

**КРИМИНАЛИСТИЧКО-ФОРЕНЗИЧКА
ОБРАДА МЕСТА КРИВИЧНИХ ДОГАЂАЈА II**

ТЕМАТСКИ ЗБОРНИК РАДОВА

КРИМИНАЛИСТИЧКО-ПОЛИЦИЈСКА АКАДЕМИЈА

Београд, 2014

Издавач

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

За издавача

проф. др ГОРАН МИЛОШЕВИЋ
декан Академије

Рецензенти

проф. др СЛОБОДАН ЈОВИЧИЋ
проф. др ДЕЈАН РАКОВИЋ

Уредник

проф. др ЉИЉАНА МАШКОВИЋ

Лектори

ОЛИВЕРА ЈЕЗДИМИРОВИЋ
ЈЕЛЕНА ПАНЏА
РЕНАТА САМАРЦИЋ

Компјутерска припрема слога
МИЛОШ ИВОВИЋ

Тираж

100 примерака

Штампа

ЈП „Службени гласник“
Београд

САДРЖАЈ

I део

ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ ИЗВРШИЛАЦА КРИВИЧНИХ ДЕЛА

Љиљана Машковић, Смиља Теодоровић, Драгутин Ратковић БИОМЕТРИЈСКИ АСПЕКТ ЉУДСКОГ ХОДА.....	3
Горан Илић СИНЕРГИСТИЧКО ДЕЈСТВО ХЕРОИНА И АЛКОХОЛА КАО УЗРОК СМРТИ ХЕРОИНОМАНА.....	17
Валентина Баић, Даг Коларевић, Весна Гојковић ПРОСТОРНО-ВРЕМЕНСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ КРИВИЧНОГ ДЕЛА СИЛОВАЊА.....	37
Љиљана Машковић, Драгутин Ратковић, Никола Милашиновић ЉУДСКИ ХОД – СИСТЕМИ ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ	47
Лазар Нешић, Саша Пауновић, Јован Ковачевић ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ФОРЕНЗИЧКЕ ИНСТРУМЕНТАЛНЕ АНАЛИЗЕ ГЛАСА	61
Ана Бранковић, Биљана Котуревић АНАЛИЗА ТАЧКАСТИХ ПОЛИМОРФИЗАМА RFLP МЕТОДОМ И МЕТОДОМ АУТОМАТСКОГ СЕКВЕНЦИРАЊА	71

II део

КРИВИЧНА ДЕЛА ВИСОКОТЕХНОЛОШКОГ КРИМИНАЛА

Драган Ранђеловић ПРИМЕНА АЛАТА „OBSERVEIT“ ЗА ОБЕЗБЕЂЕЊЕ ДОКАЗА.....	87
Слободан Миладиновић ЗАШТИТА ВИДЉИВИХ И НЕВИДЉИВИХ ДИГИТАЛНИХ ДОКАЗА КОД ФОРЕНЗИЧКЕ ИСТРАГЕ.....	111

III део

ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ СПЕЦИФИЧНИХ МАТЕРИЈАЛА

Радован Радовановић, Весна Николић, Тома Штрк

ТЕХНОЛОГИЈА ПРОИЗВОДЊЕ НИТРОЦЕЛУЛОЗНИХ БАРУТА
– ЕЛЕМЕНТИ ЗА ФОРЕНЗИЧКА ИСТРАЖИВАЊА 127

Радован Радовановић, Марко Ристић, Јелена Милић

ФОРЕНЗИЧКИ ЗНАЧАЈ ОДРЕЂИВАЊА ПАРАМЕТАРА
ДЕЈСТВА ПИШТОЉСКИХ ПРОЈЕКТИЛА 149

Ивана Бјеловук, Тања Кесић, Милан Жарковић

СПЕЦИФИЧНОСТИ КРИМИНАЛИСТИЧКО-ФОРЕНЗИЧКЕ
ОБРАДЕ МЕСТА ЕКСПЛОЗИЈЕ У СЛУЧАЈУ КОРИШЋЕЊА
СРЕДСТВА СА БРИЗАНТНИМ ЕКСПЛОЗИВОМ 163

IV део

КРИМИНАЛИСТИЧКО-ФИНАНСИЈСКЕ ИСТРАГЕ

Дарко Маринковић

ФОРЕНЗИЧКИ АСПЕКТИ КРИМИНАЛИСТИЧКИХ
ИСТРАГА УБИСТВА 177

Горан Бошковић, Ненад Радовић

КРИМИНАЛИСТИЧКА АНАЛИЗА РАЧУНОВОДСТВЕНЕ
ДОКУМЕНТАЦИЈЕ – ИДЕНТИФИКАЦИЈА ЧИЊЕНИЦА
ЗНАЧАЈНИХ ЗА ФИНАНСИЈСКУ ИСТРАГУ
ОРГАНИЗОВАНОГ КРИМИНАЛА 195

