. Кључ решења овог проблема је национална ДНК база података – *NDNAD* (Williams, Johnson & Martin, 2004: 18).

⁷ Ово је у свету био први случај масовног ДНК тестирања којом приликом се узимају биолошки узорци од великог броја људи како би се поредили са спорним биолошким материјалом и на тај начин сузио круг потенцијалних учинилаца. Познат је и случај масовног ДНК тестирања у Немачкој 1998. године када су прибављени узорци од 16.000 људи како би се пронашао учинилац кривичног дела убиства чија је жртва била једна млада девојка (Selman-Ayete, 2007: 197).

3. Закон о полицији и доказима у кривичном поступку (*Police and criminal evidence act – PACE*)

Национална ДНК база података Енглеске и Велса (*National DNA Database – NDNAD*) је формирана 10. априла 1995. године. Као што је већ речено, Уједињено Краљевство (*United Kingdom*) чине Енглеска, Велс, Шкотска и Северна Ирска. Међутим, у *NDNAD* се директно складиште ДНК профили само из Енглеске и Велса док Шкотска има своју ДНК базу података (*Scottish DNA Database*) која је формирана 1997. године где се складиште ДНК профили формирани у Шкотској, а затим се ти ДНК профили свакодневно шаљу у *NDNAD*. Такође, и Северна Ирска има своју ДНК базу података (*Northern Ireland DNA Database*) која је формирана 1996. године. Међутим, у почетку није било размене података са *NDNAD*, али од 2005. године се сви нови ДНК профили из *Northern Ireland DNA Database* редовно шаљу у *NDNAD*. Дакле, може се закључити да се у Националној ДНК бази података Енглеске и Велса (*NDNAD*) налазе ДНК профили из целог Уједињеног Краљевства јер и Шкотска и Северна Ирска из својих ДНК база података редовно шаљу новоформиране ДНК профиле у ову ДНК базу података. Самим тим, посебан акценат у овом раду ће бити стављен на анализу правне регулативе коришћења Националне ДНК базе података Енглеске и Велса (*NDNAD*).

Најпре треба истаћи да *NDNAD* није формирана посебним законским актом већ је формирана постепено, тј. путем амандмана на постојеће законодавство, а пре свега на Закон о полицији и доказима у кривичном поступку (*Police and criminal evidence Act – PACE*) из 1984. године.⁸ Ипак, конкретан законски основ за формирање *NDNAD* је било обавезујуће упутство Министарства унутрашњих послова (*Home Office Circular (HOC) 16/1995 са каснијим амандманима HOC 47/1996, HOC 27/1997 and HOC 58/2004*), којим је регулисано управљање целим овим пројектом, затим основни услови који морају бити испуњени приликом узимања и складиштења узорака, питање приступа ДНК бази података као и проблем безбедности података (Semikhodskii, 2007: 79).

Обзиром на то да је први случај примене методе ДНК профилирања био 1986. године (случај *Пичфорк*), а да је *PACE* донет две године раније проблем адекватног регулисања ове материје је био још израженији. Наиме, *PACE* је послужио само као основа приликом решавања питања који телесни узорци и под којим условима такви узорци могу бити узети од појединих лица јер се у тексту овог закона уопште не говори о идентификацији лица на основу утврђивања ДНК профила.

Одредбама *PACE*-а је било прописано основно правило и то да је за узимање узорака телесног ткива или телесне течности од одређеног ли-

⁸ Занимљиво је истаћи да се кривични поступак Енглеске развијао без доношења одговарајућих закона, тј. није се базирао на законским основама, већ на прецедентном праву, односно на правним правилима и правним начелима, што је било својствено енглеској традицији и конзерватизму што је и било присутно све до 1984. године када је донет Закон о полицији и доказима у кривичном поступку (*Police and criminal evidence Act – PACE*).

ца потребан његов пристанак, с тим што треба правити разлику у погледу тога да ли се узима интимни или неинтимни узорак.

У интимне узорке спадају, на пример, узорак крви, урина, стидне длаке, сперме или неке друге телесне течности па и пљувачке, зубни отисак, итд. Да би полицајац од осумњиченог захтевао узимање интимног узорка потребно је да се основано сумња да је у вези са извршеним тешким кривичним делом које спада у групу *Arrestable Offences*⁹, односно да је оптужен поводом тог кривичног дела и да основано верује да ће се на основу таквог узорка доказати или оспорити његово учешће у извршењу кривичног дела. Да би се од осумњиченог узели интимни узорци потребно је да буду испуњена два услова и то: прво, да постоји његова сагласност и друго, да постоји одобрење полицајца најмање у звању главног инспектора (*superintendent*). То фактички значи да уколико нема сагласности осумњиченог не могу се ни узети његови интимни узорци за ДНК анализу. Међутим, на основу оваквог одбијања осумњиченог, без оправданог разлога, суд или порота могу, приликом разматрања његове кривице поводом конкретног кривичног дела за које је оптужен, извући закључак да такво његово опхођење представља потврду других доказа из чега произилази да судијско уверење може бити врло неповољно по осумњиченог (Feldman, 2007: 165).

С друге стране, неинтимни узорци обухватају длаку која не спада у групу стидних длака, узорак нокта или материје испод нокта и др. Приликом узимања неинтимних узорака такође је предвиђена неопходна сагласност осумњиченог. Међутим, таква сагласност није потребна уколико је осумњиченом одређено задржавање и ако примену ове радње одобри полицајац у звању, не мањем, од главног полицијског инспектора (*superintendent*), под претпоставком испуњења општег материјалног услова, а то је да је то лице оптужено у вези са извршеним тешким кривичним делом које спада у групу *Arrestable Offences* и да основано верује да ће се на основу таквог узорка доказати или оспорити његово учешће у извршењу кривичног дела.

Што се тиче чувања узетих узорака *PACE* је предвиђао да се они морају уништити уколико је осумњичени ослобођен оптужбе или се одустало од кривичног гоњења за кривично дело поводом којег су узети телесни узорци. Такође, лице је имало право да захтева да присуствује уништењу свог узорка. Чување телесних узорака и то трајно је било могуће само за осуђена лица и ако је узети узорак у вези са кривичним делом због којег је лице осуђено.

⁹ У ову групу спадају кривична дела код којих је предвиђена казна законом утврђена као обавезна (пре свега ту се мисли на убиство, за које је предвиђена обавезна казна доживотног затвора), затим кривична дела за која се учиниоцу по закону може изрећи казна затвора од пет година или тежа и она која су таксативно набројана у члану 24, став 2. *PACE* (Spencer, 2005: 190).

4. Закон о кривичном правосуђу и јавном реду (*Criminal justice and public order act – CJPOA*)

У периоду који је уследио примена методе ДНК профилирања је у практичном поступању све више налазила своју примену што је довело до тога да Краљевска комисија за кривично правосуђе (*Royal Commission on Criminal Justice*) 1993. године да своје препоруке које су се, пре свега, односиле на коришћење ДНК узорака од стране полиције, као и на развој *NDNAD*. Под утицајем ових препорука је 1994. године донешен Закон о кривичном правосуђу и јавном реду (*Criminal Justice and Public Order Act – CJPOA*) који је представљао важан корак напред ка формирању националне ДНК базе података.

Доношењем овог закона су извршене измене и допуне *PACE*-а чиме су проширена постојећа полицијска овлашћења на два начина: прво, у делу који се тиче узимања и чувања телесних узорака, а пре свега неинтимних узорака, и друго, пружањем могућности да се врше претраживања новоприбављених ДНК профила са већ постојећим, тзв. *speculative searching*.

Што се тиче овлашћења полиције у вези са узимањем неинтимних телесних узорака *CJPOA* је увео три важне измене у односу на постојеће решење. Прво, плувачка и брис узет из уста неког лица се више не сматрају интимним узорцима већ су преквалификовани у неинтимне. Друго, проширен је круг кривичних дела у погледу којих се могу узети неинтимни телесни узорци од осумњиченог и без његовог пристанка. Тако је прописано да се од осумњиченог може узети неинтимни телесни узорак и без његове сагласности уколико се основано сумња да је у вези са извршеним кривичним делом које спада у групу *Recordable Offences* (до тада су била *Arrestable Offences*)¹⁰, односно да је оптужен поводом тог кривичног дела и ако примену ове радње одобри полицајац у звању, не мањем, од главног полицијског инспектора (*superintendent*). И треће, укинута је ранији услов да се узимање неинтимног телесног узорка може наредити само ако се основано верује да ће се на основу таквог узорка доказати или оспорити његово учешће у извршењу кривичног дела (*Williams & Johnson, 2005: 548*).

У вези са узимањем интимних узорака од осумњиченог лица они и даље нису могли бити узети без његове сагласности, али је проширен круг кривичних дела због којих је могло да се тражи узимање таквог узорка и то уколико се основано сумња да је то лице у вези са извршеним кривичним делом које спада у групу *Recordable Offences*, односно да је оптужен поводом тог кривичног дела и ако примену ове радње одобри полицајац у звању, не мањем, од главног полицијског инспектора (*superintendent*).

У погледу чувања узетих телесних узорака остало је на снази правило да се трајно чувају само телесни узорци осуђених лица. Међутим, више није била изричито прописана обавеза да се морају уништити

¹⁰ *Recordable Offences* јесу кривична дела за која се учиниоцу може изрећи казна затвора као и она кривична дела која су таксативно набројана и као таква одређена законом.

узети узорци уколико је осумњичени ослобођен оптужбе или се одустало од кривичног гоњења за кривично дело поводом којег су узети, већ је предвиђено да не морају бити уништени, али да се такви узорци никако не смеју употребљавати у сврхе вођења кривичне истраге. Овако остављена могућност је касније довела до тога да су се тако прибављени и сачувани узорци ипак користили приликом вођења кривичних истрага о чему ће касније бити речи.

На крају, још једна веома значајна новина коју је увео *CJPOA* јесте могућност вршења претраживања, односно поређења новодобијених ДНК профила са већ постојећим које је полиција имала у архиви (*speculative searching*) које је своју потпуну примену нашла увођењем националне ДНК базе података годину дана касније. Иначе, *speculative searching* се дефинише као провера новодобијених ДНК профила који се уносе у *NDNAD*, како оних који су неидентификовани и који су добијени из биолошког материјала са лица места кривичног дела тако и оних који воде порекло од познатих лица, са другим неидентификованим и познатим ДНК профилима који су већ похрањени у бази података (Semikhodskii, 2007:82).

5. Закон о кривичном правосуђу и полицији (*Criminal justice and police act – CJPA*)

Након доношења Закона о кривичном правосуђу и јавном реду из 1994. године уследио је период у којем је све више било кривичних случајева где су идентификовани осумњичени на основу узорака које је полиција задржала у систему иако су такви узорци морали бити уништени. Тако повећан број судских случајева¹¹ је довео до тога да Дом лордова (*House of Lords*) као законодавно тело донесе одлуку у вези са законитишћу тако извршених идентификација. У крајњој линији, слобода одлучивања је остављена судовима тако да решавају то питање у зависности од сваког конкретног случаја (Asplen, Esquire Smith Alling Lane, 2005: 5).

Као последица таквих догађаја 2001. године је донешен Закон о кривичном правосуђу и полицији (*Criminal Justice and Police Act*, скраћено *CJPA*) којим су поново извршене одговарајуће измене и допуне оригиналног *PACE*-а којима се уводе значајне новине на овом пољу. Пре свега, предвиђено је трајно складиштење и чувања података у *NDNAD* осумњичених лица чак иако нису касније у кривичном поступку осуђени нити им је изрекнута

¹¹ Један од најпознатијих таквих случајева јесте случај *R v B* у којем је нападнута и силована 66-огодишња жена у свом стану у Лондону 23. јануара 1997. године. На основу узорка семене течности овлашћена и акредитована лабораторија *FSS* (*Forensic Science Service*) је 20. марта 1997. године утврдила ДНК профил нападача, али је тај ДНК профил похрањен у базу података 15. априла исте године. *B* је лишен слободе 4. јануара 1998. године због основане сумње да је извршио кривично дело тешке крађе поводом чега је и оптужен. Од њега је узет узорак за ДНК анализу 6. јануара 1998. године, али његов ДНК профил је унешен у националну базу података тек 23. септембра исте године, месец дана након што је поводом тог случаја донешена ослобађајућа пресуда. Обзиром на то да је донета ослобађајућа пресуда, по одредбама *CJPOA* његов ДНК профил није смео да буде похрањен у бази података. Ипак, то је учињено и поређењем његовог са осталим ДНК профилима у бази података дошло је до поклапања са ДНК профилем који је прибављен 20 месеци раније из узорка семене течности када је извршено силовање. Опширније о томе: (Williams, Johnson & Martin, 2004: 36–37).

опомена (*caution*).¹² Такође, трајно се чувају биолошки узорци и ДНК профили лица који су узорке дали добровољно, уз писмену сагласност донатора чак и ако лице не буде осуђено за истраживано кривично дело. Једном дата сагласност више се не може повући (Симоновић, 2002б: 567–568).

Дакле, *СЈА* омогућава трајно чување биолошког узорка и ДНК профила од сваког лица које постане осумњичено током истраге, односно које буде оптужено за неко од кривичних дела које спада у групу *Recordable Offences* без обзира да ли се касније у кривичном поступку донела ослобађајућа пресуда или се одустало од кривичног гоњења. На овај начин такво лице постаје субјект трајног генетског надзора (*genetic surveillance*) путем константног претраживања и поређења његовог ДНК профила са непознатим профилима са лица места кривичног дела, као и са профилима познатих лица која се налазе у *NDNAD* (Williams & Johnson, 2005: 549).¹³

Најзад, нови закон је унео још једну измену у смислу да више није потребно да примену ове радње одобри полицајац у звању, не мањем, од главног полицијског инспектора (*superintendent*) већ сада то може учинити и полицајац у звању инспектора (*inspector*), а и проширена је могућност претрага ДНК профила и ван Уједињеног Краљевства, као и са ДНК профилима који су резултат добровољног давања биолошких узорака.

6. Закон о кривичном правосуђу (*Criminal justice act – СЈА*)

Законом о кривичном правосуђу (*Criminal Justice Act*, скраћено *СЈА*) из 2003. године су још једном извршене одговарајуће измене и допуне оригиналног *РАСЕ*-а из 1984. године и то тако што су проширена постојећа полицијска овлашћења у вези са узимањем, складиштењем и чувањем узетих биолошких узорака и формираних ДНК профила на начин који је изазвао и данас изазива много полемике и дискусије у научним и стручним круговима. Наиме, прописано је да се може узети неинтимни узорак од сваког лица које је лишено слободе поводом кривичног дела које спада у групу *Recordable Offences* и то без његове сагласности. То фактички значи да ће се од појединца узети неинтимни телесни узорак за ДНК анализу и формирати његов ДНК профил који ће трајно бити похрањен у *NDNAD* без обзира да ли ће накнадно бити оптужен или не за то кривично дело.

На овај начин је дошло до рапидног ширења националне ДНК базе података, а основно питање које се и данас поставља јесте да ли је оправдано са аспекта заштите приватности неког лица да се у базу података складиште и трајно чувају профили невиних особа јер то дефинитивно јесу лица која су лишена слободе, а касније чак нису ни оптужени.

¹² *Caution* је службена опомена полицајца лицу које је признало извршење кривичног дела. Ова опомена се најчешће даје малолетном учиниоцу као и учиниоцу који први пут изврши кривично дело. Сличну опомену полиција даје учиниоцу и онда кад одустане од кривичног гоњења упозоравајући га да ће у случају извршења новог кривичног дела узети у обзир раније извршено дело.

¹³ У периоду 1999/2000. године, дакле пре овог закона, 228.088 ДНК профила је било унето у *NDNAD* док је у периоду 2001/2002. године тај број износио више него дупло, 586.026.

жена.¹⁴ У том смислу треба напоменути да је и Европски суд за људска права у Стразбуру у једној својој одлуци утврдио да овакве одредбе представљају кршење људских права тако да се ове одредбе налазе под анализом и могуће је очекивати њихову промену.¹⁵

NDNAD садржи преко 4,5 милиона ДНК профила¹⁶ рачунајући ту и неидентификоване ДНК профиле који су прибављени из биолошког материјала са лица места кривичних дела. Орган овлашћен и акредитован да врши ДНК анализе и унос података у *NDNAD* је *FSS (Forensic Science Service)*. У јулу 2007. године *NDNAD* је имала 3.976.090 познатих ДНК профила у својој бази података што чини 6,5% целе популације Уједињеног Краљевства и по томе представља највећу ДНК базу података у свету.¹⁷

У *NDNAD* се екстрахују ДНК профили из три извора: са лица места, познатих лица, тј. осумњичених лица лишених слободе за кривично дело које спада у групу *Recordable Offences* и добровољно дати узорци (углавном у случајевима масовног ДНК тестирања). Треба напоменути да постоји и полицијска елиминациона база података (*PED*) која је установљена у фебруару 2000. године где се складиште профили свих запослених полицајаца и служи само у сврхе елиминације њиховог ДНК са лица места кривичног дела уколико је случајно такав траг остављен приликом вођења истраге (Semikhodskii, 2007: 82). Ови узорци и ДНК профили се чувају одвојено од осталих о којима је већ било речи и нису предмет претраживања, тзв. *speculative searching*.

7. Закључак

На основу претходно изнетог може се закључити да је метода ДНК профилирања у практичном поступању нашла своју пуну примену и да је највећим обимом заступљена у Енглеској у односу на остатак света, као и да је њена национална ДНК база података највећа на свету, али ипак поједина решења остављају места за дискусију. Ту се, пре свега, мисли на критеријуме по којима се од осумњичених лица узимају биолошки узорци за ДНК анализу, као и питање трајног чувања таквих узорака и формираних ДНК профила. Дозвољавајући да се узимају и трајно складиште биолошки узорци и ДНК профили невиних лица, под већ наведеним условима, изводи се закључак да је енглески законодавац прихватио једно екстензивно решење по којем је у сукобу два значајна интереса, између ефикасности поступања у кривичним ства-

¹⁴ Процентуално гледано, у Уједињеном Краљевству 43% лица која су лишена слободе касније не буду оптужена. Током 2004. и 2005. године било је 250 „погодака“ узорака лица која су лишена слободе, а касније нису оптужена са узорцима са лица места кривичног дела укључујући четири убиства, три силовања и 98 тежких крађа (Carling, 2008: 496).

¹⁵ Одлука ЕСЉП: *S & Marper v UK*, 2008.

¹⁶ www.npia.police.uk/en/docs/ndna_a4l_section3-08.pdf, доступно 5. 7. 2009.

¹⁷ Дуто је *NDNAD* била највећа база података и по укупном броју ДНК профила, али ју је по том питању премашила америчка ДНК база података. Наиме, у јулу 2007. године америчка ДНК база података је бројала 4.766.390 познатих ДНК профила, али то представља само 1,5% америчке популације тако да је енглеска национална ДНК база података остала највећа, процентуално гледано, с обзиром на укупни број становника (Carling, 2008: 492–493).

рима, односно у поступку откривања и доказивања кривичних дела и права на приватност лица, предност дао ефикасности у поступку откривања и доказивања кривичних дела.

8. Литература

1. Asplen, C. H., Esquire Smith Alling Lane, (2005), *The Non-Forensic Use of Biological Samples Taken for Forensic Purposes: An International Perspective*, American Society of Law Medicine & Ethics Report. p. 1–24.
2. Бошковић, М. (2005), *Криминалистика методика*, Полицијска академија, Београд.
3. Kaye, D. H., Smith, M. E. (2003), DNA Identification Databases: Legality, Legitimacy, and the Case for Population-Wide Coverage, 2003 Wisconsin L. Rev., p. 413–459.
4. Koops, B. J., Prinsen, M., Schellekens, M., (2006–2007), Wanted: A Tall Blond Dutchman. Does the Netherlands Set the Stage in Regulating Forensic DNA Phenotyping?, 13 Tilburg Foreign L. Rev., p. 206–227.
5. McCartney, C. (2004), Forensic DNA Sampling and the England and Wales National DNA Database: A Sceptical Approach, Critical Criminology, 12, p. 157–178.
6. Миљковић, Ј. (2001), *Биолошко вештачење кривичног дела силовања методом ДНК отиска*, Насиље и кривична одговорност, Српско удружење за кривично право, Копаоник, стр. 139–148.
7. Monteleoni, P. M., (2007), *DNA Databases, Universality and the Fourth Amendment*, 82 N.Y.U. L. Rev., p. 247–280.
8. Обрадовић, Д. (2000), *Вештачење ДНК у кривичном поступку*, Југословенска ревија за кривично право и криминологију бр. 3. Институт за криминолошка и социолошка истраживања, Београд, стр. 51–70.
9. Selman-Ayetey, J. (2007), *DNA Usage in Criminal Justice*, in *Battleground Criminal Justice Vol. 1 (A-L)* Edited by Gregg Barak, Greenwood Press, Westport, Connecticut, стр. 194–203.
10. Semikhodskii, A. (2007), *Dealing With DNA Evidence: A Legal Guide*, Routledge-Cavendish, New York.
11. Симоновић, Б. (2004), *Криминалистика*, Правни факултет, Крагујевац.
12. Симоновић, Б. (2002а), Идентификација лица на основу утврђивања ДНК профила (1. део), *Безбедност*, XLIV (3), стр. 407–433.
13. Симоновић, Б. (2002б), Идентификација лица на основу утврђивања ДНК профила (2. део), *Безбедност*, XLIV (4), стр. 561–587.
14. Spencer, J. R. (2005), *The English System, European Criminal Procedures*, Cambridge University Press, Cambridge, стр. 142–217.
15. Feldman, D. J. (2007), *England and Wales, Criminal Procedure A Worldwide Study*, second edition, edited by Craig M. Bradley, Carolina Academic Press, Durham, North Carolina, p. 149–200.
16. Friedman, A. L. (1999), *Forensic DNA Profiling in the 21st Century*, International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology, 43, p. 168–179.
17. Haines, P. (2006–2007), *Embracing the DNA Fingerprint Act*, 5 J. on Telecomm. & High Tech. L., p. 629–655.
18. Hanson, D. (2007), *DNA Evidence A Powerful Tool*, Law & Order; 55, 4; Career and Technical Education, p. 95–99.