Оливер Лајић, Милан Жарковић, Звонимир Ивановић

ПРЕТРЕСАЊЕ СТАНА И ЛИЦА У
ФИНАНСИЈСКИМ ИСТРАГАМА 205

ПРЕДГОВОР

Овај тематски зборник радова приказује истраживачке резултате остварене у последњој истраживачкој 2014. години на интерном пројекту Криминалистичко-полицијске академије под називом „Криминалистичко-форензичка обрада места кривичних догађаја“.

Пројектна истраживања је обављао тим састављен од двадесет чланова, издељен на групе које су проучавале посебне научне области од интереса за пројекат.

Како су поступци истраживања захтевали познавање научних метода и могућности њихове примене у криминалистичкој форензици као широкој мултидисциплинарној области, истраживаче је требало усмерити, кроз истраживачке групе, ка конкретној научној проблематици, а затим их све повезати. То је иначе први и најзначајнији корак у форензичкој обради криминалног догађаја. Форензичке анализе спроведене на самом месту криминалног догађаја, добијање поузданих идентификационих резултата у лабораторији, њихово представљање и тумачење на суду били су само појединачни кораци истраживачких група, неопходни како би се разјаснили поједини кривични догађаји.

С друге стране, и примена правних норми је неопходна процедура. Оне одређују ток истраге и дају налоге за истрагу. Криминалистичка истраживања и доказивања кривичних дела су повезана с тужилачким истрагама. Посебна истраживачка група се бавила том проблематиком.

Обједињена истраживања појединих група су показала да развој и усавршавање форензичких метода и адекватна примена правних норми доводе до квалитетних и праведних разрешења криминалних дела. На суду се користе резултати добијени применом форензичких метода за идентификацију учинилаца кривичних дела, пронађених предмета и трагова. Идентификоване биометријске, физиолошке или понашајне карактеристике, као и идентификовани предмети и трагови пронађени на месту криминалног догађаја, омогућавају, пре свега, откривање учиниоца кривичног дела.

Како обраду тих места обављају криминалисти и форензичари, то је правилан, стручан и одговоран однос према пронађеним траговима појединих кривичних дела основа за добро спровођење судског поступка ради разрешења тих дела.

Обрада места криминалног догађаја је сложена делатност како у стручном тако и у научном смислу. У ту сврху, истраживачке групе су се бавиле различитим облицима криминала, сагледавајући најбољи могући прилаз обради појединих дела. То се односи на одабир метода за идентификацију криминалистичких објеката које треба применити на самом месту догађаја, а потом и за лабораторијске анализе.

Научне анализе на пројекту су спровеле поједине групе. Њихови резултати се налазе у многим публикованим радовима.

Област истраживања једне истраживачке групе, која се у протеклој години бавила проблематиком идентификације извршилаца кривичних дела, може се назвати Идентификација извршилаца кривичних дела. Она је обухватала препознавање живих особа на основу њихових биометријских карактеристика, препознавање особа на основу њихових лешних или коштаних остатака или трагова пронађених на месту криминалног догађаја, испитивања психолошког, социјалног и правног аспекта њихове личности. Резултате у тој области је остварила истраживачка група у саставу:

- 1) проф. др Љиљана Машковић
- 2) проф. др Горан Илић
- 3) проф. др Даг Коларевић
- 4) доц. др Смиља Теодоровић
- 5) доц. др Никола Милашиновић
- 6) доц. др Валентина Баић
- 7) доц. др Ана Бранковић и
- 8) Лазар Нешић.

Спроведена истраживања су била утемељена на употреби нових или метода које су у поступку усавршавања. Дате су прецизне анализе људског хода и могућности издвајања поузданих идентификатора из њих. Актуелност те проблематике је повезана с чињеницом свуда присутног видео надзора, чије камере ретко бележе изглед лица особе, а готово увек начин њеног хода. Данас је у употреби велики број метода за идентификацију особа на основу начина хода. Неке од најсавременијих метода је изучавала ова група.

Добијени су и резултати идентификација особа применом форензичке анализе гласа. Истакнуте су предности те методе, које се огледају у томе што је поуздана, што опрема која се користи није скупа (довољни су персонални рачунар и софтвер за обраду гласа) и што је неинвазивна (узимање узорка гласа не захтева непосредан контакт). Недостаци се јављају као последица променљивости људског гласа (током старења особе глас се мења, а и одређена емотивна стања утичу на тренутну промену гласа) и што се захтева добар квалитет снимка (снимак без шума је немогуће направити). За та истраживања су коришћени подаци и Националног криминалистичко-техничког центра Србије.