19. Carling, D. (2008), Less Privacy Please, We're British: Investigating Crime with DNA in the U.K. and the U.S., 31 *Hastings Intl & Comp. L. Rev.*, p. 487–507.
20. Wall, W. (2002), *Genetics and DNA Technology: Legal aspects*, Cavendish Publishing Limited, London.
21. Williams, R., Johnson, P., Martin, P. (2004), Genetic Information & Crime Investigation: social, ethical and public policy aspects of the establishment, expansion and police use of the National DNA Database. Project Report. Durham University, School of Applied Social Sciences, Durham.
22. Williams, R., Johnson, P. (2005), Inclusiveness, Effectiveness and Intrusiveness: Issues in the Developing Uses of DNA Profiling in Support of Criminal Investigations, *J. Law Med. Ethics.* 33(3). p. 545–558.

ФОРЕНЗИЧКО-ИНЖЕЊЕРСКИ АСПЕКТИ РАЗВОЈА ПОЖАРА У ЗАТВОРЕНОМ – ПРИТВОРЕНОМ ПРОСТОРУ

Радован Радовановић
Драган Млађан

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Заштита објеката од пожара је веома битна за безбедност њених корисника, јер су у њима угрожени животи и здравље људи, а и настају велике штете које се дуго или тешко санирају. Моделирање динамике пожара задржано је на проблематици примерене овом раду без подробне анализе феномена физике, хемије и других научних дисциплина. Ради квалитетније процене за угроженост лица од токсичних продуката, видљивост, процене потребе за уграђивањем инсталација за аутоматску детекцију и сигнализацију пожара и гашење у раду је анализирано неколико типичних сценарија развоја пожара у првим минутима. Специфично пожарно оптерећење и жестина пожара зависе од многих фактора као и вентилационих услова.

Кључне речи: пожар, продукти сагоревања, специфично пожарно оптерећење, затворене – притворене просторије, модел пожара, пожарни сектор, тестирање конструкција.

1. Увод

Од посебног интереса за безбедност су пожари у објектима. Наравно, проучавају се и пожари на отвореном простору али је код њих интервенција обично олакшана (ливадски пожари, пожари житних поља, пожари уређених шума и сл.), а и обично нема значајнијих проблема са евакуацијом људи. Пожари у објектима су много значајнији јер су у њима угрожени животи и здравље људи, а и настају велике штете које се дуго или тешко санирају.

У затвореном или притвореном простору (просторији)¹, пожар се не развија равномерно, пошто је током његовог трајања отежан прилив свежег ваздуха и смањује се количина кисеоника потребна за процес горења. Како људи бораве у просторијама које се знатно разликују по

¹ У нашим крајевима више месеци у години прозори у становима, канцеларијама и службеним просторијама су углавном затворени или постоји по неки мало отворен (за такве околности уводи се појам притворене просторије). У многим случајевима и врата у унутрашњости стана, групе пословних просторија итд. могу отворена или затворена али могу бити и притворена. У неким просторијама (посебно оним вертикалне оријентације) постоји промаја (степениште, окно лифта итд.), а негде се изводи вентилација ли климатизација која може имати велики утицај на динамику пожара.

величини и облику, постоји неколико приступа у овим анализама. Додатне компликације настају због различитих вентилационих услова. Зато је корисно да се прво анализирају простији амбијенти – мање просторије које су прилично затворене (мада и код затворених врата и прозора постоји извесна промаја у просторији јер се прострујавање одвија кроз фуге врата и прозора (наравно, мање кад имају заптивне гуме).

У првој фази развоја пожара, (Quintiere, 2006) док има релативно довољно кисеоника, горење је интензивно и брзо се шири. Због ослобођене топлоте током горења материје, развијају се гасови који се шире. Настали притисак продуката горења отежава доток свежег ваздуха у жариште, горење слаби и опада интензитет размене гасова. Однос количина свежег ваздуха и продуката горења се мења и услед тога је могуће смањење интензитета горења. У неким случајевима после фазе горења пламеном пожар постаје тињајући (фаза горења без појаве пламена). Често се догоди да се и пожар угаси, посебно ако је материјал теже горив, односно ако споро гори. То се догађа чешће код подних облога јер је фронт ширења пожара (дрво у виду паркета и други материјали) у овом, хоризонталном положају спор. Међутим, исти материјал (нпр. дрво, медијанпан, итисон и др.) у вертикалном положају може да гори прогресивно и да пожар временски добија на снази (Quintiere, 2006). Зато је важно утврдити шта се прво упалило и какве су карактеристике горења тог материјала или горивог пакета и какав је његов положај у простору (вертикалан погодује бржем горењу, а хоризонталан може довести и до спонтаног гашења).

Када се пожар развије, топли гасови и пламен загревају горње делове конструкције, од којих се топлота одбија и загрева остали гориви материјал у просторији, проузрокујући ширење пожара. Део овако настале топлоте преноси се на конструкционе елементе и провођењем у суседне просторије, као и на цео објекат. Уколико су сва врата, прозори и други отвори на просторији затворени, постепено се јавља недостатак кисеоника. У моменту када од пожара температура и напони у иначе кртом стаклу достигну критичне вредности, долази до пуцања прозорског стакла, што омогућава доток свежег ваздуха и нагло горење непотпуно сагорелих продуката горења. Ова појава битно утиче на брзину ширења пожара (ако већи комад стакла отпадне и настане већи отвор), како у самој просторији, тако и изван простора који је првобитно био захваћен пожаром. Треба имати у виду да је могуће само прскање стакала (prozори се обично изводе као двоструки) па и кад настане пукотина, односно делимично испадање комада стакла, нема још значајније промаје.

Надпритисак који се јавља од врелих продуката горења је мали (10–20 Pa) зато што се гасови пробијају кроз процепе код врата и прозора (Kleut, 2007). Тако мала вредност надпритиска може да утиче мало на лом стакла и избацавање комада стакла из окна да би се формирао већи отвор. Може се рећи да стакло пуца и испада више због ограниченог

ширења, термичких напона услед неуједначеног загревања и сл., него од силе притиска продуката горења (мада је и то некада могуће – кад се на другој стран, нпр. отварањем врата, појави нагло потребна количина свежег ваздуха, па смеша испарелог горива скоро дефлагрантно изгори и створи ударни талас на стаклену површину) (Icove, DeHaan, 2004)

Уопште, постоје многе околности које могу довести до различите динамике пожара у просторији и зато је то један од проблема који се тешко може математички моделirati и за простије и унапред познате амбијенте (нпр. хотелска соба, спаваћа или дневна соба стана, канцеларија за два-три службеника и сл.). Ипак, развијена је теорија динамике пожара која обухвата неколико основних утицајних фактора – горивих материјала и њихове количине, величине просторије (у вези са површином зидова и другим површинама које омеђују просторију, а „упијају“ топлоту, па је важно знати њихове термичке карактеристике), положаја и величине отвора (који одређују тзв. вентилациони фактор), густине начина слагања горивих материјала, одимљавања итд. Строже разматрано, требало би знати и положај места где настаје пожар у просторији, положај просторије у згради (подрум, нижа етажа, виша етажа, поткровље) итд. У референтним центрима за проучавање проблема пожара развијене су одговарајуће теорије и у складу са тим направљени компјутерски програми за симулације динамике пожара, који узимају у обзир око десет битних фактора, односно услова. Ове симулације користе се и за утврђивање вероватног сценарија пожара за објекте који се пројектују, али и за осветљавање пожара који су се догодили, тако да је и у форензичко-инжењерском смислу њихов значај респектабилан (Kleut, 2008).

2. Развој пожара у мањим и средњим просторијама

За неке анализе динамике пожара довољно је да се узме само неколико основних утицајних фактора.

До средине XX века намештај је израђиван само од дрвета и користило се мало других природних материјала. Сви други гориви материјали у анализи сводили су се по топлотном доприносу у пожару на дрво па се тако процењивало колико је килограма дрвета у некој просторији или по 1 m^2 њеног пода. Дакле, узимало се у обзир да је у питању дрво (топлотне моћи око 18 MJ/kg) и то у виду тањих плоча, летви, гредица и сл. (тако да може да гори и изгори скоро у целини) (Icove, DeHaan, 2004).

Наравно, експериментисало се и са горењем старог намештаја у пожарној соби (обично димензија $4 \times 3 \times 3 \text{ m}$) са једним или два отвора у зидовима од опеке који су малтерисани изнутра. После утврђивања корелације динамике горења намештаја и, стога, дрвених гредица сложених растресити на одређен начин, прешло се на коришћење модела у виду стога дрвених гредица који симулира горење намештаја и друге гориве опреме. На слици 1 приказана је једна експериментална

пожарна просторија, у којој су бројни инструменти за мерење температуре, притиска и струјања ваздуха.

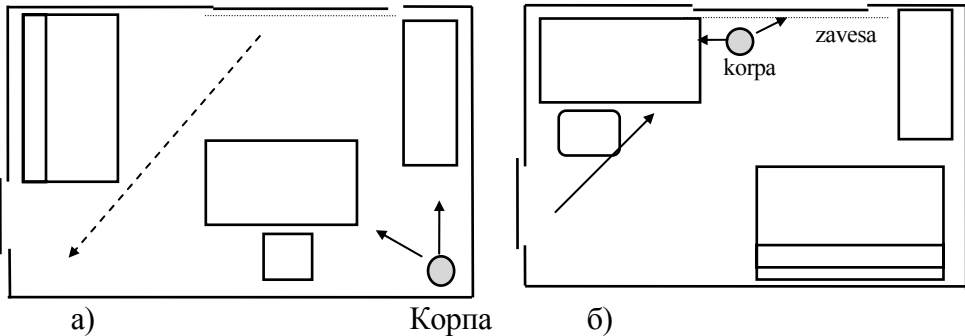


Слика 1 - Снимање развоја пожара савремено опремљене просторије²

Паљење је фаза која траје од приношења до прихватања пламена (од пилот пламена) које настаје обично при површини горења од 5 cm^2 (за папир, текстил) до око 10 cm^2 (тешкогориве материје). Зависно од интензитета топлотног извора и гориве материје овај период траје 10 до 15 s, за лако запаљиве материје, и око 2 min, за нормално запаљиве. Толика површина горења даје довољну количину топлоте да се оствари прогресивно горење. Зрачењем из пламена флуksom q'' (прогревање ИЦ зрацима на даљину од неколико cm – и све више како димензије пламена расту) и непосредним дејством пламених гасова, као и провођењем, припрема се горива маса за горење. За првих 3 до 8 минута горења долазе до изражаја карактеристике гориве материје. Утицај вентилационих услова и термичких карактеристика зидова долази до изражаја нешто касније (Quintiere, 2006).

За рану фазу пожара развијени су прорачуни за пожарно проветравање просторије. Треба бити опрезан према многим моделима јер њихови аутори „бирају“ оне услове који ће дати олакшице у прорачуну, а реална ситуација није тако једноставна (Icove, DeHaan, 2004). На услове проветравања у раној фази пожара има утицаја низ околности, као што је место зачетка пожара у односу на врата и прозор(е) (слика 2). Овде се види основа две приближно исте просторије, али другачије аранжиране. Аранжман ентеријера, врста материјала предмета најближих извору пожара, тј. њихова запаљивост, имају битан утицај на развој пожара (неповољнији је аранжман б) (Kleut, 2007).

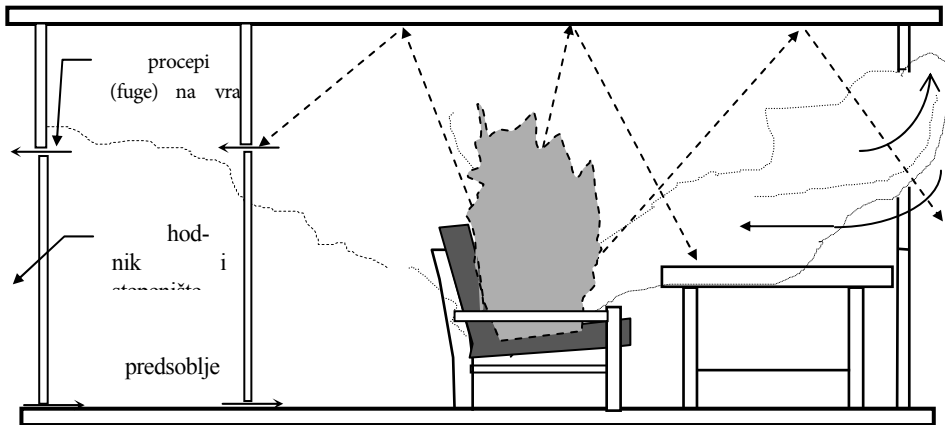
² Извор: John J. Lentini, *Scientific Protocols for fire investigation*, Taylor & Francis Group, LLC, 2006.



Слика 2 - Место почетка пожара³

У многим случајевим пожар се развија по принципу рушења домина погодно постављених (кад падне једна, она обара следећу и тако редом). Ако је друга или трећа довољно далеко тако да при паду не може да дохвати следећу, догађај остаје локалан. У аранжману на слици 2б пожар би се могао пренети са корпе на завесу, па даље на полицу, а затим другу завесу и лежај. У аранжману на слици 2а има услова да пожар остане локализован само у релативно изолованој корпи за отпатке!

У случају да гори фотеља, упаљена од цигарете, пожар се може развијати несметано по свој горивој површини (слика 3). У многим случајевима пресвлаке фотеља су текстилне, некад је то винил или кожа, али је чињеница да сви ови материјали дозвољавају брзо кретање фронта пламена (нешто брже, када се фронт креће навише, али је могуће и ширење наниже) (Quintiere, 2006).



Слика 3 - Пожар већег комада ентеријера (фотеље) у просторији ствара услове за развијени пожар⁴

³ Извор: Клеуг, 2007.

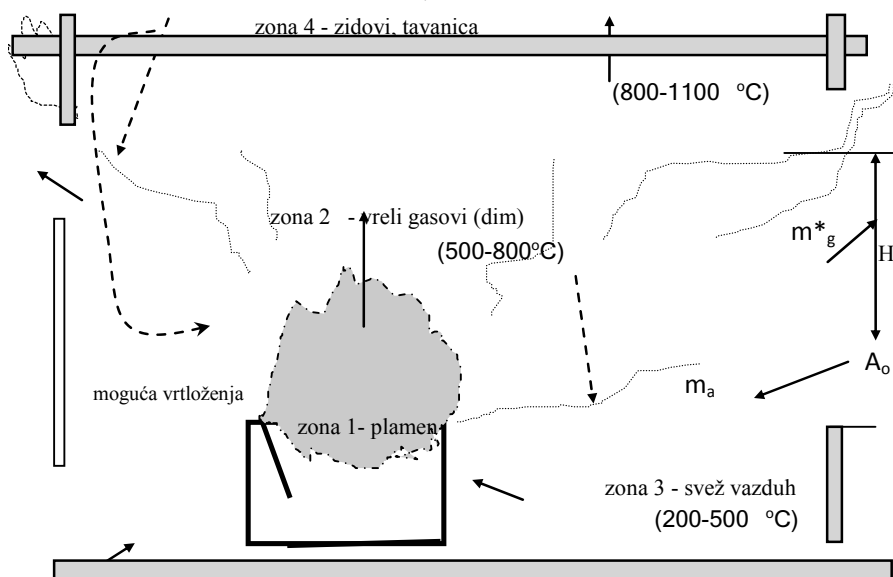
⁴ Извор: John J. Lentini, *Scientific Protocols for fire investigation*, Taylor & Francis Group, LLC, 2006.

Ако у једној фотељи има око 10 kg дрвене масе и око 5 kg текстилних материјала, еластичне испуне (пенасти полиуретан), постоје услови да се створи велики топлотни извор (велики пламен). На сваки килограм ове разнородне масе потрошиће се 5–15 dm³ ваздуха и продукти горења ће као лакши (дим) испунити горњи део просторије. Као модел ћемо посматрати просторију на слици 4. Сматрамо да споља долази свеж ваздух индукцијом (усисавањем, које стварају врели гасови који се уздижу из пламена), масе m_a . Отвор је укупне површине A_o и висине X .

Приказом зона за дату просторију започиње математичко моделирање преноса топлоте (Icove, DeHaan, 2004):

- од пламена (зона 1) ка врелим гасовима (зона 2) – конвекцијом и провођењем; ка зидовима – зрачењем;
- од зоне 2 на зону 3 – конвекцијом, а касније и зрачењем;
- из зоне 2 излази маса продуката сагоревања m^* – конвективним струјањем;
- зидови рефлектују топлоту и пре загревања, али кад њихова температура пређе 500°C зраче.

Моделирање динамике пожара овде није могуће дати у укупном обиму, јер би то захтевало подробније анализе феномена физике (посебно термодинамике и механике флуида), хемије и других научних дисциплина, па ћемо се, стога, задржати на проблематици која је превасходно примерена овом раду.



Слика 4 - Модел зона ваздушних маса – размена енергија и маса у развијеном пожару⁵

⁵ Извор: John J. Lentini, *Scientific Protocols for fire investigation*, Taylor & Francis Group, LLC, 2006

Ако горива маса може да да пламен температуре преко 600°C – што се скоро увек постиже – зрачење из пламена загрева околне површине које су и нешто даље од домета врелих гасова и дима. Ово зрачење се рефлектује од зидова и других површина и тако се прогрева и припрема за паљење и заклоњена (у односу на пламен) површина има таваница; како јој температура расте она постаје јак извор секундарног зрачења. Приликом врелих гасова у слој дима његова температура расте и просечна температура ваздушне масе у просторији се повећава сразмерно ослобођеној енергији у пожару. Сви модели прорачуна узимају у обзир расподелу енергије која одговара односу (Quintiere, 2006):

- око 2/3 ослобођене енергије (Q) предаје се конвективним ваздушним масама (свежем ваздуху који се усисава у подножју жаришта и учествује у горењу);
- око 1/3 ослобођене енергије предаје се околним површинама зрачењем из пламена.

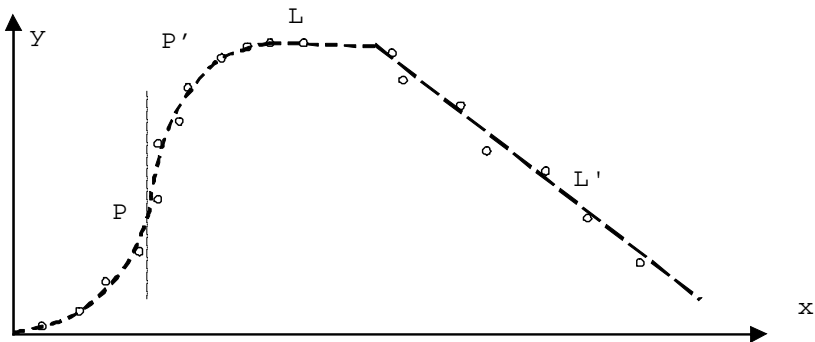
Колико ће енергије „изаћи” из просторије, као вентилациони губитак, битно зависи од отвора или величине фуга на прозору или вратима. Крило врата од лесонита захваћено пламеном прогори за 5 до 10 минута. Такође је велики и утицај термичке дифузивности таванице и зидова. Ова карактеристика се уводи преко „термичке дебљине зида“ која узима у обзир проводљивост зида, λ , специфичну топлоту, c , и густину, ρ . Зид може носити и неке обложне материјале – ламперију и сл. или се састојати од сендвич плоча. У овим случајевима је битна термичка карактеристика оне „плоче” сендвича која је изложена пожару. Испуна сендвича (нпр. минерална вуна) је обично добар термички изолатор па се може сматрати да се у првих 20 до 30 минута сва топлота накупља само у плочи (често гипс плоче, слој малтера дебљине 8 до 16 mm и сл.) изложеној пламену или зрачењу (Icove, DeHaan, 2004).

У нашем поднебљу куће се израђују од класичног или армираног бетона, опеке или гас-бетона уз малтерисање са унутрашње стране. Слој малтера је 5–25 mm што представља термичку „плочу” – која ће у касније, у развијеном пожару, отпадати са зида од опеке. У новије време за равнање бетонских зидова користе се различите масе за глетовање. Дебљина слоја масе за глетовање на зиду је мала и обично се може занемарити. После неколико минута термичког зрачења сва органска маса на површини ентеријера (ламперија, врата плакара, ормана, собна врата итд.) на бази дрвета и сличних органских материјала моћи да се довољно прогреје (изазива пиролизу) да би из ње настало интензивније испаравање влаге и лаких фракција (волатили – CO, CO₂, HCl, HCN, алкохоли и др.). Волатили се мешају са свежим ваздухом или димним гасовима. Тек кад се температура врелих гасова при таваници дигне на око 600 °C долази до спонтаног паљења горивих пара непосредно на њиховом извору тако да изгледа као да је предмет нагло обливен пламеном (Kleut, 2007). Ако се ова појава – изненадног

„обливања“ пламеном – синхронизује на свим већим прогретим горивим површинама ентеријера (и од тада пожар битно добије на снази – скоковито порасте површина горења) каже се да је дошло до флеш-овера⁶. Флеш-овер је почетак фазе развијеног пожара. Јасно је да се флеш-овер може лакше догодити ако се јак пожар развија у средини просторије, а гориве плоче се налазе на уједначеним растојањима. У многим пожарима нема ове спектакуларне појаве, али може доћи до наглог пораста температуре (Quintiere, 2006).

Флеш-овером се завршава фаза почетног развоја пожара јер је тада већи део просторије (горњи и средњи део) у пламену и врелим гасовима. Незаштићен човек не може преживети флеш-овер⁷.

Како је уобичајено и у другим научним областима, и у проблематици пожара везе основних параметара процеса се приказују графички. Како се ослобођена количина топлоте не мери директно, за анализу се обично користи величина која је добро одсликава – температура у зони топлотног извора. На слици 5 се види да приказане промене (у представља пораст температуре у просторији, ΔT , или топлотна снага Q ; x – време t) могу да се у целини врло површно фитују са две параболе P и P' и две линеарне функције – L и L' . Како се у фази (при)паљења и раној фази развоја пожара жели прецизније дефинисање пожарних величина користе се и нешто сложеније функције – експоненцијалне и логаритамске.



Слика 5 - Фитовање функција које описују развој пожара у времену⁸

⁶ Термин флеш-овер (енг. *flashover* или *flash-over*) у већини језика се не преводи. У нашем језику – за предмет кога тако нагло захвати ватра (али обично кад брзо изгори!) кажемо да је „плануо“. Енглези је ова појава асоцирала на ефекат кад фотографски флеш (блиц) „севне“ и светлошћу „прелије“ околне предмете (одатле – *flash-over*). Наши аутори (и преводиоци) покушавали су са терминима – разбуктавање, свеплам и сл. Можда су боље речи – „обливање пламеном“ или оставити флеш-овер.

⁷ У забавним филмовима приказује се како незаштићена особа излази из просторије обливане пламеном. То је, у принципу могуће само уколико особа протрчи кроз просторију која је са мањим садржајем, у погледу количине, али повољно распоређених (у виду фолија и сл.) лако запаљивих материја, као што су завесе, пресвлаке на столовима, папирне тапете и сл., али се ту не ради о флеш-оверу, јер је просечна температура у просторији ниска.

⁸ Извор: James Quintiere, *Fundamentals of fire Phenomena*, John Wiley & sons, 2006.

У САД се за рани развој пожара (Quintiere, 2006) узима да је $v_{sr} = \text{const.}$ и $m''_{sr} = \text{const.}$ што даје снагу:

$$Q^* = \alpha t^2, [\text{kW}]$$

$$\alpha = Q^*/t_r$$

при чему се варира α да се добија различита брзина раста квадратне параболе, што одговара различитој брзини ширења пожара и површинској брзини горења. Q^* се обично усваја као 1 MW, а t_r се усваја (ISO/TR 13387-2 1999) као период брзог раста од 600 s за спори развој, 300 s за средњи, 150 s за брзи и 75 s за ултрабрзи. Овако се упрошћава функционална зависност (напр. уместо $t^{7/2}$ или $t^{5/2}$ рачуна се са t^2) а корекција се врши преко коефицијента α . Према наведеном ISO овакав развој пожара се назива T-2 или t^2 пожар, а те 4 варијанте одговарају горивим пакетима:

1. ултрабрзи (лако запаљива роба, вертикално оријентисана у простору која брзо гори),
2. брзи (лако запаљива роба, велике површине горење, која брзо гори – као кревети),
3. средњи (мешовита горива роба),
4. спори (масивно дрво, угаљ, паркет и сл.).

У просторијама обично имамо комадни намештај или опрему, некад и неповезану горивим посредницима (тепих и сл.) па се пожар шири неравномерно – убрзава при кретању по косој равни навише и вертикално, успорава кад се креће косо наниже, привремено прекида док не дође до „прескока“ на суседни гориви предмет. Зато се мора вршити усредњавање пожарних величина (Quintiere, 2006).

На основу познатог Q^* и A_z даље се срачунавају неке друге пожарне величине. Инжењери и научници траже објашњење феномена и моделирају за ‘своје потребе’ реалнији али и сложенији физички и математички апарат. Прате се и друге физичке величине које се релативно лако мере – притисак, промена масе, констатују се фазни прелази при одређеним условима – топљење, декомпозиција, испаравање и сл.

Да би се могле вршити неке квалитетније процене за угроженост лица од токсичних продуката, видљивост, процене потребе за уграђивањем инсталација за аутоматску детекцију и сигнализацију пожара и гашење анализирано је неколико типичних сценарија развоја пожара у првим минутима (Icove, DeHaan, 2004).

За један важан задатак инжењери пожарне безбедности су проценили вредности параметара кад гори (Quintiere, 2006):

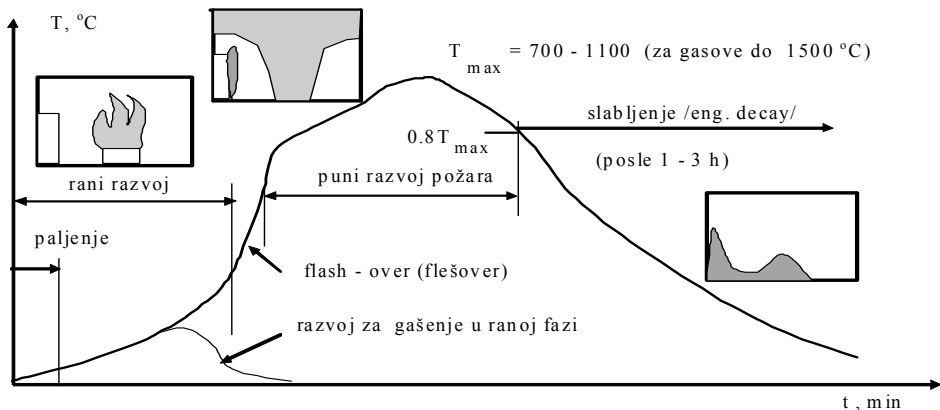
⁹ Вешти инжењери могу да направе „пожар“ у просторији са намештајем са врло брзим развојем (током 4-5 минута пожар захвата целу просторију) у пропагандне сврхе.

- путнички аутомобил: $\alpha = 0,0115$ до 100 s; што даје „средњи“ развој пожара $Q^*_{\max} = 3 \text{ MW}$;
- комби возило: $\alpha = 0,18$ (што је ултрабрзи развој пожара) до око 200 s; $Q^*_{\max} = 10 \text{ MW}$;
- теретно возило – терет мешовити материјали: $\alpha = 0.03$ до око 300 s; $Q^*_{\max} = 25 \text{ MW}$;
- цистерна са запаљивом течношћу: $\alpha = 0,18$ до око 500 s; $Q^*_{\max} = 50 \text{ MW}$.

У важним случајевима било би добро проверити неколико сценарија. За сагледавање опасности по објекат потребно је да се дефинише цео развој пожара у коме се рачуна:

- да нема гашења,
- да се врши (ефикасно) гашење.

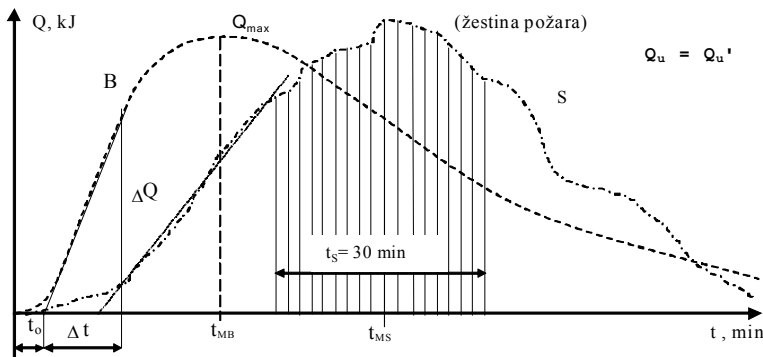
За илустрацију целог тока развоја пожара (слика 6) даје се график 'температура – време' „просечног“ пожара у просторији. Приказане криве (неспутаног пожара и пожара уз благовремено гашење) су „опште“ па не могу послужити за извлачење неких конкретних закључака о динамици пожара. Тако, и кад би знали садржај све гориве материје, место паљења и др. не може се лако рећи у ком тренутку би се могао очекивати флеш-овер, колика је максимална температура пожара, колика је максимална брзина пораста температуре итд. За добијање прецизнијег приказа пораста температуре током времена треба увести у разматрање још неколико физичких величина. Ослобођена количина топлоте обично се само мањим делом утроши на повећање температуре у просторији. На сам ток горења као и на одвођење топлоте из просторије битно утиче величина отвора кроз које се остварује проветравање или вентилација (Quintiere, 2006).



Слика 6 - Стандардна крива развоја пожара према ISO нормама

3. Жестина пожара, пожарно и специфично пожарно оптерећење

Треба истаћи да се релативно лако моделира врло рани развој пожара – кад је у просторији само једна буктиња. Наредне фазе развоја већ много више зависе од амбијенталних услова. На слици 7 се приказују два развоја пожара а затим се они упоређују по укупно ослобођеној енергији – Q_u . Види се да пожару који је имао спорији развој у каснијој фази снага може бити већа тако да се за краће време ослободи одређена вредност укупне енергије из горива. Иако су вредности укупно ослобођене енергије једнаке (једнаке површине испод кривих развоја пожара) ова два развоја пожара могу имати битно другачији одраз на људе, ентеријер и грађевински објекат.



Слика 7 - Термодинамичке карактеристике пожара – жестине 'брзог' (B) и 'спорог' (C) пожара¹⁰

Време t_0 је време иницијализације пожара. Оно се обично односи на период када настаје разгоревање спољашњег дела пакета горивих материја (нпр. синтетичке текстилне пресвлаке на каучу код кога је меки део од пенастог полиуретана). Некад је то време од паљења гужве папира у корпи за отпатке, из фазе тињања пепела од опушка до ватре такве величине за коју је очито да се више сама неће угасити (обично је то буктиња висине око 1 м) или од тињања пластичне изолације кабла до пламеног горења које обухвата моторни простор путничког возила. У посебним условима ово време траје и више десетина минута. Тако се догађа да се пожар споро развија у неком разводном орману, а кад изађе из „кутије“ дође у контакт са потребном количином ваздуха и тада имамо јако пламено горење (Daeid, 2004).

Пожар са дужим временом иницијализације омогућава ефикасну детекцију и локализацију.

Нагиб испрекиданих правих линија које апроксимирају фазу наглог пораста температуре указује на брзину пораста топлотне снаге пожара

¹⁰ Извор: John J. Lentini, *Scientific Protocols for fire investigation*, Taylor & Francis Group, LLC, 2006.

($z = \Delta Q^* / \Delta t$). Пожари велике жестине у првим минутима указују на припремљеност материјала за горење (висока радна температура), повећано учешће лако запаљивих материјала високе топлотне моћи (гориви гасови, запаљиве течности, пластични материјали и др.), велику слободну површину горења, блискост горивих предмета, довољан прилив свежег ваздуха (некад и радом вентилације). Често је брзина пораста топлотне снаге z , више десетина киловата по минути, тј. за 10 минута пожар може имати снагу и већу од 1 MW. Пожар са споријим развојем могу у раној фази гасити и непрофесионалци, а тада постоје и боље могућности за евакуацију, односно може се применити детектор са мањом инерцијом итд.

Топлотна снага пожара у периоду пуног развоја репрезентује жестину пожара F_S (*fire severity*). Условно се може узети период од 30 минута (или 60, а само изузетно 120 минута) у коме се ослобађа топлотна енергија, па су изразито жестоки пожари нпр. са $F_{S(30/30)} = 24$ GJ. У индексу први број означава време у коме је топлотна снага највећа t_M , а други број указује на интервал t_s у коме се рачуна F_S (овде од 30. до 60. минута). У овом случају просечна топлотна снага пожара је $F_S/t_s = 24000/1800 = 13,3$ MW.

Пожари се могу рангирати по F_S (за $t_M = 30$ min и $t_C = 30$ у граду у коме је добро организована ватрогасна служба; за насеља која немају ватрогасну јединицу већ очекују долазак ватрогасне јединице из оближњег града боље је рачунати са $t_M = 45$ min и $t_C = 60$ мин.). За пожар у граду може се оценити да је средње жестине ако има $F_{S(30/30)} > 9$ GJ. У таквом пожару изгорело би (не било само захваћено!) 500 kg (еквивалентног) дрвета (односно око 16,6 kg/min!). Пракса показује да ово одговара количини горивог материјала која изгори у најмање два суседна стана од по 70 m². Пожар велике жестине је онај у коме сагори више од 60 kg еквивалентног дрвета/мин у трајању од 30 минута.

Пожарни сектор (ПС) је део зграде (некад само једна просторија) који је тако грађевински изведен да се на његовим границама (зидовима, међуспратним конструкцијама, вратима или клапнама отпорним на пожар, пожар задржи извесно време, тј. постигне локализација пожара док се не оствари ватрогасна интервенција са довољним снагама за ефикасно гашење. Парцелизацијом објекта у ПС се смањује потенцијална угроженост осталог дела зграде, (Dauid, 2004), али се обично оцењује да су трошкови за извођење пожарног оптерећења зидова, врата и клапни неко „додатно“ улагање тако да се за сваку зграду тражи оптимална мера парцелисања према броју лица која бораве у том делу објекта, количини и врсти горивих материјала (било да се ради о складиштеној роби или намештају, подовима итд.), степену запаљивости тих горивих материјала, њиховој вредности и значају уколико би изгорели итд.

Пожарно оптерећење (ПО)¹¹, Q_u , говори о количини топлоте која се може ослободити горењем свих горивих објеката у једној пожарној целини (изоливаном пакету горивих предмета, односно пожарно изоливаној просторији или групи просторија који чине пожарни сектор):

$$Q_u = \sum \zeta_i m_i H_{ci} \quad [\text{kJ}]$$

где су: m_i – масе горивих материја, kg;

- ζ_i – коефицијенти који указују на проценат изгоревања¹² (јер један део гориве масе код предмета велике дебљине не сагори до краја – за дрво дебље од 6 cm ова вредност је око 0,9 а до 0,6 за дебљину од 12 cm); за уредно намотан ваљак папира за новине или папирну амбалажу пречника око 1,5 m ова вредност је око 0,1; за књиге у полицама „тесно“ наслагане у библиотекама је око 0,15.
- H_{ci} – њихове топлотне вредности [kJ/kg].

Термин *пожарно оптерећење* указује на *енергетски потенцијал* у пожарном сектору (Quintiere, 2006). Некад се оно дели на непокретно (од грађевинских конструкција и инсталација) и покретно (од робе) пожарно оптерећење. За неку грубу процену тражи се и јединично или специфично оптерећење. Тако се рачуна *специфично пожарно оптерећење* (СПО) или q пода просторије (или меродавног њеног дела) која је оптерећена горивом материјом. По стандарду се рачуна на површину пожарног сектора A .

$$q = Q_u / A \quad [\text{kJ/m}^2] \text{ или } [\text{MJ/m}^2]$$

Ова вредност се рангира у три класе (према SRPS U.J1.030: 1976):

- мало : $q < 1000 \text{ MJ/m}^2$;
- средње : $1000 < q < 2000 \text{ MJ/m}^2$;
- велико : $q > 2000 \text{ MJ/m}^2$.

Потребно је увек дати конкретно вредност, на пример $4,8 \text{ MJ/m}^2$.

Ако је, на пример, површина пожарног сектора пројектног бироа са слике 8, око 350 m^2 , а у њему се налази 4250 kg дрвене (дрво, иверица, медијапан и сл.) масе врата, столова, столица, плакара, затим око 450 kg синтетичког текстила (завесе, подни покривачи, пресвлаке седишта и сл.), око 120 kg пенастог полиуретана (испуна седишта столица) и око 300 kg папира (свески пројеката, листова и ролни), потребно је да се одреде просечне вредности њихове топлотне моћи:

- за синтетички текстил: 24 MJ/kg ; за PPU : 34 MJ/kg ;
- за папир : 15 MJ/kg .

За дрвене плоче (врата, странице плакара и сл.) и „летвице“ (ноге и наслони столица/фотеља) може се узети да је $\zeta_d = 0,8$. За остале

¹¹ енгл. fire load

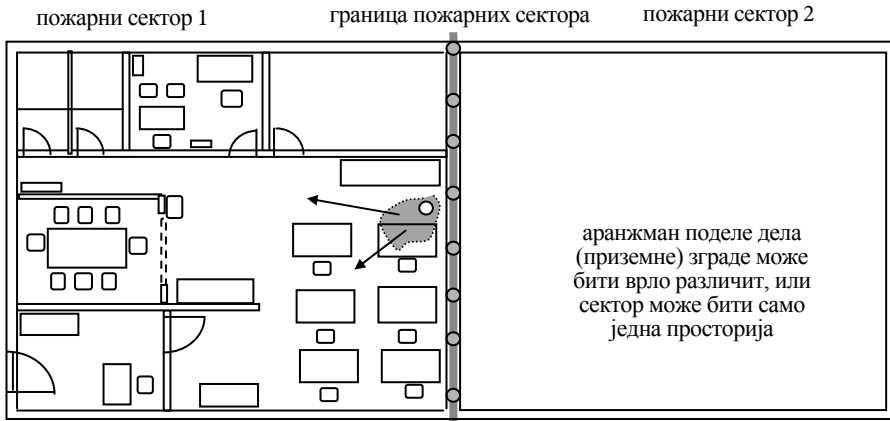
¹² Због релативно великог распона ове величине врло је важно да се она правилно процени. Ова величина је у корелацији са растреситостију ζ и фактором сагоревања m који се уводи у DIN 18230 део 2, одређиваног у Државној служби за испитивање материјала Nordrhein – Vestfalen у Дортмунду), а лабораторијски поступак његовог одређивања преузет је у SRPS U.J1.054 : 1997.

материјале се узима 1 (изгоревају – „потпуно“). Пожарно оптерећење би било у овом случају:

$$Q_y = 0.8 \cdot 4250 \cdot 17 + 450 \cdot 24 + 120 \cdot 34 + 300 \cdot 15 = 77180 \text{ MJ},$$

А специфично пожарно оптерећење:

$$q = Q_y/A = 77180 / 350 = 220 \text{ MJ/m}^2.$$



Слика 8 - Пример пожарног сектора – пројектног бироа у делу приземног пословног објекта¹³

Обично се греши у некоришћењу коефицијента изгоревања (односно, ове вредности се узимају као 1), али је ова грешка мање значајна јер иде „у страну сигурности“. Некад се ПО и СПО изражавају преко еквивалентне количине дрвета, што не би требало да ствара забуну, јер је топлотна моћ дрвета 17 – 19 MJ/kg. Тако се сматра да је q у стамбеним просторијама 30 – 40 kg дрвета по 1 m², што даје: $q = 17 \cdot 40 = 680 \text{ MJ/m}^2$. Дакле, q је мало.

Ако се топлотна снага пожара $Q^*[\text{kW}]$ сведе на јединицу површине жаришта, $A_z [\text{m}^2]$ добија се специфична топлотна снага $Q^*_1 = Q^*/A_z [\text{kW/m}^2]$. Ова вредност се понекад користи да укаже на жестину пожара.

У неком већем објекту биће и више десетина пожарних сектора са различитим q . Напомињемо да је јединица посматрања у овом смислу пожарни сектор, а не објекат, те нема смисла за цео објекат тражити „еквивалентно“ специфично пожарно оптерећење! (Kleut, 2007).