Када су у питању људски остаци, истраживани су дејство дрога на људски организам и разлози настанка смрти. Анализиран је четворогодишњи обдукциони материјал. Упоредивани су резултати токсиколошких анализа и доказивано је да је смрт интравенских хероиномана наступила због дејства хероина и придодатог

дејства других токсина (алкохол, бензодиазепини), који заједно с хероином имају синергистичко дејство на депресију респираторног система.

Изузетно значајан истраживачки приступ је остварен у просторно-временској анализи криминалног понашања сексуалних преступника, с циљем добијања потпуније слике о распоређености те врсте криминала на подручју Републике Србије, као и утврђивања тенденције јављања те врсте криминала у различитим периодима и временским ритмовима. Истраживачи су користили податке Управе за аналитику Министарства унутрашњих послова Републике Србије, који обухватају 701 кривично дело силовања извршено у периоду од 2006. до 2012. године. Резултати истраживања су показали да је регион Војводине подручје у којем је извршено највише кривичних дела силовања, затим следе региони Шумадије и западне Србије, региони јужне и источне Србије и регион Београда. У релативном смислу, израчунате стопе силовања на 100.000 становника по регионима указују на уједначеност вршења тог кривичног дела. У погледу временске распоређености, утврђено је да је највише силовања извршено у летњем периоду, средином недеље, у времену од 18 часова до 24 часа.

Друга истраживачка област – Кривична дела високотехнолошког криминала, у којој су постигнути значајни истраживачки резултати, приказује анализе специфичних места криминалних догађаја у области високотехнолошког криминала. У њеном саставу су били следећи истраживачи:

9) проф. др Драган Ранђеловић и

10) проф. др Слободан Миладиновић.

Истраживања се односе на аспекте дигиталне форензике, која је створила услове и могућности за откривање учиниоца криминалног дела сакупљањем адекватних доказа неопходних за судско процесуирање. Проблем чувања тих доказа је проблем добре заштите система од напада. Истраживачи су предложили одговарајуће алате, као што је алат за ревизију и то ObserveIT, који се као интерни ревизијски софтвер може користити и као форензички алат за обезбеђивање дигиталних доказа с компјутера као места кривичног догађаја.

Анализирани су заштита, прикупљање и коришћење тзв. осетљивих дигиталних доказа, који се могу наћи на серверима или корисничким уређајима, а који се размењују интерном или екстерном комуникацијом преко локалне или јавне мреже за потребе форензичке истраге.

Због доступности хардвера и софтвера, великом броју извршилаца криминалних радњи је омогућен лак продор у информацијске мреже. То истовремено омогућава све чешће крађе идентитета и новца и друге облике угрожавања безбедности у виртуелном свету. Као одговор на тај изазов се јављају методе, поступци и софтверски алати за истраживање рачунарских инцидента. Извршене анализе у тој области олакшавају корисницима компјутера да у одређеном тренутку предузму мере и поступке за очување дела података, нарочито оних који се неправилним радњама могу изгубити или постати скривени.

Специфичност те проблематике се односи на посебне приступе проналажењу, заштити и каснијем представљању суду електронских трагова и њихових носилаца.

У трећој истраживачкој области, која је у протеклој години анализирао специфичности обраде места криминалног догађаја – Идентификације специфичних материјала, радила је следећа група истраживача:

- 11) проф. др Радован Радовановић
- 12) проф. др Милан Жарковић
- 13) доц. др Тања Кесић
- 14) мр Ивана Бјеловук и
- 15) Наташа Радосављевић Стевановић.

Специфичности које се јављају коришћењем бризантних експлозива везују се за ризик од нових експлозија, а самим тим и могућност нових жртава и материјалне штете. Ту су и тешкоће проналажења релевантних предмета и трагова на месту експлозије у условима њихове затрпаности рушевинама, знатно веће могућности повређивања током претраживања места догађаја, ризици од настанка пожара након експлозије и сл. Наведене посебности обавезују форензичаре да буду додатно опрезни, да дефинишу и поштују низ специфичних правила обраде места употребом адекватних уређаја и заштитне опреме. Истраживачи предлажу начине превазилажења посебности које се у том приступу јављају. Односе се на унапређење криминалистичко-форензичке обраде места експлозије, увођење поступка који се примењује у свету – праћење ланца кретања доказа, увођења савремених уређаја (дигитални диктафон и уређаји за позиционирање у простору – ГПС). Предложено је и да се иновира опрема за увиђаје, тако што ће се предвидети специјалне величине и врсте амбалаже, као и употреба специјалних заштитних одела којима би се смањио ризик за живот и здравље форензичког тима који обрађује такво место догађаја.