Међутим, потребно је за сваки пожарни сектор одредити специфично пожарно оптерећење¹⁴. Закључујемо да процена ризика само на бази

¹³ Извор: Kleut, 2007.

¹⁴ За стамбене и канцеларијске просторије се често из описа ентеријера само усваја да је мало. Како је то манипулисање неутуђених или полуобавештених подацима о q од малог значаја може се лако видети ако се узме да у једној просторији постоји 10 kg ситно цепаног дрвета (напр, као чипс разбијан по поду) а у другој истој таквој пањ од 10 kg или 10 kg угља у комаду. У другој просторији практично је скоро немогуће упалити дрвени пањ или угља а у првом случају пожар се може лако извести и очекивати врло брз развој.

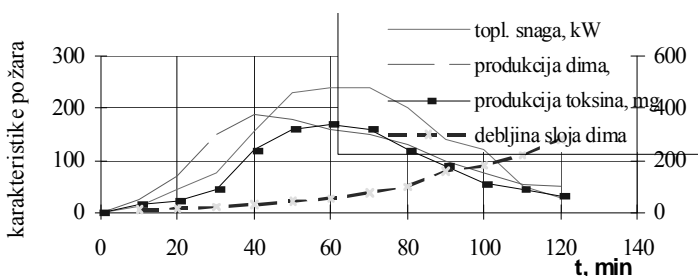
прорачуна Q_y па и q , практично нема значаја, посебно не у просторијама где бораве људи! Зашто? Јер се тиме не узима у обзир ни један од динамичких показатеља – промена снаге пожара, продукције и квалитета дима, видљивости итд. То што се из гориве материје по 1 m^2 пода просторије може добити и 5 GJ може бити много мање опасно (по човека, а и по зграду), ако је то тешкогорива материја (комадни угаљ, масивно дрво и сл.) која се може упалити тек јаким извором, уз малу вероватноћу појаве таквог извора, у односу на q од 1 GJ материје која гори брзопламено (запаљиве течности, пенасте синтетичке материје) и при томе даје високу топлотну снагу, опасно дими итд. Дакле, за озбиљнију анализу потребно је процењивати сценарио развоја пожара кроз фамилију функција:

$$S = s(m_i^*, Q, m_s, A_o, \dots t)$$

Уколико нема података за развој неке пожарне величине у ширем опсегу корисно је (као у другим областима технике – нпр. потрошња горива за аутомобиле при брзинама од $90, 120$ и 160 km/h , при градској вожњи, на отвореном путу и сл.) да се познаје стање у најмање 4 до 6 „тачка“. Тако је за проблеме дојаве пожара, аутоматског гашења и евакуације погодено одредити топлотну снагу пожара, количину дима и сл. у 1, 2, 3, 5 и 10 минути. За термичко оптерећење грађевинског објекта добро би било знати топлотну снагу пожара и вентилационе услове за 3, 8, 15, 30 и 60 минута (Kleut, 2007).

Дакле, важни подаци о топлотном процесу су: $Q^*_{(1)}$; $Q^*_{(2)}$; $Q^*_{(5)}$; $Q^*_{(10)}$ итд. Из оваквих података могу се одређивати динамички параметри пожара – нпр. индукционо време, брзина пораста топлотне снаге, максимална снага Q^* , t_M , F_s итд.

За подробније анализе пожара морају се тражити снопови графика пожарних величина, као на слици 9 (величине су дате само за илустрацију и без строности у погледу релација ових параметара).



Слика 9 - Приказ основних пожарних величина за један (највероватнији) сценарио пожара¹⁵

Ради процене ризика морају се разматрати и други – више, исто и мање значајни утицајни фактори – за детаљнију анализу, укупно 5 до 10 величина („дебљина“ слоја дима, видљивост и др.). Међутим, за многе

¹⁵ Извор: James Quintiere, Fundamentals of fire Phenomena, John Wiley & sons, 2006.

гориве материје и њихове аранжмане испитне лабораторије су још далеко од тога да могу да дају потребне податке пројектантима и истраживачима узрока пожара. После флеш-овера пожар се нагло развија уз пораст температуре на 700–1100 °C у зони плафона. Температуре у доњем делу просторије, осим изнад жаришта, су обично знатно ниже.

Прве студије развијеног пожара у просторији обављене су тридесетих година XX века (Ингберг) али је систематски ову фазу испитивао педесетих година К. Kawagoe (Јапан). Мерењем брзине горења стога дрвених гредица, уз варирање вентилационог фактора добијен је израз:

$$m^* = 0.09 A_o \sqrt{H} \text{ [kg/s].}$$

Касније су други истраживачи утврдили другачије константе за друге режиме вентилације, друга горива итд. Упорно је истраживан утицај специфичног пожарног оптерећења. Маргарет Лоу је извештавала о тестовима у соби површине пода 29 m² у којој се експериментисало са жариштем класе А. Варирани су површина отвора и пожарно оптерећење, тј. количина дрвета – F_L [kg]. Неки резултати су дати у Табели 1.

Пожарно оптерећење	Површина отвора A _o [m ²]	Q* [MW]	Q _e [%]	Q _s [%]	Q _r [%]	Q _p [%]
F _L = 877 kg	11.2	7.9	65	15	11	9
	5.6	7.9	52	26	11	11
F _L = 1744	11.2	13.3	61	15	11	13
	5.6	9.6	53	26	12	9

Табела 1¹⁶

Овде је:

- Q* - топлотна снага пожара;
- Q_e [%] - учешће количине топлоте, од укупно добијене горењем, Q, коју односе врели гасови који излазе из отвора (прозора);
- Q_s [%] - део топлоте које апсорбују зидови;
- Q_r [%] - део топлоте који се троши на одржавање горења;
- Q_p [%] - део топлоте који се одводи зрачењем из отвора просторије у поље.

Сагледавајући табеларне резултате можемо да констатујемо:

- Са мањим q (q = F_L/A = 877/29 = 30,24 kg дрвета/m²) површина отвора нема утицаја на снагу пожара Q* (довољно је промаје коју даје отвор од 5,6 m²). При већем q умањује се Q*, посебно кад се отвор смањи (2,6 m²). Лако се уочава и другачија расподела енергије на зидове, а у мањој мери и на зрачење из отвора.

¹⁶ Извор: James Quintiere, *Fundamentals of fire Phenomena*, John Wiley & sons, ltd, England, 2006.

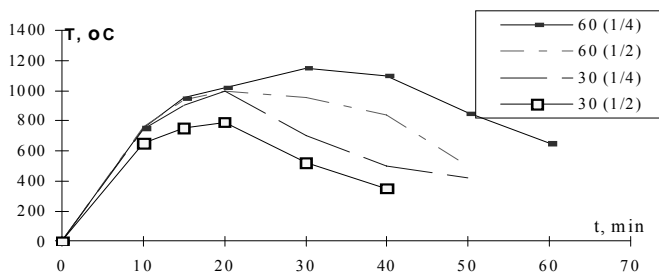
- Снага пожара зависи од релативног вентилационог фактора, RVF :

$$RVF = [(A_T - A_o)/A_o] \cdot \sqrt{H}$$

и од геометрије просторије, односа дужине и ширине просторије D/W (A_T – површина зидова (таванице и пода) која прима/рефлектује топлоту; A_o - површина отвора, m^2).

У овој фази пожара је цела површина горивих материја обливена пламеном. Због ефекта „коморе“ (у некој мери адијабатских услова термичког процеса) температура расте све док је количина топлоте која се горењем ствара већа од одведене конвекцијом и радијацијом, кроз отвора и са зидова.

Бучер (Butcher) је испитивао развој пожара чији је незнатно модификован приказ дат на слици 10. На апсиси је дато протекло време t [min], а на ординати пораст температуре у просторији, ΔT , [°C]. Овде је у легенди са 60 означено специфично пожарно оптерећење од 60 kg дрвета/ m^2 , а (1/4) представља део површине коју има отвор A_o на том зиду.



Слика 10 -: Жестине пожара у функцији специфичног пожарног оптерећења и вентилационог фактора¹⁷

Фаза пуне снаге пожара у просторији је важна за разматрање преноса пожара на суседне просторије. Пожар у некој од соба стана се преноси и на суседне просторије јер прогоревају врата а понекад се пожар преноси и у ходник до врата суседног стана (Daeid, 2004). По правилу из отвора улазних врата стана избија велика количина врелих гасова односно дима који се конвективно креће према горњим етажама, а мање хоризонтално (ако постоји јака попречна промаја). То значи да су врелим гасовима и димом у ходнику и степеништу угрожени људи који се још нису евакуисали а лакше запаљиви материјали могу се запалити и настати секундарна жаришта. Ако постоји такав ентеријер у ходнику и степеништу који је горив, пожар може да се пренесе до суседних станова (пословних просторија и сл.), да се пренесе на више етаже кроз степениште и да зграда постане једна буктиња (Quintiere, 2006).

¹⁷ Извор: Kleut, 2008.

Неки резултати истраживања ове врсте не могу много да помогну универзално, јер се зна да се у неким земљама више користи масиван намештај од дрвета, у другим више метал и стакло (или клирит), негде су собе велике, а мање „набијене“ намештајем, негде су ходници без горивих садржаја итд.

Чак и кад је пожар у само једној просторији веће зграде са неколико етажа, постоји опасност да се угрозе¹⁸ носећи конструктивни (стубови, зидови) целе зграде¹⁹ и да дође до њеног колапса – делимичног или потпуног зарушавања.²⁰ Историјски посматрано, и имајући у виду бескрајну разноликост динамике пожара (која доводи до врло различитог одзива узорака), констатујемо да је на почетку било потребно увести погодна симулацију пожара са стандардом дефинисаним развојем термичког оптерећења, као просечним у реалним амбијентима. Овај приступ је конципиран још крајем XIX века када су почела да се обављају испитивања зидова и врата отпорних на пожар. Тада је значајан број пожара трајао и преко 6 сати (због тешкоћа и допремању воде за гашење, слабе видљивости, неодговарајуће заштитне опреме ватрогасаца итд.) па је тражено да зидови већих зграда који чине границу пожарних сектора очувају ту функционалност и до 6 сати. У првим деценијама XX века у неколико земаља Европе и Северне Америке уједначени су поступци испитивања основних грађевинских конструкција, извршена стандардизација пећи за испитивање²¹, критеријума оцењивања и извештавања. До краја века

¹⁸ Термином *отпорност* изражавамо очување одређених позитивних особина на спољашње дејство. У свакодневном говору се за отпорност предмета на дејство ватре од неколико минута, некад и до сат-два, користи термин *ватроотпорност* а при томе се мисли на то да узорак не гори. За негоривост при трајнијем излагању ватри користи се термин *ватросталност* (напр. за кухињско посуђе које треба да се хиљаде пута излаже пламену из горњоника где гори ТНГ).

¹⁹ Грађевинске конструкције се деле на *носиве* (стубови, греде, међусупратне конструкције, зидови, кровне конструкције итд.) и *неносиве* (преградни зидови, врата, клапне и сл.) па се тако и испитују. Статичар носеће конструкције дефинише преднапрезање типских конструкција приликом уградње у пећ и предходног механичког оптерећења (хидрауличним пресама) са тежњом да се у конструкцији добије слика напона која одговара реалној конструкцији у објекту пре настанка пожара. У *принципу утврђује се промена геометријско-механичких карактеристика конструкција на високом температурама*. Испитивање носивих конструкција без реалних оптерећења је по правилу неумесно. Стварање репрезентативне слике оптерећења на узорку који се испитује мора да се провери и констатује у извештају. Неносиве конструкције испитују се неоптерећене али се деформације догађају и под дејством гравитационе силе и других унутрашњих сила.

²⁰ Отпорност на пожар *типских грађевинских конструкција* утврђује се испитивањем у испитним пећима према стандарду *SRPS ISO 834: 1994* и стандардима изведеним из њега за поједине врсте конструкција (зидове, међусупратне конструкције, врата, носаче (греде), стубове и сл.). За носаче и стубове као и неке друге конструкције овај стандард има само полазне основе. Није увек јасно шта се подражава под типским конструкцијама – у градњи стамбених, пословних, складишних и индустријских објеката то су готови или полуготови склопови који се праве индустријски (у серијама од више стотина, па и хиљада), каталожски приказују и као типски продају. За врло одговорне и објекте повећаног ризика од пожара препоручује се да се изврше испитивања конструкција и уникатног типа (необичног или сложених облика) као да се ради о типским.

²¹ У пећи за тестирање узорака ствара се ватра из више погодних постављених горњоника да се добије униформно топлотно оптерећење, ложењем уља или гаса. Пораст температуре се „води“ (дозирањем горива на горњонцима) по стандардом дефинисаној криви. Пламен непосредно делује на узорак, а снага пећи треба да одговара оној која настаје бар на почетку развијених пожара (1 до 2 MW). Пећ мора да буде изграђена у некој већој просторији у којој би могла да се одржава температура амбијента око 20°C. За пећи на отвореном простору резултати се могу оспоравати, посебно ако се тест врши при хладном и ветровитом времену.

су ови стандарди „дотеривани“. Термини *отпорност на пожар* (ОП или Ф) или *пожарна отпорност* (ПО), имају прецизно одређено значење. Оно се везује за одређене перформансе грађевинских конструкција за време 15 минута до 4 сата, кад испитни пожар (а не било који) једнократно делује на конструкцију и то одмах релативно великом топлотном снагом (слика 11).



Слика 11 - Тестирање конструкција (овде греда) у реалним амбијентима у Кардингтону (УК)²²

Фаза слабљења пожара овде није посебно разматрана. Она се односи на догоревање дебљих горивих предмета или гашење пожара (деловањем обично расхладним средством – нпр. распршеном водом на жариште). Ток ове фазе пожара може бити развучен, односно жестина пожара може бити велика (ако нема гашења, постоје добри вентилациони услови, горива још има довољно); ако се обавља интензивно гашење пад температуре је наглији (Daeid, 2004). Чак и кад се пожар угаси (нема више „живих жаришта“) температура зидова, а тиме и ваздуха у просторији још је релативно висока, ако нема интензивне промаје.

4. Закључак

На основу сагледавања свих релевантних форензичко-инжењерских аспеката сложеног процеса, какав је развој пожара у затвореном, односно притвореном простору, може се закључити да је то пре свега непотпуно истражено научно-стручно поље, где се убудуће, комбиновањем моделирања и ‘реалног’ испитивања, може значајно појачати снага материјалних доказа у судским процесним радњама, али пре свега то мора да буде истраживање у функцији безбедности, превентивног поступања и помоћ у инжењерско-конструктивном смислу.

²² Извор: James Quintiere, Fundamentals of fire Phenomena, John Wiley & sons, Ltd, England, 2006.

5. Литература

1. Andrew Furness, Martin Muckett, Introduction to fire safety management, Burlington, UK, (2007).
2. Aleksić Z., Kostić R., Požari, paljevine, eksplozije, Beograd, (1987).
3. David J. Cove, John D. DeHaan., Forensic Fire Scene Reconstruction, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, (2004).
4. James Quintiere, Fundamentals of fire Phenomena, John Wiley & sons, ltd, England (2006).
5. John J. Lentini , Scientific Protocols for fire investigation, by Taylor& Francis Group, LLC, (2006).
6. Mlađan D., Taktika gašenja požara, Beograd: Zavod za izdavanje udžbenika RS, (1996).
7. Niamh Daeid, *Fire investigation*, USA (2004).
8. Nikola Kleut: JUS TP 21 2003 Tehnička preporuka za urbanističke i građevinske mere bezbednosti od požara stambenih, poslovnih i javnih zgrada i komentar autora sa priložima, Zaštita sistem, Beograd 2005 Nikola P. Kleut : Planiranje i projektovanje hotela i poslovnih zgrada bezbednih od požara i drugih akcidenata, Zaštita sistem, Beograd, (2007).
9. Nikola P. Kleut : Planiranje i projektovanje javnih objekata bezbednih od požara i drugih akcidenata, Zaštita sistem, Beograd, (2008).
10. Nikola Kleut: Nova ispitivanja građevinskih konstrukcija na dejstvo požara u EU i klasifikacija – Razumevanje zahteva tih standarda; Međunarodni naučno stručni simpozijum Instalacije i arhitektura; Zbornik radova; Arhitektonski fakultet Beograd, (2011).

FORENSIC AND ENGINEERING ASPECTS OF DEVELOPMENT OF FIRE IN CONFINED SPACE

Summary: Protection of facilities from fire is very important for the safety of their users, because lives and health of people are endangered, and great damage is being caused which takes time to be and is difficult to repair. Modeling the dynamics of fire was limited on the issue of this paper, without a thorough analysis of phenomena of physics, chemistry and other scientific disciplines. In order to get higher quality assessment of threats from toxic products, visibility, assessment of the need for installing equipment for automatic fire detection and fire alarming, the paper analyzes some typical scenarios of development of fire in the first few minutes. Specific fire load and the severity of fire depend on many factors, as well as on ventilation conditions.

Keywords: fire, combustion products, the specific fire load, confined premises, a model of fire, fire sector, construction testing.

МИКРОТРАГОВИ ВЛАКАНА КАО МАТЕРИЈАЛНИ ДОКАЗ У СУДСКИМ ПОСТУПЦИМА КОД СЛУЧАЈЕВА УБИСТАВА

Војкан Зорић

*МУП Републике Србије, Управа криминалистичке полиције
Национални криминалистичко-технички центар, Одсек у Новом Саду*

Јован Шетрајчић
Слободан Гаџурић

Природно-математички факултет, Нови Сад

Стево Јаћимовски

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Због све веће немогућности материјалног доказивања кривичних дела убиства на основу балистичких трагова (чаура и пројектила – којих све мање има на месту извршења кривичних дела, као и честог непроналажења ватреног оружја) или употребом експлозивних направа (где по правилу остаје врло мало трагова), форензичари су пажњу усмерили ка микротраговима обојених материјала и влакана, који се најчешће детектују на месту кривичног дела. У овом раду биће разматрани микротрагови влакана као материјални докази који се користе ради расветљавања убиства, као и степен „тежине“ таквих доказа.

Кључне речи: микротрагови, влакна, кривично дело убиства.

1. Увод

Под микротрагом се сматрају ситни, голим оком невидљиви делићи материје који су настали извршењем кривичног дела. Микротрагови се са лица места фиксирају искључиво њиховим изузимањем, док се под идентификацијом изузетих влакана сматра одређивање врсте влакана, боје и дебљине. Да би се извршила карактеризација влакана неопходно је користити методе за вештачење влакана. У савремене методе за вештачење влакана спадају: разне микроскопске, инструменталне и физичке и хемијске технике [1].

Правилним проналажењем влакана као микротрагова, фиксирањем и чувањем од контаминације, транспортом до лабораторије (по правилу криминалистичке технике), обезбеђује се поузданост исхода вештачења и самим тим – коректан материјални доказ у судском поступку,

који у овим случајевима, може бити један од круцијалних доказа и омогућити судији доношење исправне пресуде [2].

2. О микротраговима

2.1. Појам микротрагова

Захваљујући развоју науке и коришћењу савремених метода и средстава, поред видљивих макротрагова, микротрагови, као тешко уочљиви, а најчешће голим оком невидљиви, постају смерница за осветљавање најсложенијих кривичних дела и других догађаја. По многим домаћим и страним ауторима под микротраговима се подразумевају микроскопски ситне материјалне промене и делићи материје који су голим оком невидљиви а настали су извршењем кривичног дела. Њихово постојање на одређеним местима можемо само претпостављати, а пронаћи их и фиксирати можемо једино применом специфичних поступака и уз помоћ посебних помагала. То су микротрагови у ужем смислу. Такође се у литератури среће појам микротрага у ширем смислу, као ситне честице које су настале услед криминалног контакта а не могу се видети голим оком или се могу једва запазити. Према дефиницији микротрага у ширем смислу, могу се навести следећи конкретни микротрагови [3]:

- текстилна влакна, чија дужина понекад износи само неколико милиметара, а могу се пронаћи код многих кривичних дела и то на жртви, предметима, оруђу, зидовима, дрвету, аутомобилу и др.;
- микротрагове стакла, боје и лакова;
- делиће прашине, разне прљавштине, земље, малтера, креча, метала, косе и длаке, од којих многи могу указати и на професионално занимање лица од кога потичу;
- биљне, животињске, балистичке и микробиолошке трагове (бактерије и гљивице) и значај термофилних бактерија за доказивање паљевина и
- микротрагове при истраживању докумената и значај хроматографије у откривању мириса.

Микротрагови најчешће настају спонтано и непредвидиво, малих су димензија, те стога извршиоци кривичних дела нису ни свесни њиховог настанка, те их не уклањају. Пронађени и стручно обрађени микротрагови пружају могућност давања објективне информације о релевантним чињеницама.

2.2. Детектовање, фиксирање и изузимање микротрагова

Пут за откривање микротрагова представљају претпоставке о томе где и какве микротрагове евентуално треба очекивати, имајући у виду врсту, начин и друге околности извршења датог кривичног дела. Постављање верзија о настанку, врстама и местима где се микротрагови могу наћи, неизоставно треба комбиновати са одговарајућим кримина-

листичко-техничким прегледом, који служи за проверавање исправности постављених верзија, тако и за постављање нових.

У примени мисаоне реконструкције полази се од тренутка доласка учиниоца на место извршења кривичног дела, његовог кретања и деловања на лицу места, средства и начина извршења дела, правца одласка учиниоца, његовог кретања, задржавања и могућности остављања контактних трагова. Да ли микротрагови заиста постоје или не, показује се тек у лабораторији, што може представљати проблем.

Микротрагови материје се фиксирају искључиво њиховим изузимањем. У том циљу користи се следећих пет начина:

- издвајање помоћу лабораторијског прибора (пинцета, скалпела и сл.);
- подизање влакана и длака, помоћу специјалних фолија и „магичног ваљка“;
- подизање феромагнетних честица метала помоћу магнета;
 - сакупљање на специјалном филтеру помоћу усисивача за прашину;
- истресањем помоћу гумене палице којом се, са свих страна и одозго на доле, удара по одевном или сличном предмету, претходно окаченом на металну вешалицу и упакованом у двоструку најлон кесу.

Уколико микротрагове чине честице, толико ситне да се могу открити тек помоћу стереомикроскопа, треба поступати веома опрезно приликом њиховог издвајања и паковања. Једноставан и веома ефикасан начин за подизање микротрагова у виду слободних влакана и длака, свакако је употреба специјалних фолија као и „магичног ваљка“, због њихове велике привлачне силе у односу на микротрагове. Када су у питању слободне металне честице, неопходно је магнет за њихово подизање ставити у пластичну кесу, ради ефикаснијег „скидања“ привучених честица. Један од често примењиваних начина јесте и сакупљање микротрагова материје помоћу усисивача за прашину на коме се налази филтер за задржавање честица, а са кога се касније скида садржај и анализира под стереомикроскопом. Ако се откривање и фиксирање микротрагова врши истресањем, треба водити рачуна да не дође до пробијања кесе, те губитка стрешеног садржаја.

Са већ откривеним микротраговима материје увек се може поступити на два начина: запаковати цео предмет на коме су микротрагови откривени или издвојити микротрагове и само њих запаковати. Треба настојати да амбалажа за паковање буде провидна, као што су најлонске кесе и кесице, стаклене епрувете и сл.

У трасолошком погледу микротрагове можемо поделити на оне који служе у процесу идентификације и микротрагове погодне за утврђивање одређених околности. У првом случају, најчешће су у питању микротрагови обличја, хемијског и биолошког материјала, док у другом њихов спектар може бити веома разноврстан. За трасолошко испитивање микротрагова неопходно је коришћење оптичких помагала, као што су стерео и

компаративни микроскоп (трагови обличја), док је за испитивање садржаја хемијских супстанци неопходна примена високо осетљивих физичко-хемијских метода испитивања, као што су: микроелементарна спектрографска анализа, гасна хроматографија, инфрацрвена спектрофотометрија, атомска апсорпциона спектрофотометрија, електронска микроскопија, микроспектрофотометрија и танкослојна хроматографија.

Посебан случај представља земља и прашина које се могу појавити и као макро и као микротрагови. Ови трагови служе првенствено за утврђивање места са кога потичу, а могу се наћи како на извршиоцу кривичног дела, тако и на жртви и другим објектима.

3. Микротрагови - идентификација влакана

Влакна су природне творевине или вештачки производи који се на први поглед одликују издуженом формом тј. једна димензија је знатно већа у односу на друге две, односно, заступљена је линијска морфологија.

И природна и синтетичка влакна могу бити или органског (памук, целулоза, вуна, длака, свила) или неорганског порекла (нпр. минерал азбест). Најпознатија синтетичка влакна су полимери: полипропиленска, полиуретанска, полиетиленска, полиамидна, полиестарска, поливинилска, који имају разне трговачке називе: најлон, перлон, тревира, ликра, итд. У даљем тексту биће речи само о влакнима која се користе за производњу тканина најраспрострањенијих текстилних производа.

Сама влакна као и делови производа од влакана могу се наћи код разних кривичних дела: саобраћајних незгода у којима страда пешак (на истуреним деловима возила), имовинских деликата (на ивицама разбијеног стакла, обијених врата или прозора), убиства или разбојничке крађе (на самом месту догађаја, предметима извршења, помагалима, посебно када се жртва брани), силовања (како на жртви тако и на учиниоцу). Немогуће је набројати догађаје и ситуације када се све могу пронаћи трагови и микротрагови влакана и углавном се детектују захваљујући умешности увиђајне екипе приликом мисаоне реконструкције догађаја и ситуације. Код самоубиства вешањем обавезно се морају тражити трагови влакана, јер самоубиство може бити фингирано. У тим случајевима код самоубице, на длановима руку, се морају наћи трагови влакана ако је претходно употребљавао предметни канап или уже.

Када влакана има у довољном броју онда се могу изузимати пинцетом и паковати у пластичне провидне кесе и кесице, као и у епрувете.

Међутим, када их има веома мало или се врло често не виде, популаран начин фиксирања и изузимања је помоћу специјалних самолепљивих трака (које садрже неинтерагујући слој лепка). Након подизања влакана таквим самолепљивим тракама, оне се лепе на транспарентне фолије са којих се, коришћењем стереомикроскопа проналазе и узоркују. Раније је коришћен селотејп који садржи агресивни лепак и углавном је штетио боји испитиваних влакана као и механичким методима одстрањивања тог лепка.

Такође, популарни метод за изузимање влакана је помоћу специјалног усисивача за микротрагове (који поседује резервоар за прикупљање микротрагова), док се фиксирање влакана врши касније у лабораторији помоћу стереомикроскопа претраживањем усисног садржаја.

Најстарији а још увек коришћени метод за изузимање влакана је, свакако, истресање гардеробе или других предмета изнад белог табака папира а помоћу гумене или пластичне (стаклене) палице/штапића. По завршетку истресања табак папира се пресавије и садржина концентрише на мању површину, па потом на још мању и на крају на површину која је погодна да се претражује испод објектива микроскопа.

У свим набројаним случајевима, неопходно је обезбедити материјал за упоређење, јер супротно вештачење нема смисла. Чест случај је оперативна полицијска вредност прелиминарног резултата истраживања микротрагова влакана са места кривичног дела, у смислу указивања на врсту гардеробе или тканине, коју је извршилац вероватно користио приликом извршења дела (полиестерско влакно указује да вероватно потиче од спортске гардеробе, нпр.).

Идентификациона обележја која су карактеристична за делове тканина су:

- визуелни изглед тканине у односу на једну или више боја од којих је састављена,
- врсте влакана од којих је тканина направљена (јер се тканине често праве комбинацијом влакана више врста),
- начин ткања тканине, тзв. текстура тканине,
- боје/а влакана,
- начин, број и смер упредања влакана.

Приликом испитивања појединачних влакана, користе се основне карактеристике које служе као елиминационе:

- врста влакана,
- боја влакана и
- дебљина влакана.

3.1. Методи одређивања врсте влакана

Постоје три врсте влакана:

- влакна животињског порекла,
- влакна биљног порекла и
- влакна синтетичког порекла.

3.1.1. Влакна животињског порекла

Сировина за израду ових влакана потиче од разних врста животињских длака или њихових излучевина. Најчешће коришћена сировина је вуна, крзно камиле, козе итд. Најчешће коришћена излучевина је свила која потиче од чаура свилених буба.

Влакна животињског порекла се лако карактеришу јер посматрањем под микроскопом она дају изглед ситних плочица које су поређане у

виду црепова на крову. Осим тога, у пропуштеној светлости, јасно се уочава језгро влакна. Органолептички, третирањем нпр. вуненог влакна отвореним пламеном оно или слабо гори или не гори уопште, а том приликом се осети карактеристичан мирис.

Много већи проблем представља идентификација свиленог влакна јер је оно врло слично синтетичком и немају никакве сличности са вуненим, а разликују се од синтетичких по неједнакој дебљини која се уочава дуж влакна.

3.1.2. Вlakна биљног порекла

Најчешће коришћене биљне врсте за производњу влакна су памук, лан, конопља. Основна карактеристика влакана биљног порекла је да им је дебљина јако променљива, на појединим местима су округлог попречног пресека а на појединим местима елипсаста (пљосната).

Органолептички, лако изгоре без неког карактеристичног мириса.

3.1.3. Вlakна синтетичког порекла

Ова влакна имају најмасовнију примену у производњи разних производа нпр. ужади, одеће, чарапа итд.

Препознавање ових влакна се врши помоћу стереомикроскопа, где се при великом увећањима уочава да се дебљина влакана не мења у току целокупне дужине и влакно има изглед попуњене цевчице.

3.1.4. Одређивање дебљине влакана

Једна од карактеристика влакна је њихова дебљина, тј. њихов пречник. Велики број влакана има изузетно мали пречник и зато се не може користити неки од механичких инструмената за мерење пречника (дебљине). Начин за одређивање дебљине је помоћу окуларног микрометра на микроскопу или помоћу микрометарске поделе на пројекторском микроскопу (компаратору–пројектини). Најмања варијација код дебљине влакана среће се код синтетичких влакана, с обзиром на њихову природу. Дебљина влакана има само елиминациони карактер.

Упоређење дебљине влакана се може извршити и на компаративном микроскопу, тако што се независно једно од другог испитивана влакна прекрију микроскопском љуспицом, дотерају у заједничко видно поље и компаративно посматрају.

4. Методи вештачења влакана

Како је већ поменуто у претходном параграфу, најзначајније методе за испитивање влакана чине:

- стереомикроскопско претраживање и евидентирање,
- микроелементарна спектрографска анализа,
- гасна хроматографија,
- инфрацрвена спектрофотометрија са фуријеовом трансформацијом,
- атомска апсорпциона спектрофотометрија,

- електронска микроскопија,
- микроспектрофотометрија,
- танкослојна хроматографија,
- поларизациона микроскопија.

4.1. Стереомикроскопско претраживање и евидентирање

Након добијања материјала за испитивање, у лабораторији се влакна најпре посматрају у дневном природном светлу да би се уочила међусобна визуелна морфолошка сличност, сличност у нијанси боје као и дебљини.

Детектована влакна по овом критеријуму се означавају (евидентирају) или на микроскопској плочици или на фолији ако су фиксирана самолепљивом траком.

4.2. Микроелементарна спектрографска анализа

После одабира влакана за компарацију, а претходно утврђених сличности по нијанси боје као и по дебљини, приступа се микроелементарној спектрографској анализи. Ова метода је показала веома добре резултате у досадашњим испитивањима влакана. Суштина методе је да се испитивана влакна, респективно, сагоревају у волтином луку при томе емитујући електромагнетно (ЕМ) зрачење. То ЕМ зрачење се помоћу оптичких елемената који су саставни део спектрографа, дифрактује, прелама, фокусира и оптичком решетком му се повећава резолуција, тако да након изласка снопа ЕМ зрака из тубуса спектрографа, завршава свој пут на спектрографској плочи (или црно-белом фото филму одређене осетљивости) у виду линијског атомског спектра. Добијени спектар се анализира помоћу спектропројектора (или спектрокомпаратора) уз употребу спектралног атласа и спектралних таблица.

Метод је веома осетљив (реда величине 10^{-6} g), тако да се може користити и за анализу комада тканина али и за анализу појединачних влакана.

4.3. Гасна хроматографија и атомска апсорпциона спектрофотометрија (AAS)

Такође су специфични методи, које се користе зависно да ли су расположиви од инструменталне технике у лабораторији. Гасна хроматографија се користи уз додаток пиролизера, који такође спада у деструктивне методе а ААС се користи када се узорак фазним прелазима доведе у стање течног агрегатног стања. И ове методе спадају у ред високоосетљивих.

4.4. Инфрацрвена спектрофотометрија са фуријеовом трансформацијом као и метода микроспектрофотометрије

Омогућавају испитивање органских компонената конституената влакана. Директном компарацијом добијених спектрограма, утврђује се евентуална подударност испитиваних влакана. Може се вршити и елек-

тронско претраживање добијених спектра влакана поређењем са библиотекама података које се софтерски налазе у рачунару.

4.5. Метод електронске микроскопије (SEM/EDS - EDX)

Електронска микроскопија је једна од новијих метода анализе саставних компонената испитиваних влакана. Увећањем узорака од неколико стотина до неколико хиљада пута може се извршити веома поуздана анализа. Ова метода такође спада у деструктивне.

4.6. Метод танкослојне хроматографије (TLC)

Овде проблем не представља сама анализа већ начин на који ће се боја растворити како би се могла нанети на хроматографску плочу.

Раније се користило неколико боја за бојење влакана и није било тешко одредити раствараче тих боја. Данас је избор боја за бојење влакана тако велики да је немогуће дати универзални савет по коме би се приступило растварању. Преостаје да треба експериментисати разним хемијским реагенсима док се не утврди који од њих раствара конкретну боју.

У досадашњој пракси поступак за припрему влакна за TLC метод је следећи: испитивано влакно се танком иглом стави у капилару. Овај поступак треба изводити под микроскопом. Један крај капиларе затопити на пламенику а кроз отворен крај убацили одговарајући растварач (нпр. пиридин) тако да влакно буде потопљено у растварачу. Потом и други крај затопити на пламенику. Ставити тако затопљену капилару у пећ на температури од 40 °C. Након 3-4 часа извадити капилару, поломити крај са ваздухом и посебно припремљеном капиларом (на пламенику “извући” капилару дебљине “длаке”). Са том новонаправљеном капиларом нанети раствор са бојом влакна на хроматографску плочу. Систем визуализатора треба одабрати тако да се добије што јаснија боја.

Добијену хроматографску плочу скенирати помоћу рачунара и у једној од апликација за обраду слика (нпр. *Photoshop 7*) подесити контраст и боју на скенираној слици да R_f вредности буду што јасније. Затим међусобно упоређивати испитиване узорке [4].

4.7. Метод поларизационе микроскопије

Поларизациона микроскопија је такође једна од новијих метода анализе понашања узорака влакана. Њеним приступом се, на основу закретања поларизационе равни и понашања узорака влакана у поларизационој светлости, одређује припадност или не истоврсној групацији влакана, на основу карактеристика органског састава и бојених слојева. Ова метода спада у недеструктивне.

5. Микротрагови влакана као материјални доказ у случајевима убиства (примери из праксе)

У случајевима из праксе министарства унутрашњих послова Републике Србије, издвојићемо неколико интересантних предмета, како по специфичности извршеног кривичног дела, тако и по специфичности детектованих микротрагова влакана (сва дела су судски процесуирана и извршиоци се налазе на служењу казне) [5, 6, 7].

5.1. Убиство у предграђу Новог Сада

Као предмет форензичке експертизе посматрана су влакна изузета са седишта возача и сувозача моторног возила, које је извршилац користио приликом бекства са места извршења кривичног дела убиства извршеног над старијом особом женског пола (у новосадском насељу Клиса), након кога је тело запалио у породичној кући у којој су остаци тела и пронађени приликом вршења увиђаја.

На основу изјава сведока, потенцијални извршилац је пронађен, као и моторно возило које је том приликом користио, али је он демантовао да је на било који начин учествовао у извршењу дела које му се ставља на терет.

Ради поређења са узорцима микротрагова влакана достављена је његова целокупна гардероба, изузета приликом претреса стана. Оружје није пронађено, као ни чауре и/или пројектили из ватреног оружја.

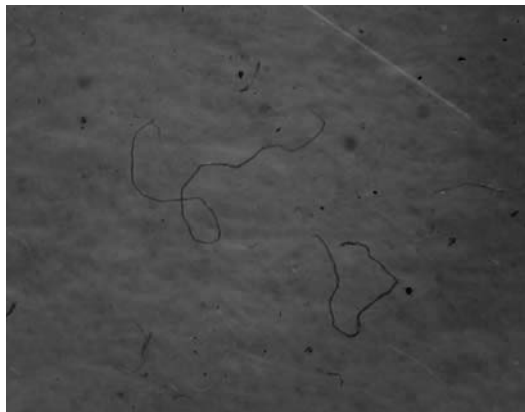
Предметни материјал су чиниле самолепљиве фолије (којима су узорковани микротрагови влакана са седишта) и гардероба осумњиченог (након елиминације неодговарајуће).

Визуелним и стереомикроскопским посматрањем предметне гардеробе, констатује се да је иста конституисана од влакана синтетичке природе, што се закључује на основу начина торзије издвојених влакана. Помоћу специјалне самолепљиве траке изузета су влакна са наведене гардеробе (због комплемантарности са спорним узорцима) и припремљена за анализу.

Стереомикроскопским посматрањем, издвојени су и фотографисани репрезентативни узорци влакана, што је приказано на фотографијама бр. 1–17:



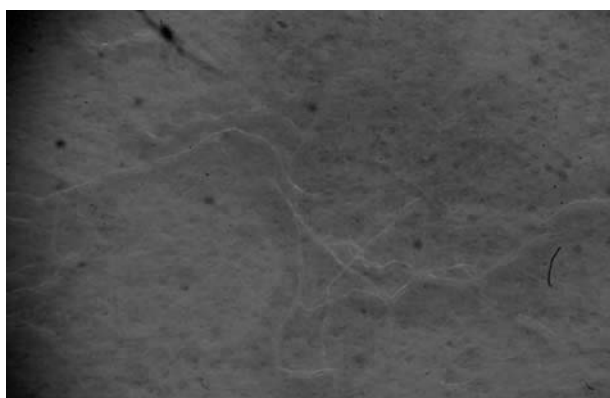
Слика 1 - Влакно са доњег дела тренерке марке 'PUMA'



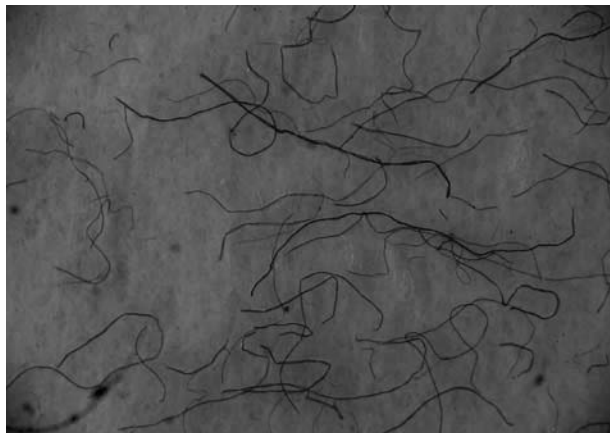
Слика 2 - Вlakна са горњег дела тренирке марке 'PUMA'



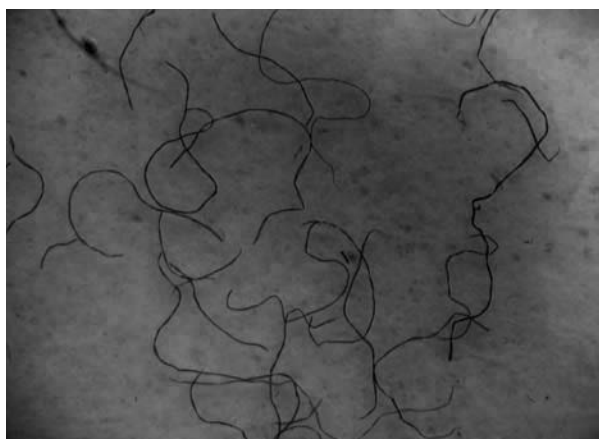
Слика 3 - Вlakна са доњег дела тренирке марке 'NIKE'