Анализирани су и битни сегменти технологије производње нитроцелулозних барута од интереса за форензичка истраживања а који се односе на процесе дехидрације нитроцелулозе у центрифугама и пресама, ректификације алкохола после дехидрације и припреме и обликовања нитроцелулозних смеша. Разматрани су најважнији проблеми сушења под сниженим притиском, сушења на атмосферском притиску, садржаја заосталог растварача и влаге у баруту, прераде отпадака и стабиловања нестабилног барута.

Четврта истраживачки област – Криминалистичко-финансијске истраге, посвећена је проблематици која је у средишту интересовања савременог друштва. Укључује методологију проналажења доказа у финансијским истрагама из домена организованог криминала, као и криминалистичке аспекте претресања стана и лица када је реч о специфичним предметима за којима се трага, најчешће у облику формалних докумената о власништву (уговори, решења надлежних државних органа и сл.), докумената који произилазе из власништва (на пример, рачуни за стамбено-комуналне услуге), као и својеручних бележака и компјутерских података.

Ову истраживачку групу су чинили:

- 16) проф. др Дарко Маринковић
- 17) проф. др Горан Бошковић
- 18) проф. др Ненад Радовић
- 19) доц. др Звонимир Ивановић и
- 20) доц. др Оливер Лајић.

Анализирани су постојање и порекло криминалног профита, који организовани криминал тежи да инфилтрира у легалне финансијске токове криминалним радњама. Те активности стварају папирнате трагове, који се могу пратити коришћењем криминалистичке анализе рачуноводствене документације у финансијским истрагама – истражне технике које суштински извиру из финансијске администрације и рачуноводства. Истраживачи посебно истичу значај примене тих метода у истрагама организованог криминала да би се дошло до важних информација, које су даљи путокази у финансијским истрагама и које могу да укажу на прикривање порекла и постојања нелегално стечене имовине, коришћење противправно стечених средстава и маскирање криминалне делатности финансијским трансакцијама.

Применом финансијске анализе рачуноводствене документације може се доћи до информација о улагању незаконито стечених средстава у легално пословање, о привредним субјектима који се користе као паравани криминалне делатности, као и до додатних информација о криминалној вези других предузећа и лица која су с њима повезана, чињеница које упућују на друге финансијске информације, као и других информација које могу бити од значаја за криминалистичку обраду дела организованог криминала.

Коришћењем рачуноводствене анализе финансијских трагова криминалних организација може се доћи до значајних информација, које могу усмерити криминалистичку обраду у правом смеру, омогућити примену других криминалистичких метода и створити основе за покретање кривичног поступка и ефикасно спровођење финансијских истрага.

Неки од резултата добијених током истраживања на овом пројекту у 2014. години објављени су у домаћим и иностраним часописима и представљени на научним и стручним скуповима. Такође, поједини резултати истраживања могу се наћи у монографским издањима. Урађене су и докторске дисертације и мастер и специјалистички радови који су третирали научну проблематику обухваћену пројектом.

Посебна група радова који разматрају специфичну проблематику обраде места криминалних догађаја управо је намењена овом тематском зборнику радова с пројекта. Нарочито важна и велика корист коју су донела истраживања у оквиру пројекта је проширење сарадње истраживача Криминалистичко-полицијске академије и истраживача из Националног криминалистичко-техничког центра и Управе за аналитику Министарства унутрашњих послова Републике Србије. Добијени резултати, представљени у радовима у овом зборнику, допринели су подизању научног и стручног нивоа истраживачког кадра Академије и припадника полиције.

Рад и постигнути резултати истраживачког тима током једне истраживачке године омогућени су високо професионалним односом између истраживача, што оправдава постојање једног оваквог пројекта.

Остварени резултати истраживачког тима заслужују да се објаве у тематском зборнику радова Криминалистичко-форензичка обрада места кривичних догађаја, у издању Криминалистичко-полицијске академије. Тиме се пружа могућност да и заинтересована шира научна и стручна јавност стекне увид у постигнуте резултате истраживачког тима у оквиру истоименог пројекта.