Слика 4 - Вlakна са белог дела дукса



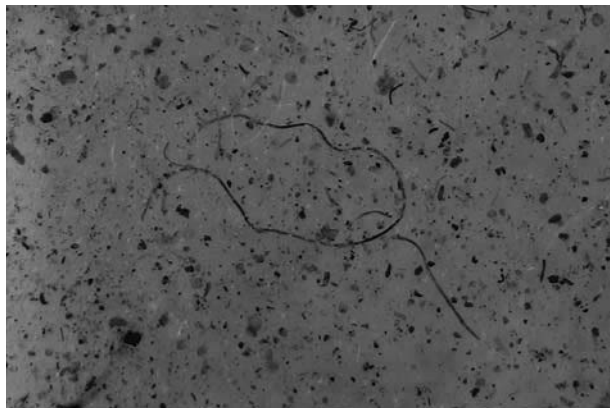
Слика 5 - Влакна са плавог дела дукса



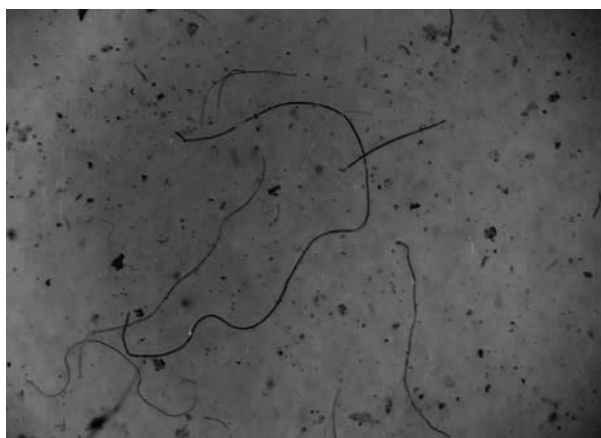
Слика 6 - Влакна са црне мајице



Слика 7 - Влакна 1 са возачевог наслона



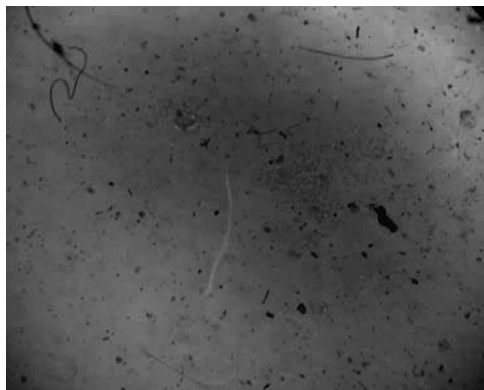
Слика 8 - Влакна 2 са возачевог седишта



Слика 9 - Влакна 3 са сувозачевог наслона



Слика 10 - Влакна 4 са сувозачевог седишта



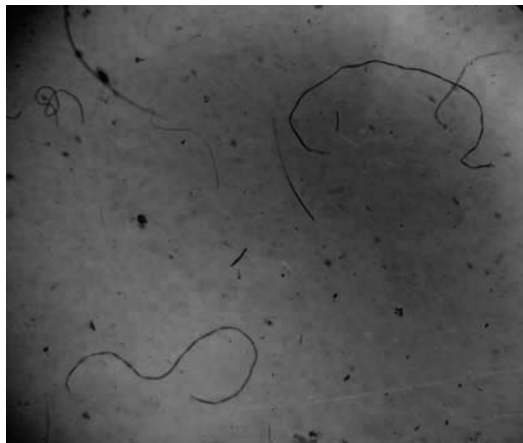
Слика 11 - Вlakна 5 са возачевог наслона



Слика 12 - Вlakна 6 са возачевог седишта



Слика 13 - Вlakна 5 са возачевог наслона



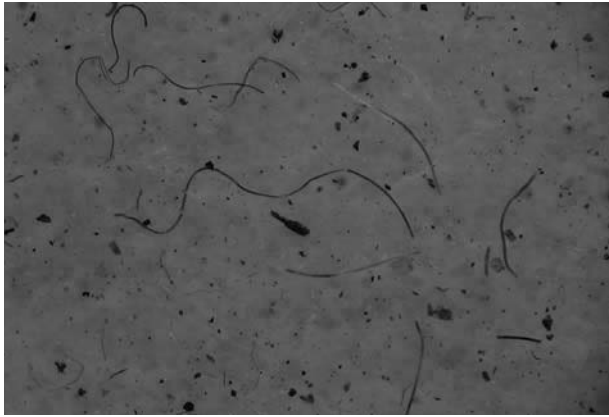
Слика 14 - Вlakна 6 са возачевог седишта



Слика 15 - Вlakна 7 са возачевог седишта



Слика 16 - Вlakна 8 са возачевог седишта

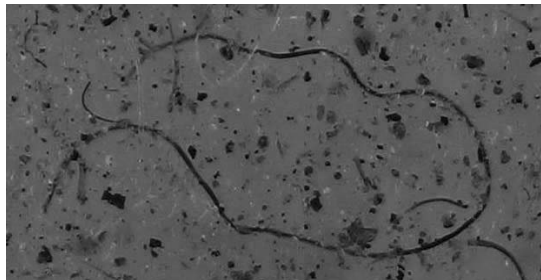


Слика 17 Влакна 9 са возачевог седишта

Даљим посматрањем (микроскопском лабораторијском анализом помоћу светлосног стереомикроскопа марке *Leica*) репрезентативних узорака влакана, код издвојених делова, констатује се подударност упарених узорака по питању нијансе боје као и дебљине влакана. На фотографијама које следе, та подударност је очигледна:



Слика 18 - Влакно са доњег дела тренерке 'PUMA'



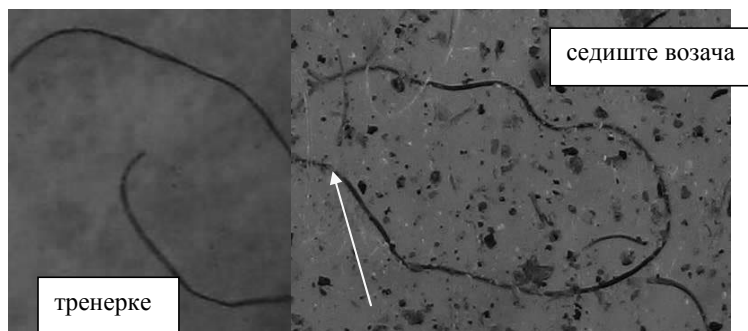
Слика 19 - Влакно са возачевог седишта



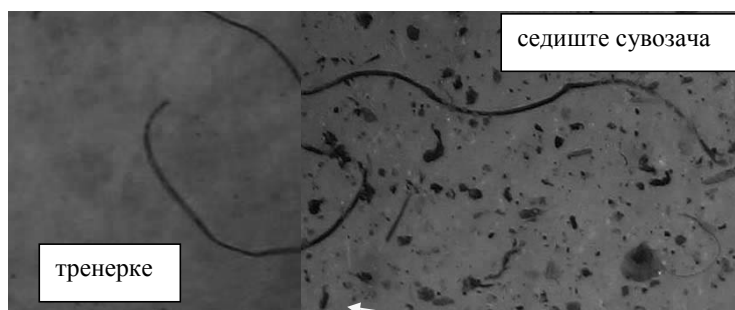
Слика 20 - Вlakно са доњег дела тренирке 'PUMA'



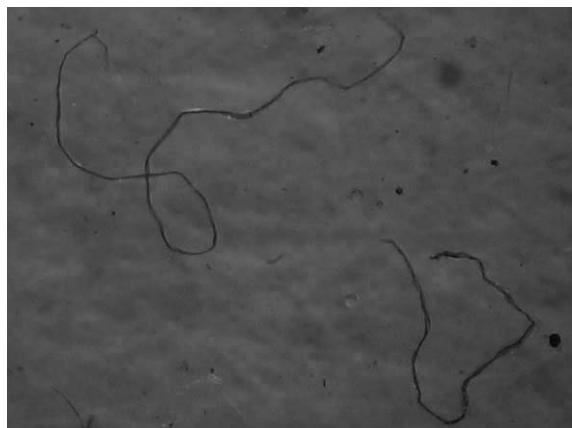
Слика 21 - Вlakно са сувозачевог седишта



Слика 22 - Подударност дебљине и боје влакана: лево неспорно, десно спорно



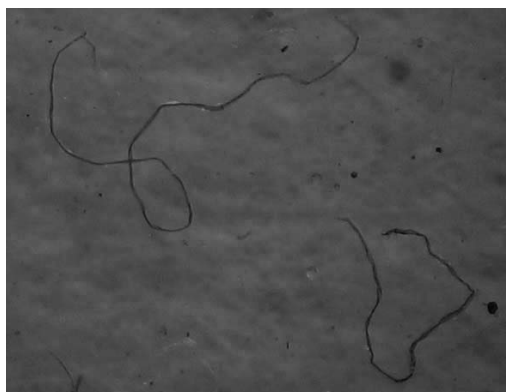
Слика 23 - Подударност дебљине и боје влакана: лево неспорно, десно спорно



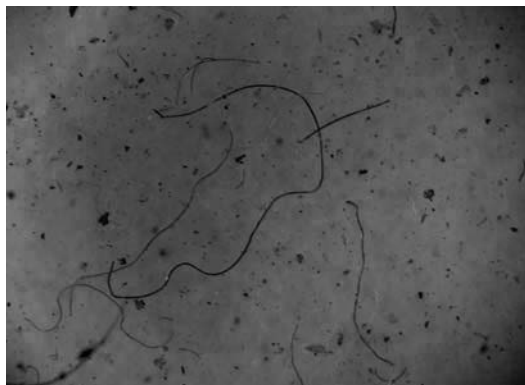
Слика 24 - Влакна са горњег дела тренирке 'PUMA'



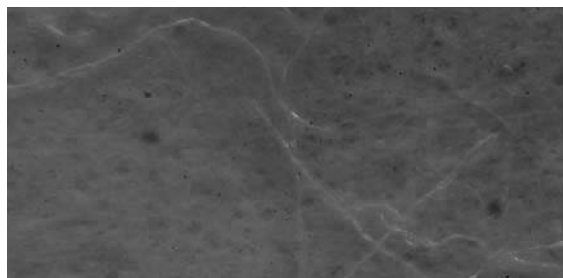
Слика 25 - Влакна са возачевог наслона



Слика 26 - Влакна са горњег дела тренирке 'PUMA'



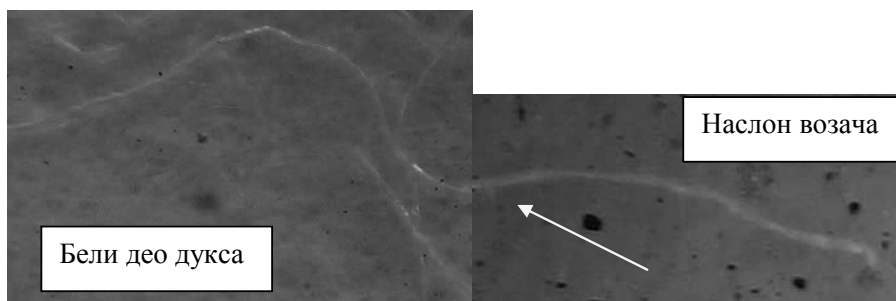
Слика 27 - Влакна са сувозачевог наслона



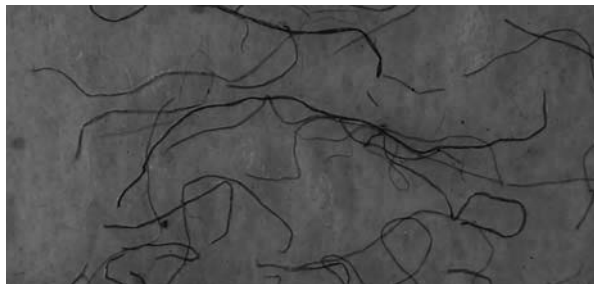
Слика 28 - Влакна са белог дела дукса



Слика 29 - Влакно са возачевог наслона



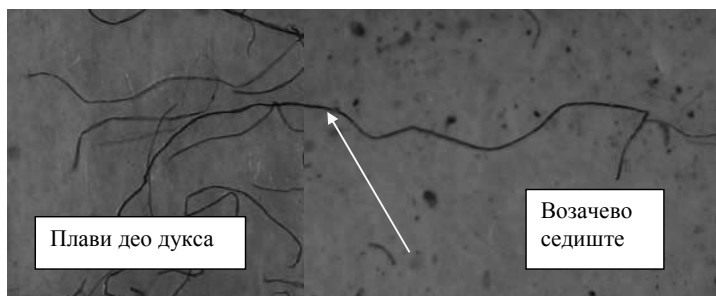
Слика 30 - Подударност дебљине и боје влакана: лево неспорно, десно спорно



Слика 31 - Вlakна са плавог дела дукса



Слика 32 - Вlakно са возачевог седишта



Слика 33 - Подударност дебљине и боје влакана: лево неспорно, десно спорно

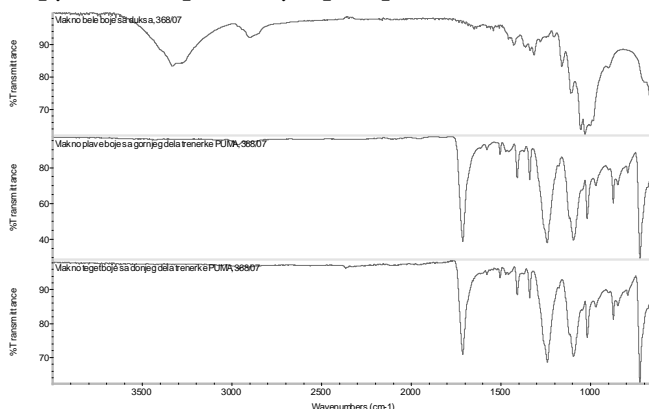
За потребе физичко-хемијске органске анализе коришћен је метод инфрацрвене спектрофотометрије са фуријеовом трансформацијом (*FT-IR*), који је урађен на инструменту марке *Thermo Electron Corporation* тип *Nexus 670*, *ATR* техником.

За потребе физичко-хемијске неорганске-микроелементарне анализе коришћен је метод емисионе спектрографије у волтином луку, који је урађен на инструменту марке *Karl Zeiss Jena* тип *PGS-2*.

Након спроведених анализа, добијени су следећи резултати:

Анализом добијених *FT-IR* спектрограма влакана са доњег дела тренерке *PUMA* и влакна са седишта возача и сувозача, констатована је подударност функционалних група тј. спектралне траке испитиваних узорака се налазе на истим таласним бројевима, што је резултат и код осталих компарованих а горе наведених узорака (Слика 34).

Дешифрирацијом добијених емисионих спектра узорака влакна са доњег дела тренерке *PUMA* и влакна са седишта возача и сувозача, констатован је истоврстан микроелементарни састав код упоређиваних узорака, тј. емисиони електронски спектри испитиваних узорака садрже линијски електронски спектар истих хемијских елемената, респективно (исто се односи на друге комаповане узорке, респективно).



Слика 34 - FT-IR спектри неких од испитиваних влакана FF¹

На основи свега изложеног, конституисано је експертско мишљење форензичара за микротрагове, да је на достављеним фолијама изузетим са седишта и наслона возача и сувозача предметног возила, детектован део од мноштва влакана, који по својој боји и дебљини, као и по свом органском и неорганском саставу, припадају групацији *истоврсних* влакана са конституентним влакнима горњег и доњег дела предметне тренерке марке *PUMA* и белих и плавих влакана предметног дукса.

Све ово је имало знатног утицаја на судски поступак, тако да је и поред добро припремљене и изнете одбране, осумњичени за ово дело признао извршење кривичног дела убиства. Осуђен је по правоснажности пресуде као особа ментално оболела.

5.2. Убиство у ресторану у Новом Саду

Након дојаве од стране униформисаног састава полиције, да је у једном ресторану у Новом Саду извршено убиство пуцањем из ватреног оружја (које никада није пронађено) и где на месту извршења дела нису пронађене чауре (па се претпоставља да је пуцано из револвера), криминалистички техничари су пронашли једну вештачку браду са брковима, каква се користи у позоришним представама.

Након немогућности одређивања ДНК профила извршиоца (високог степена контаминације), а у то време недовољно развијеног метода

¹ Одозго на доле: *Rayon* (vlakно беле боје са дукса); *Polyester* (vlakно плаве боје са горњег дела тренерке); *Polyester* (vlakно теget боје са доњег дела тренерке).

у Србији, веза са потенцијалним извршиоцем је потражена физичко-хемијском анализом узорака влакана.

Одбачена брада (пронађена приликом вршења увиђаја) упоређивана је са брадом и брковима изузетим из једног стана у Београду (у стану човека који тај посао обавља за потребе позоришних и других глумачких представа).

На следећим фотографијама приказане су вештачке браде са лица места (Слика 35) и из стана (Слика 36):



Слика 35 - Брада са лица места, спорна

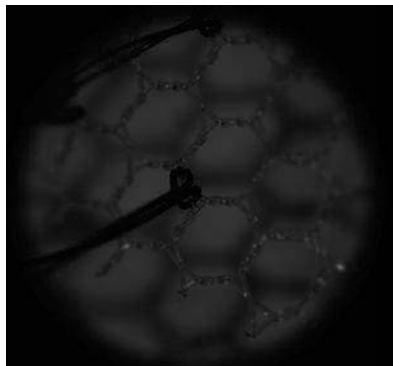


Слика 36 - Брада и бркови из Београда, неспорна

Посматрањем мрежице носача влакана брада, као и начина причвршћивања влакана за мрежицу-носач, уочава се велика сличност код испитиваних узорака, што је видљиво на сликама 37 и 38:

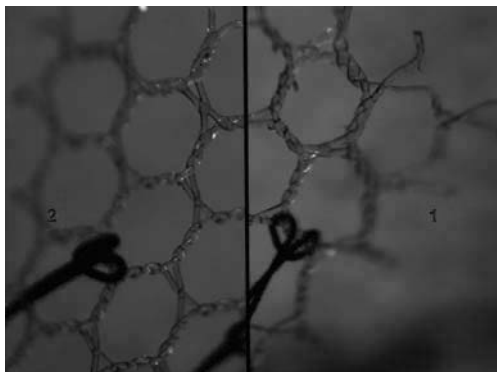


Слика 37 - Мрежица-носач и влакна са ЛМ

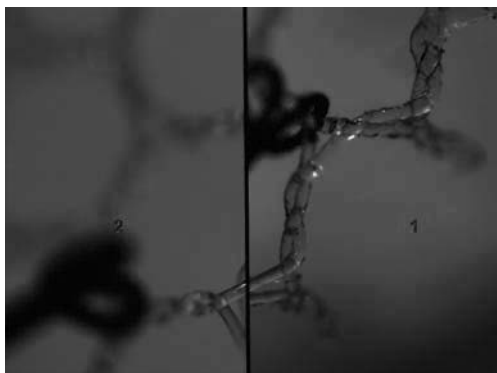


Слика 38 - Мрежица носач и влакна из стана

Коришћењем компаративног микроскопа марке *Leica* упоређивани су узорци по дебљини влакана, па је на сликама 39 и 40 показана уочљива подударност влакана мрежице-носача:



Слика 39 - Подударност начина плетења мрежица

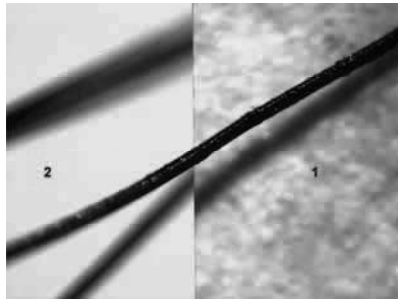


Слика 40 - Подударност дебљине влакана мрежице

Док је на сликама 41 и 42 показана подударност дебљине влакана брада:

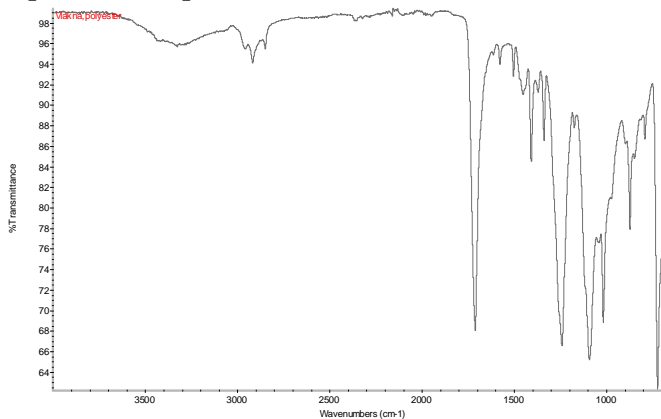


Слика 41 - Подударност дебљине влакана



Слика 42 - Ближи изглед подударних влакана

FT-IR анализа је рађена на инструменту марке *Thermo-Nicolet* тип *NEXUS* модел 670 са одговарајућом базом података за *microfibre's*. Добијени спектри оба испитивана узорка имају функционалне групе на истим таласним бројевима. Претраживањем одговарајућих библиотека, констатовано је да влакна припадају групацији синтетичких влакана *Polyester* као и да је утврђена истоврсност испитиваних влакана (Слика 43).



Слика 43 - *FT-IR* спектар синтетичког влакна – *Polyester*

У циљу даље анализе извршено је упоређивање спорних и неспорних влакана на поларизационом микроскопу *Leica CFM 2*.

Под дејством поларизоване светлости са различитим угловима поларизације утврђено је да се спорни и неспорни узорци влакана истоветно понашају, на исти начин закрећу раван поларизације, тј. да су на исти начин обојени интерферентним бојама на својој површини.

Узорци спорних и неспорних влакана су у даљем току испитивања анализирани и методом танкослојне хроматографије (*TLC*), па су у ту сврху узорци најпре потопљени у раствор пиридина и воде у односу 4 : 3 и након екстракције анализирани у систему *n*-хексан : етил-ацетат : ацетон у односу 5 : 4 : 1.

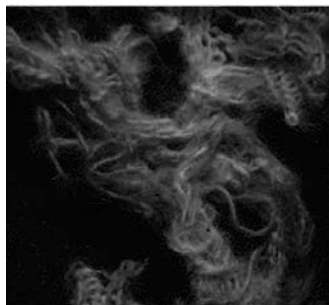
Утврђено је да се на изазваном хроматограму спорних узорака влакана појавила мрља која по својој *Rf*-вредности одговара *Rf*-вредности мрље неспорних узорака влакана, што указује на истоветност компоненте боје спорних и неспорних узорака влакана.

Резултати спроведених анализа су имали одлучујућу улогу у даљем оперативном раду МУП-а, па је након проналажења осумњиченог за ово кривично дело исти дело и признао на главном претресу великог већа окружног суда у Новом Саду. Извршилац тог дела је из криминогене средине и као вишеструки повратник познат је органима реда и затворских санкција (дело је учинио само седам дана по изласку из окружног затвора у Сремској Митровици).

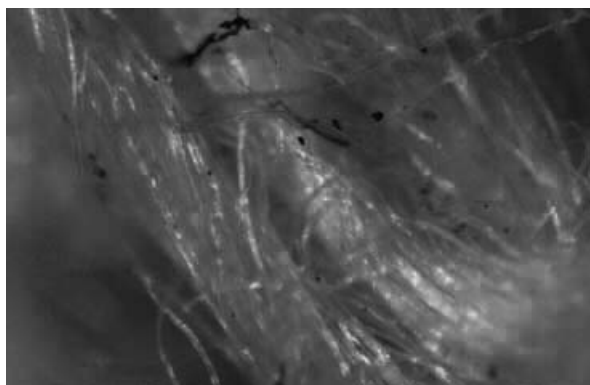
5.3. Убиство у Књажевцу

На месту извршења кривичног дела убиства (које је извршено ручном бомбом), пронађени су микротрагови влакана беле боје, као и делићи тканине беле боје. Оперативним радом полиције са гардеробе осумњиченог су самолепљивим фолијама узорковани микротрагови унутрашњег и спољашњег дела џепова на јакни и панталонама, јер се претпостављало да је осумњичени у џепу носио бомбу. Материјал је самолепљивим фолијама узоркован и са обе шаке осумњиченог, како би се доказао контакт са тканином и микротраговима влакана на месту извршења кривичног дела.

На вештачење су достављена влакна тканине која су пронађена и изузета приликом вршења увиђаја са лица места кривичног дела (то су спорни узорци, слике 44 и 45) и микротрагови узорковани самолепљивим фолијама са дланова обе руке предметног осумњиченог лица, као и са одеће (јакна и панталоне) коју је критичног дана носило осумњичено лице (то су неспорни узорци).



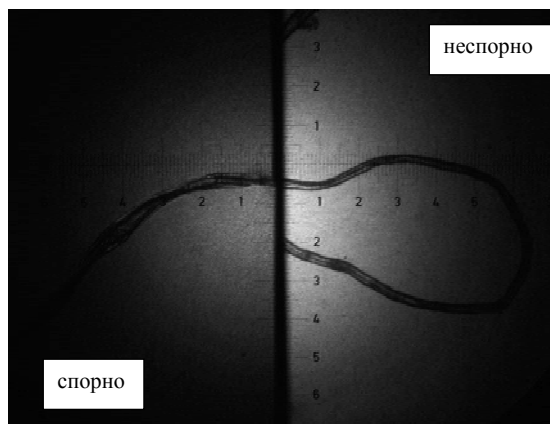
Слика 44 - Спорна влакна тканине



Слика 45 - Ближи изглед спорних влакана беле боје са траговима црних влакана

Испитивања су рађена на стерео микроскопу марке *Leica MZ 16* и на стерео микроскопу са транспарентним светлом *OLYMPUS SYSTEM MICROSCOPE* модел *CX 41*” под различитим увећањима. Посматрањем помоћу стерео микроскопа утврђено је да су спорна влакна пронађена и изузета са лица места беле боје, као и да се на белим влакнима спорне тканине налазе трагови влакана црне боје (слике 44 и 45).

Такође је утврђено да се на достављеним самолепљивим фолијама, које представљају неспорне узорке, налазе трагови влакана различитих боја и дебљина. У даљем току анализе репрезентативни узорци спорних влакана беле и црне боје и узорци неспорних влакана такође беле и црне боје изабраних са самолепљивих фолија према визуелној истоветности, посматрани су на стерео микроскопу помоћу транспарентног светла. Утврђено да су влакна беле боје спорног узорка и влакана беле боје неспорног узорка која су изузета на основу визуелне истоветности са једне од достављених фолија међусобно упредена на истоветан начин што указује на то да су оба од природног материјала (Слика 46).



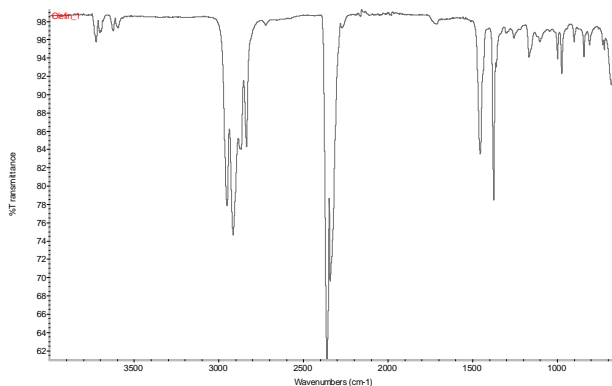
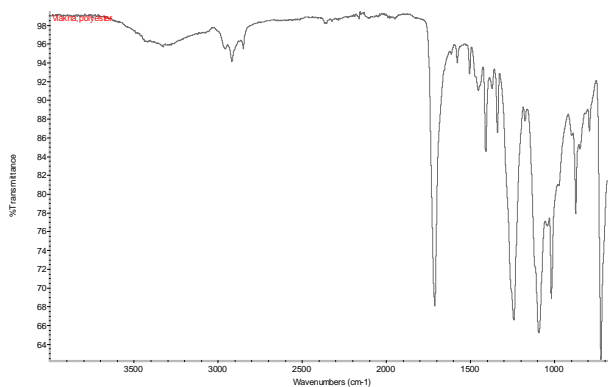
Слика 46 - Поређење спорног и неспорног влакна

Такође је утврђено да су влакна црне боје спорног узорка линеарне структуре што значи да су од синтетичког материјала и да се по морфолошким карактеристикама разликују од црних влакана која су са самолепљивих фолија изузета на основу визуелне истоветности.

Достављени узорци спорних влакана беле и црне боје, као и неспорни узорци влакана беле и црне боје изузети са самолепљивих фолија анализирани су даље методом инфрацрвене спектрофотометрије са Фуријеовом трансформацијом (*FT-IR*), техником *ATP* (*attenuated total reflection*) на апарату *THERMO NICOLET* модел 6700 и на инструменту марке *BRUKERFTIR* модел *SENSOR 27* спрегнутим са *HYPERION IR* – микроскопом, као и методом емисионе спектрографије на инструменту марке *Karl Zeiss Jena* тип *PGS-2* и методом скенирајуће електронске микроскопије са електродисперзивном сондом (*SEM/EDS*) на инструменту марке *JOEL – Tokyo* у Центру за електронску микроскопију Универзитета у Новом Саду.

Снимљени *IR*-спектрограми спорног узорка влакана беле боје која потиче са тканине која је пронађена и изузета са лица места упоређивани су са *IR*-спектрограмима неспорног узорка влакана беле боје са достављених самолепљивих фолија. Утврђено је да *IR*-спектрограми спорног узорка влакана беле боје и неспорног узорка влакана беле боје која потичу са једне од фолија имају функционалне групе на таласним бројевима на којима се налазе функционалне групе *IR*-спектрограма – *Olefin* (Слика 47).

Снимљени *IR*-спектрограми спорног узорка влакана црне боје која потиче са тканине која је пронађена и изузета са лица места упоређивани су са *IR*-спектрограмима неспорног узорка влакана црне боје са достављених самолепљивих фолија. Утврђено је да *IR*-спектрограми спорног узорка влакана црне боје и неспорног узорка влакана црне боје која потичу са једне од фолија имају функционалне групе на таласним бројевима на којима се налазе функционалне групе *IR*-спектрограма синтетичког влакна – *Polyester* (Слика 48).

Слика 47 - FT-IR спектар влакна *Olefin*Слика 48 - FT-IR спектар влакна *Polyester*

У циљу даље анализе извршено је упоређивање спорних и неспорних влакана беле и црне боје на поларизационом микроскопу марке *Leica CFM 2*.

Пропуштањем поларизоване светлости под различитим угловима поларизације, утврђено је да се спорни и неспорни узорци влакана беле боје понашају истоветно, тј. да на исти начин пропуштају интерферентне боје кроз своју површину.

Такође је утврђено, да се пропуштањем поларизоване светлости под различитим угловима поларизације спорни и неспорни узорци влакана црне боје понашају истоветно, тј. пропуштају на исти начин интерферентне боје кроз своју површину.

Дешифрацијом добијених емисионих спектра на *PGS*-у, констатује се да спорна бела влакна имају потпуно исти неоргански састав као и неспорна бела влакна, тј. да имају истоветан микроелементарни састав.

Такође, дешифрацијом добијених емисионих спектра на *PGS* - у, констатује се да спорна црна влакна имају потпуно исти неоргански састав као и неспорна црна влакна, тј. да имају истоветан микроелементарни састав

Анализом SEM хистограма утврђено је да микроелементарни састав спорних белих (и црних) влакана истоврстан са микроелементарним саставом неспорних белих (и црних, респективно) влакана, по интензитету пикова на хистограму (процентном уделу хемијских елемената у испитиваним узорцима), чиме су потврђени резултати емисионе спектрографије.

6. Закључна разматрања

Данас су у употреби влакна произведена како од најсавременијих, тако и од традиционалних материјала. Такође, боје које се користе у индустрији влакана садрже вишекомпонентне хемикалије, веома сложених састава. Специфична физичко-хемијска средства која се додају влакнима ради повећања њихових физичких или хемијских особина (нпр. на отпорност на кидање, на агресивне хемијске супстанције, за повећање упијајућих својстава...) веома отежавају у једном случају форензичком научнику идентификацију влакана, а у другом чак олакшавају. Комплексна једињења у бојама влакана могу форензичару отежати одабир и припрему раствора ради разлагања боја методом танкослојне хроматографије, док код метода микроелементарне анализе сви ти додатни/контаминирајући елементи помажу у току извршења идентификације.

И ако су микротрагови влакана још увек научно поље које је недовољно истражено и које пружа многе могућности истраживачима у циљу повећања вероватноће истоврсности која води ка идентификацији, како анализом боја, тако и детекцијом контаминаната, убрзани напредак инструменталне аналитичке технике ради одређивања микроелементарног састава и/или микроскопског морфолошког изгледа, омогућава форензичком научнику све већи степен сигурности у судском доказном поступку или оперативно-полицијско тактичким радњама.

Зато је веома битно у свим случајевима кривичних дела, нарочито у случајевима кривичних дела убистава, посебну пажњу посветити детекцији микротрагова влакана, њиховом фиксирању и транспорту, јер врло често нам она могу послужити као једини траг који ће омогућити проналажење извршиоца тог дела и касније и његово судско процесуирање.

7. Литература

1. Максимовић, Р. и други: Методе физике, хемије и физичке хемије у криминалистици, Полицијска академија, Београд, 1998.
2. Зорић, В. М.: Методе вештачења влакана – микротрагова као доказног материјала у истражном поступку, Зборник радова 5. научно-стручни скуп са међународним учешћем EXPERTUS FORENSIS, 77, 2006.
3. Бусарчевић, М и други: Основи криминалистичких вештачења, МУП РС, 2001.
4. White, P. C. et al: Chromatographic analysis for fibre dyes, Forensic Science Communications, Vol. 5, No 4, 143-160.
5. Зорић, В. М., Шетрајчић, Ј. П. Машковић, Љ. Д. Сајферт, В. Д. и Бокоров, М.: Допринос одређивању истоврсности боје у

- микротраговима, Зборник радова 1. Конгреса судских вјештака Хрватске са међународним учешћем, Б. 6/4, 1-11 (2008).
6. Зорић, В. М., Радосављевић-Стевановић, Н., Шетрајчић, Ј. П.: Форензичка обрада материјала употребљених у кривичним делима на територији републике србије, зборник радова 2. Савмат, 333-340 (2010).
7. Зорић В. М., и Шетрајчић, Ј. П.: Резултати микроелементарне анализе као доказ у судском поступку у вези случаја убиства на посебно свиреп начин, Зборник радова 2. Научни скуп са међународним учешћем 'Право и форензика у криминалистици', 291-296 (2010).

MICRO TRACES OF FIBRE MATERIAL AS EVIDENCE IN COURT PROCEEDINGS IN CASES MURDERS

Summary: Due to the increasing inability of the material evidence of crimes of murder based on ballistic trace (shells and missiles – which has less and less on spot with a crime, and frequently returning no firearms) or use of explosive devices (which usually is very little trace remains), forensic Scientists directed towards micro traces colors materials and fibers, which is usually detected in the area of crime. This paper will be considered as micro traces fibers as material evidence to be used for clarifying the murder, as does the “weight“ of such evidence.

Keywords: micro traces, fiber, the crime of murder.

НЕКИ МОДЕЛИ ШИРЕЊА ЗЛОНАМЕРНИХ ПРОГРАМА У КОМПЈУТЕРСКИМ МРЕЖАМА¹

Стево Јаћимовски
Слободан Миладиновић

Криминалистичко полицијска академија, Београд

Сажетак: Математичко моделовање динамике напада компјутерских мрежа путем злонамерних програма, као и одбрана од истих, млада је и отворена област информатике. При томе се користи аналогија превзета из математичке биологије код моделовања вирусне епидемије (модел *SI* и модел *SIR* и њихове варијације). У раду је анализиран двофакторски и *PSIDR* модел. Математичко моделовање ових процеса омогућава ефикасну примену мера заштите, јер омогућава боље разумевање динамике ширења злонамерних програма и процену штетности које они изазивају. Мрежна форензика и алати које она користи може допринети откривању напада на мрежу и неовлашћеног приступа подацима.

Кључне речи: компјутерска мрежа, злонамерни програм, малваре, антивирусна заштита, двофакторски модел, *PSIDR*-модел.

1. Увод

Због огромног броја корисника² и отворености Интернет мреже, створене су могућности за нове облике криминалних активности везаних за употребу рачунара и информатичких технологија. Стога је ова глобална комуникациона мрежа постала веома несигурна.

Колико је сајбер криминал у свету узео маха, говори нам податак да је 2004. година била прекретница и да је у тој години „зарађено“ преко 105 милијарди *USD* путем сајбер криминала, што је много више него што су приходи од продаје дрога били у тој години. По статистикама, најмање кривичних дела је из области „пресретања комуникација“, док је највише „упада у системе“ и „ширења вируса и црва“. Истраживања која спроводи *FBI* заједно са *CSI*, показала су да је чак 90 % од испитаника (корпорација, банака, владиног сектора) било на неки начин изложено некој од врста напада. Губици су изражени у стотинама милиона долара. Највећи проблем је изазиван ширењем вируса (85 % испитаника), од тога „свега“

¹ Овај рад је резултат истраживања у оквиру Пројекта Министарства просвете и науке РС, бр ТР 34019 и 179045.

² У јуну 2010. године регистровано је 1,97 милијарди Интернет корисника. У децембру 2010. године је регистровано 255 милиона веб сајтова.

25% напада дошло је споља. Од укупног броја испитаника „свега“ 8% признало је да су им украдени важни подаци (Ћосић, 2010).

Бројни су начини на који малициозне (malware) технологије могу угрозити рачунарске информационе системе. Иако је највећи број злонамерних програма намењен Windows платформама (најчешћа мета напада је *Windows XP*), нису безбедне ни *UNIX*, *Linux* и друге. Термин *malware* потиче од енглеских речи *malicious* (злонамерни) и *software* (програм). *Malware* програми су они који имају способност усељавања у рачунарску систем без знања и одобрења његовог корисника. Имајући у виду штету која се односи на непотребно заузимање меморијског простора, у исте спадају и они програми који не наносе директну штету системима већ постоје да би њихов аутор испробао методе ширења, као и они који, иначе, служе у корисне сврхе али могу да се употребе злонамерно.

Ови програми најчешће доспевају у оперативне системе на следеће начине (Новаковић, 2011):

- копирањем зараженог програма са мобилног медија;
 - Преко LAN мреже или преузимањем са Интернета путем FTP, NT;
- Преко дељених директоријума на мрежи;
- Посредством TR, неког од R2R протокола, и слично;
- Помоћу отворених TCP и/или UDP портова који омогућавају извршење удаљеног кода на жртви;
- преко peer-to-peer (R2R) мреже;
- Путем e-mail attachment-a;
- Посредством Internet Messaging (IM) сервиса;
- Путем малициозних ActiveX, Java и Javascript програма односно других малеваре који преузимају злонамерни код с неке локације на Интернету и инсталирају га на жртви;
- Искоришћавањем сигурносног пропуста у систему (користећи експлоите), шта је, на пример, путања којом се шире црви (worms);
- Преко мултимедијалних фајлова који у себи садрже такав низ података, да искоришћавају пропусте у клијентским апликацијама система. Такав случај је и једна верзија библиотеке gdiplus.dll, дела оперативног система Windows XP у некој од ранијих верзија.

Заједничко за све врсте malware програма је да се шире углавном без обзира на вољу корисника, осим уколико исти из неког разлога жели „заразити“ одређени систем да би га угрозио.

Мотиви за овакво понашање неких корисника могу бити различити, а најчешће су:

- преношење разних порука (политичких, личних, на чак и тотално бесмислених порука);
- разни облици шпијунаже, посебно индустријске;
- едукативни;

- доказивање у хакерском свету;³
- крађа новца електронским путем;
- финансијска корист истраживањем понашања корисника радо пјојпвпг сврставања у одређену циљану групу. Према добијеним сазнањима, носилац малициозне активности им пласира одређене рекламе, и друге циљане садржаје.

Јединствена и научно систематизирана класификација неопожељних програма не постоји због њиховог свакодневног модификовања и појаве нових врста. Разликују се према томе какву штету наносе, како се извршавају и умножавају. Међутим, разлике између типова *malware* програма нису увек тако јасно дефинисане, многе се врсте „преплићу“, на се може закључити да постоје и „мешовити“ *malware* програми који садрже особине више врста.

Вируси, црви и тројански коњи су вероватно најпознатије врсте злонамерних програма који се користе у нападу на рачунарске системе. Свој публицитет стекли су захваљујући великој распрострањености и штети коју наносе рачунарској индустрији. Иако доста слични, сваки од тих злонамерних програма дјелује различито.

Вируси су врста злонамерних програма који се извршавају на корисниковом рачунару без његовог знања. Вируси за своје ширење користе легитимне програме на које додају свој додатак који ће се приликом покретања зараженог програма такође извршити. Код извршавања зараженог програма извршава се и злонамерни код и корисници често нису свесни да су заражени вирусом.

Црву, за разлику од вируса, није потребна помоћ корисника да би се проширио. Он обично користи недостатке оперативног система или одређених апликација да би се проширио на остале рачунаре у мрежи. Сама природа црва пуно је деструктивнија од вируса, јер брзина њиховог ширења не зависи од корисника и у врло кратком року могу заразити хиљаде рачунара.

Тројански коњи су злонамерне апликације које се представљају као нормалне корисничке апликације. Немају методу ширења као црви и вируси, него их корисник мора сам инсталирати и покренути на рачунару. Када су покренути, тројански коњи су у могућности отворити позадинска врата (*back door*) и на тај начин потенцијалном нападачу отворити несметан приступ рачунару.

2. Моделовање ширења злонамерних програма

Напад на мреже путем малициозног програма званог црв (*worm*) данас је највећа опасност за мрежну безбедност. Овај облик наношења штете доводи до директних финансијских губитака, а служи и као основа за реализацију других опасних претњи, као што су неовлашћени

³ У компјутерском жаргону, термин хакер (енгл. *hacker*) означава лице које брзо ускаче у компјутерску мрежу и још брже из ње искаче.

приступ подацима, крађа личних и корпоративних информација итд. Постојећа средства заштите не могу се у потпуности носити са епидемијама које овај малициозни код изазива, те се стога као императив намеће креирање система детекције и заштите нове генерације који су способни да предупреду настанак епидемије или да је држе у почетном стадијуму. За решавање овог задатка неопходно је знати како да се моделује епидемија коју изазива црв са циљем њеног детаљног проучавања и анализе чињеница који утичу на ширење епидемије као и дефинисање могућих механизма ране детекције и заштите.

Име црва	Време појаве	Мета напада	Карактеристике
<i>Morris</i>	1988	<i>Unix</i>	Овај црв је онеспособио главне компоненте раног интернет а, пунећи новинске наслове широм света.
<i>Mellisa</i>	1999	<i>Microsoft Outlook</i>	Ширење преко оутлоока, <i>e-mail</i> клијента <i>Microsoft</i> , и инфицирање <i>macro</i> -а, <i>DOC</i> фајлова.
<i>The Love bug</i>	2000	<i>Microsoft Outlook</i>	<i>Visual Basic script</i> црв, који се ширио преко <i>outlook</i> , <i>e-mail</i> клијента <i>Microsoft</i> , натерао је неке фирме да се дисконектују са интернета на неколико дана док не прође олуја.
<i>Ramen</i>	2001	<i>Linux</i>	Освојио је системе захваљујући трима рупама у системима, након инсталације избацивао је поруку, <i>Hackers loooove nudles</i> , груби превод „Хакери воле резанце“, воле их и други људи, али нису направили црва у њихову част.
<i>Code Red</i>	2001	<i>Windows Web сервери</i>	Овај искључиво вирулентан црв заразио је преко 250.000 рачунара за мање од девет сати, планирао је <i>flood</i> напад на сајт Беле куће, www.whitehouse.gov .
<i>Nimda</i>	2001	<i>IE</i> , дељиви фајлови, <i>web</i> сервери, <i>Outlook</i>	Овај <i>multiexploit</i> црв има преко дванаест различитих механизма ширења. Појавио се само после недељу дана после терористичког напада 11. септембра и један је од најозлоглашенијих црва према штети и паници коју је изазвао.
<i>Klez</i>	2002	<i>Outlook</i> и дељиви фајлови	Овај црв је направио мали корак према полиморфизму рандомизацијом <i>e-mail</i> субјеката и атачмент фајловима. Клез је први црв који је покушао онеспособљавање антивирусних производа.
<i>Slapper</i>	2002	<i>Linux</i>	Овај црв се ширио преко мреже захваљујући пропусту у <i>Secure Sockets Lazer (SSL)</i> , код коришћен од <i>Apache web</i> сервера. Док се ширио прaviо је <i>P2P DOS (denial-of-service)</i> мрежу, чекајући од творца команду да лансира масовни <i>flood</i> напад.
<i>SQL Slammer</i>	2002	<i>Windows QL сервер</i>	Овај мали зли програм ширио се веома ефикасно, прекидајући велики део Јужно Корејске интернет везе на неколико сати и искључио је на хиљаде машина за подизање новца у Северној Америци.

Табела 1 - Најпознатији злонамерни програми типа 'црв' (Маринковић, 2008)

Између ширења епидемија компјутерских злонамерних програма („вируса“) и епидемија биолошких болести постоји пуно заједничких елемената. Први радови који су предвиђали креирање мултиплицира-

јућих програма довели су до аналогије између компјутерских и биолошких вируса. Биолошки и компјутерски злонамерни програми нису независни ентитети, њима је неопходно да се „прикаче“ на ћелију домаћина (програм или датотеку у случају компјутерских злонамерних програма) да би могли да опстану и да се репродукују. Када се заражени програм стартује, злонамерни програм улази у меморију рачунара и одатле копира свој код у остале програме рачунара и тако шири заразу. Из ове чињенице следи да је природно било користити методе за анализу ширења инфективних болести на случајеве ширења компјутерских злонамерних програма.

Још у XIX веку су за проучавање инфективних болести разрађени епидемиолошки модели засновани на системима диференцијалних једначина. Ти модели иако прилично груби и једноставни омогућавали су да се донесе низ важних закључака о самој епидемији. Крајем 80-тих и почетком деведесетих година XX века истраживачи у IBM корпорацији (*J. O. Kephant i S. R. White*) су ове биолошке моделе користили за проучавање ширења компјутерских злонамерних програма у компјутерским мрежама, иако глобалне мреже као што је Интернет нису постојале. При томе су се користили аналогијом преузетом из математичке биологије код моделовања вирусне епидемије (модел *SI* и модел *SIR*). Нарочито је ово постало актуелно после појаве злонамерних програма типа *worms* (црви) као што су *CODE RED I*, *CODE RED II*, *NIMDA*, *SLAMMER*... (Komninos, 2007; Zou, Gao, Gong, Towsley, 2003; Zou, Gong, Towsley, 2003; Gareto, 2003; Staniford, Paxon, Weaver, 2002). Специфичност вормса (црва) у односу на остале малваре је у томе што су они фокусирани на ширење на остале рачунаре у оквиру мреже а не само у оквиру једног рачунара. Док је за пренос класичних малваре са једног рачунара на други потребна нека врста људске акције (пренос путем *e-mail*-а, дискете, *USB*-а итд.), црви су много независнији у овом погледу и они сами осматрају мрежу у потрази за рачунарима са безбедносним пропустима – рупама (*security hole*). Када пронађу овакав рачунар, они се копирају кроз те рупе и почињу да се шире. Црви се шире изузетно брзо и у стању су да онеспособе рад читаве мреже у року од пар сати. Само 14 часова било је потребно црву *Code-Red (CRv2)* да зарази више од 359.000 рачунара повезаних на интернет. (Zou, Gong, Towsley, 2002). Процењује се да је штета ове епидемије прелазила цифру од 2,6 милијарди америчких долара.

У епидемиологији се проучавају два основна типа модела: стохастички и детерминистички. Стохастички се примењује за проучавање малих и изолованих популација у којима велику улогу имају случајне осцилације вероватноћа заражених индивидуа. Детерминистички модели описују епидемиолошке процесе на нивоу целе популације. Као основну претпоставку користимо чињеницу да је сусрет било које двије јединке једнако вероватан, тј. користимо хипотезу хомогеног мијешања јединки популације. Претпоставља се да је контакт између заражених и подложних зара-

зи (*susceptible*) константан и независан од могуће хетерогености система. Такође, јединке могу прелазити само између одјељака и нове јединке не могу долазити. Ради једноставности анализе ширења инфекција специфичности које се односе на поједине индивидуе се занемарују. Сматра се да се свака индивидуа може наћи у једном од неколико стања.

За ширу детерминистичку анализу посматра се неколико група у популацији (Chen, 2005):

- S – група осетљивих индивидуа подложних инфекцији (чланови бивају заражени и прелазе у групу I са неком динамиком),
- E – група индивидуа које су заражене али се налазе у латентном стадијуму (извесно време нису у стању да друге чланове инфицирају, али по истеку тог времена постепено прелазе у групу I),
- I – група заражених индивидуа које шире инфекцију (по одређеној динамици прелазе у групу R , тј. у чланове који поседују имунитет),
- R – група која није подложна инфекцији (неки чланови могу да изгубе имунитет временом и пређу у групу S – изложених инфекцији).

Постоје разне варијанте модела са овим групама, као што $S-I$ модел или $S-I-R$ модел, $S-E-I-R$ модел итд. Ови епидемиолошки модели ће се користити за анализу ширења компјутерских злонамерних програма типа црва. Ширење злонамерних програма кроз мреже је дискретно у току времена. Међутим, за описивање ових процеса се користе диференцијалне једначине које описује процесе континуалне у времену (Јаћимовски, 2010). Ова апроксимација је прихватљива само код анализа ширења злонамерних програма у великим системима. типа Интернета.

Дати модели, нажалост, не узимају у обзир низ фактора карактеристичних за компјутерске мреже; на пример, промену брзине инфицирања због отказивања рутера у мрежи (у овим моделима се сматра да је брзина инфицирања константна) или активно коришћење антивирусних програма од стране корисника.

2.1. Двофакторски модел

Овај модел је проистекао из потребе да се класични епидемиолошки модели типа SIR , и његове варијације, адаптира и учини реалнијим. То је учињено увођењем два допунска услова (Захарченко, 2004):

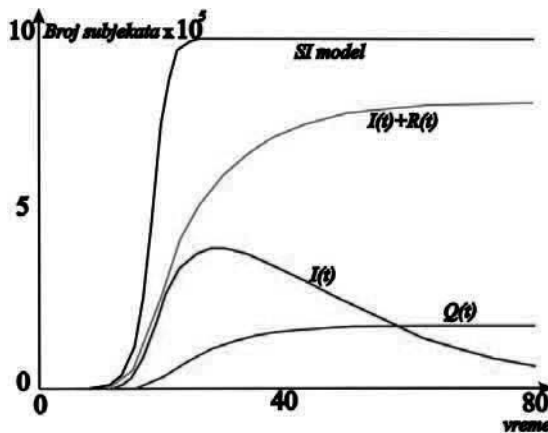
1. Активно супротстављање ширењу злонамерних програма доводи до тога да се из мреже искључују не само заражени рачунари већ и они који су изложени зарази а још нису инфицирани;
2. Претпоставља се да брзина ширења заразе није константна већ да представља опадајућу функцију по времену; то има смисла због претпоставке да је у току епидемије мрежа оптерећенија па може да дође до отказивања појединих елемената (нпр. рутера), чиме се процес инфицирања умањује.

И овај модел не узима у обзир утицај топологије мреже на ширење епидемије. Ширење злонамерних процеса током времена кроз мреже се може у овом моделу адекватно описати следећим системом једначина:

$$\begin{aligned}\frac{dS(t)}{dt} &= -\beta(t)S(t)I(t) - \frac{dQ(t)}{dt}, \\ \frac{dR(t)}{dt} &= \gamma I(t), \\ \frac{dQ(t)}{dt} &= \mu S(t)[I(t) + R(t)], \\ \beta(t) &= \beta_0 \left[1 - \frac{I(t)}{N}\right]^\eta, \\ N &= S(t) + I(t) + R(t) + Q(t), \\ I(0) &= I_0 \ll N; S(0) = N - I_0; R(0) = Q(0) = 0\end{aligned}\quad (1)$$

где је $Q(t)$ - број компјутера подложних инфекцији који су искључени из мреже, γ - брзина прелаза субјеката из $I \rightarrow R$, μ - брзина прелаза из $S \rightarrow R$, а η - параметар који дефинише промену брзине инфицирања током времена.

Решење система нелинеарних диференцијалних једначина (1) се налази нумеричким путем. За вредности параметара $N = 10^6$, $I_0 = 10$, $\beta_0 = 0.1$, $\gamma = 0.05$, $\mu = 0.07$, $\eta = 0.4$ решења су приказано на Слици 1.



Слика 1 - Одговарајуће величине у функцији времена код двофакторског модела

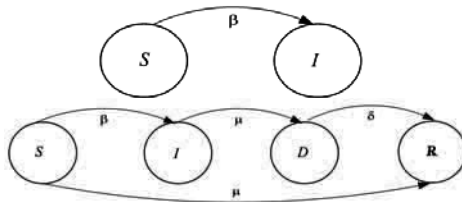
Анализом графика са Сlike 1 уочљиво је да је број инфицираних субјеката око 2,5 пута мањи код двофакторског модела него у случају SI модела, код кога по претпоставци не постоји антивирусна заштита.

2.2. PSIDR модел

У досада наведеним моделима није анализирано дејство антивирусних програма и њихов утицај на динамику ширења злонамерних програма. У моделу *PSIDR* (*Progressive Susceptible Infected Detected Removed*) је реализована промена динамике ширења црва (Liveille, 2002; Williamson, 2003). Време ширења заразе дели на два периода:

1. Први период (*Pre Response*). Прво црв инфицира један хост у мрежи. У року од неколико временских јединица (дана, сати) он се шири кроз мрежу и није уочен од већине корисника. На ову фазу се може применити *SI* модел.
2. Период одговора (*Respons*). После извесног времена црв је регистрован на неколико хостова. Неинфицирани чворови мреже постају имуни на дати црв, а инфицирани се „лече“ неком брзином која зависи од брзине обнављања антивирусних база.

У овом моделу време које раздваја ове интервале се обележава са π . То је време неопходно да се појави „лек“. У почетку се систем може наћи у два стања $S \rightarrow R$, а по истеку времена $t = \pi$ систем пролази кроз стања $S \rightarrow I \rightarrow D \rightarrow R$ са могућношћу директног прилаза између стања $S \rightarrow R$



Слика 2 - Графички приказ PSIDR модела

Дакле, основна разлика од класичног модела је што се заражени чвор не преводи директно у стање R већ преко стања D . За разлику од двофакторског модела овај модел не узима у обзир промену у фреквенцији инфекције.

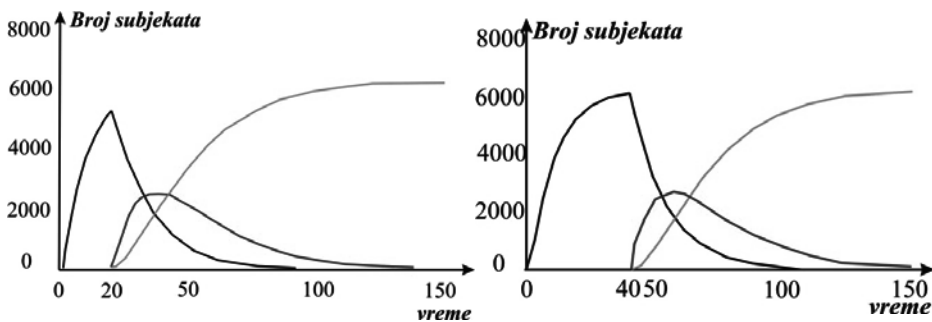
У првој фази за $t < \pi$ систем се може описати једначинама:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI, \quad \frac{dI}{dt} = \beta SI; \quad S(t) + I(t) = N \quad (2)$$

У другој фази за $t > \pi$ систем се описује једначинама:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= -\beta SI - \mu S, & \frac{dI}{dt} &= \beta SI - \mu I, \\ \frac{dD}{dt} &= \mu I - \delta D, & \frac{dR}{dt} &= \delta D + \mu S \\ S(t) + I(t) + D(t) + R(t) &= N \end{aligned} \quad (3)$$

где је D -број уочених заражених субјеката, μ -брзина регистравања заражених субјеката (брзина обнављања – *update* антивирусних програма), δ – брзина одстрањивања злонамерног програма из система. Почетни услови су $S(0) > 0$, $I(0) > 0$, $D(0) = 0$, $R(0) = 0$. Овај модел се разликује од класичног *SIR* И *SEIR* модела по томе што се уводи стање D (*detected*) између стања I и R . За време тзв. *response* периода црв се детектује неком брзином μ (која зависи од брзине обнављања антивирусне базе) и „лечи“ брзином δ . Практично, док се одређени субјекат налази у стању D он је ван мреже док се не „излечи“. Код *SEIR* модела постоји стање E (*exposed*) када је чвор инфициран, али он не представља извор нове инфекције. Анализа овог модела несумњиво указује на неопходност што брже обнављања антивирусних програма како не би дошло до наглог ширења „епидемије“. Чак и када је обнављање антивирусних програма довољно брзо, епидемија може да се шири изузетно брзо јер почиње борба за субјекте између црва и система заштите. Анализом графика са Слика 3, види се да је број инфицираних субјеката знатно већи уколико је период π већи.



Слика 3 - R(зелена), I (плава), D(црвена) у функцији времена у моделу PSIDR за $\pi=20$ – леви график и $\pi=40$ – десни график

Једно од преимућства овог модела је што се могу направити одређене процене као што су:

1. Процена финансијске штете: њу карактерише време потребно да се „лече“ хостови и колико је хостова заражено: $\int D(t)dt$;
2. Процена нанете штете: показује колико је хостова заражено и колико дуго ће се они налазити у том стању: $\int I(t)dt$;
3. Процена максималног броја инфицираних хостова: указује на најлошије стање система $\max(I(t))|_{t=t_0}$;
4. Време имунизације система: у реалном случају нису сви рачунари изложени зарази. Као основа за налажење овог параметра узима се време потребно за имунизацију 95% укупног броја рачунара у систему.

Иако је овај модел тренутно најреалнији, постоје аспекти који нису довољно добро третирани:

- Брзина имунизације није константна, јер што је више субјекта нападнуто, то је већа борба па је брзина имунизације, очигледно функција од $I(m)$;
- Брзина ширења напада морала би бити променљива величина као код двофакторског модела;
- Неки црви избацују субјекте из употребе у одређеном периоду (нпр. црв Клез дејствује сваког шестог у непарном месецу).

3. Закључак

Моделовање и упоређивање резултата са развојем реалних епидемија омогућава да се извуче закључак који није утешан. Тренутно постојећи системи детектовања могућег напада и заштите нису у стању да благовремено обезбеде одговарајући ниво безбедности од ширења злонамерних програма.

Главни је проблем како зауставити напад, и при том сачувати доказе за каснију анализу или употребу на суду. Иако већина система мрежне форензике, као што су системи за откривање напада на мрежу (*Intrusion Detection Systems*), могу пронаћи и пратити мрежне информације, посебним форензичким алатима се додатно може спровести анализа реално протеклог времена (*timeline*), реконструкција електронских порука, анализа метаподатака, анализа пакета односно оквира (*frame*), како би се математички показало да се подаци нису променили од времена када су пронађени и оштећени (Middleton, 2002).

Као превентиву од ових напада можемо употребити следеће методе (Петровић, 2009):

- едукација корисника,
- антивирусни алати,
- програми за верификацију апликација,
- конфигурација мрежних уређаја за смањивање штете.

Најбоља одбрана од злонамерних програма је едукација самих корисника. Тако би, на пример, корисници требали знати да не отварају електронску пошту од непознатих корисника, не посјеђују *web* странице познате по дистрибуцији тројанских коња и не инсталирају програме који нису проверени.

Употреба антивирусних програма увелико ће помоћи код ситуација када корисник несвесно покуша покренути злонамерни програм који ће га заштити од могуће инфекције.

Програми за верификацију апликација такође су користан додаток безбедности. Они ће направити снимак програма и конфигурационих датотека и касније омогућити анализу да ли је нека од њих промењена. Промена апликација и скрипти може указати да је нека врста напада у току.

Конечно, ако се неки од црва и прошири мрежом, конфигурацијом мрежних уређаја могуће је спречити његово даље ширење на остале делове мреже и бар мало умањити насталу штету.

4. Захвалност

Овај рад је урађен у оквиру пројекта Министарства за просвету и науку Републике Србије – ТР бр. 34019.

5. Литература

8. Chen, W. W. S. (2005), *Statistical Methods in Computer Security*, Marcel Dekker, New York.
9. Ćosić, J., Bača, M. (2010), Компјутерска форензика– широки аспекти примјене, *Infoteh-Jahorina Vol. 9, Ref. E-VI-9, p. 857-860*.
10. Garetto, M., Gong, W., Towsley D., (2003), Modeling Malware Spreading Dynamics, *IEEE INFOCOM*, .
11. Јаћимовски, С., Миладиновић, С., Млађан М., (2010), *Моделовање динамике напада злонамерних програма на компјутерске мреже*, научни скуп Право и форензика у криминалистици, Крагујевац
12. Komninos, T., Spirakis, P., Stamatiou, Y. C., Vavitsas, G. (2007), A Worm Propagation Model based on Scale Free Network Structures and People's Email Acquaintance Profiles, *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol.7 No.2
- Leveille J. (2002) Epidemic spreading in technological networks / *Technical Report HPL-2002-287, HP Laboratories Bristol, 100 p.*
13. <http://www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-287.pdf>
14. Маринковић, М., (2008), *Малициозан код-анализа и напредне технике одбране*, Мастер рад, Унивезитет Сингидунум, Београд
15. Middleton, B. (2002), *Cyber crime investigator's field guide*, by CRC Press LLC
16. Новаковић, Р. (2011), *Заштита од компјутерских вируса*, Спец. Рад, Криминалистичко-полицијска академија, Београд
17. Петровић, К. (2009), *Испитивање сигурности мрежне опреме на уобичајене мрежне нападе*, Дипломски рад, Факултет електротехнике и рачунарства, Свеучилиште у Загребу
18. Staniford, S., Paxson, V., Weaver, N. (2002), How to Own the Internet in Your Spare Time, *Proceedings of the 11 thUSENIX Security Symposium (Security'02)*
19. Williamson M. M., Leveille, J. (2003), An epidemiological model of virus spread and cleanup / *Proceeding of Virus Bulletin Conference, Toronto, Canada. 11 p.*
20. <http://www.hpl.hp.com/techreports/2003/HPL-2003-39.html>
21. Захарченко А., (2004), Черводинамика: Причини и следствия, *Заштита информаци. Конфидент, № 2, и. 50-55.*
22. Zou, C. C., Gong, W., Towsley, D. (2002), Code Red Worm Propagation Modeling and Analysis, *CCS'02, Washington, DC, USA.*
23. Zhou, C., Gong, W., Towsley, D. (2003), Worm Propagation Modeling and Analysis under Dynamic Quarantine Defense, *WORM'03, Washington, DC, USA.*
24. Zou, C. C., Gao, L., Gong, W., Towsley, D. (2003) , Monitoring and Early Warning for Internet Worms, *CCS'03, Washington, DC, USA.*

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

343.98(082)

ПРИМЕНА форензичких метода у криминалистици :
тематски зборник радова / [уредници Љиљана Машковић,
Жељко Никач]. – Београд: Криминалистичко-полицијска ака-
демија, 2011 (Београд: Scanner studio). – VIII, 187 стр. : илустр. ;
24 cm

Тираж 200. – Стр. VII–VIII: Предговор / Љиљана Машковић,
Жељко Никач. – Напомене и библиографске референце уз
текст. – Библиографија уз све радове.

ISBN 978–86–7020–205–4

а) Криминалистика – Зборници
COBISS.SR–ID 188518924