*Руководилац пројекта
проф. др Љиљана Машковећ*

І део
ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ ИЗВРШИЛАЦА КРИВИЧНИХ ДЕЛА

БИОМЕТРИЈСКИ АСПЕКТ ЉУДСКОГ ХОДА

Љиљана Машковић¹

Смиља Теодоровић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Драгутин Ратковић

*Министарство унутрашњих послова Републике Србије
Полицијска управа за град Београд*

Сажетак: Ход представља сложену телесну и просторно-временску бихејвиористичку биометријску карактеристику. Иако ход особа није сасвим јединствен и мења се током времена, довољно је карактеристичан за појединце, па се активно истражује у области идентификације особа. Наиме, развој технологија за идентификацију индивидуа у аутоматским биометријским системима путем стила хода заступљен је већ више од једне деценије услед вишеструких предности ове биометријске карактеристике. Ход особа се може забележити и снимцима ниже резолуције, када је немогуће прикупити друге биометријске карактеристике за идентификацију, попут ириса и лица. Такође, начин на који људи ходају се може забележити без нечијег пристанка и знања, са веће удаљености, што може бити од велике користи у криминалистици. У овом раду најпре је обрађена биомеханика људског хода, а потом су представљени напори који се чине у циљу постизања успешне идентификације стила хода.

Кључне речи: ход, биометријска идентификација, идентификација бомбаша-самоубица

1. Увод

Научна сазнања из биомеханике људског хода, добијена захваљујући немачким анатомима, Вилхелму Брануну и Оту Фишеру још 1890. године, започела су проучавање људског хода. Развој фотографије и кинематографије омогућио је слике који откривају детаље локомоције људи, које нису биле приметне гледајући кретање голим оком².

¹ *maskovicm@yahoo.co.uk

² http://en.wikipedia.org/wiki/Gait_analysis

Ход представља сложену телесну и просторно-временску биометријску карактеристику понашања³. Ход је транслаторно кретање засновано на III Њутновом закону-принципу акције и реакције. Ходање је комплексан процес који се састоји из корака, а корак активност мишића који изазива силу акције. Сила акције делује на подлогу, а подлога силом реакције покреће тело у одређеном правцу. Захваљујући гравитационој сили континуирано се одржава контакт са подлогом. Ходање је начин кретања обележен наизменичним периодима оптерећења и растерећења екстремитета. При ходању се користи константан низ покрета удова за померање тела напред, док се истовремено одржава стабилност тела.

Ход особе није јединствен, већ се мења током времена, али је довољно карактеристичан за поједине особе, па се на основу њега може вршити идентификација. Препознавање хода има велике импликације на рад полиције, јер постоје многи криминални случајеви у којима је снимљено тело особе, али не и њено лице. Препознавање појединца по начину хода је све моћнија биометрија која постаје незаменљива у одређеним ситуацијама (на пример, приликом идентификације бомбаша самоубица). Терористи су раније експлозив углавном сакривали у ранчеве и торбе, док данас то чине испод одеће, прилепљен за тело или у специјалним прслуцима. Овакве појаве искључују класичне идентификације, а дају могућност идентификацији путем начина хода.

2. Систем органа за ходање

Са становишта биомеханике, људски систем органа за ходање састоји се од синхронизованих, интегрисаних кретања стопина мишића и зглобова у телу. Другим речима, систем органа за ходање чине кости, спојеви међу њима (зглобови) и мишићи. У току процеса преласка човека у усправан став током еволуције, нога постаје главни орган за кретање и стиче посебне скелетне и мишићне особине, што се одразило и на њен изглед. Доње екстремитети су сачињени из следећих делова⁴: куќ (бедро), натколеница (бут), колена, потколеница и стопало.

Куќ је један од највећих и најпокретљивијих зглобова, а најважнији је за стабилност људског тела у усправном положају. Обртна тачка куќа се налази у центру удубљене зглобне површине, те се покрети у куќу обављају у свим правцима и то око три главне осовине: попречне, сигиталне и уздужне⁵. Покрети у зглобу куќа су следећи: *прегибање* (130°), *опружање* (133°), *привођење и одвођење* (45°), *спољашња ротација* (13°), *унутрашња ротација* (35°) *и кружни покрет* који се изводи удруживањем свих наведених покрета⁶. За нормалан ход посебну важност имају бедрени мишићи који окружују зглоб куќа.

У зглобу колена се изводе покрети флексије и екстензије у обиму од 150°. Мишић *quadriceps* је један од најснажнијих у телу и одговоран је за покрете испру-

³ Michael W. Whittle, *Gait Analysis an Introduction*, Butterworth Heinemann, 2007.

⁴ Мрваљевић, Д. (2010). *Анатомија доњег екстремитета*, Савремена администрација, Београд

⁵ Група аутора (2008). *Хирургија за студенте медицине*, Медицински факултет, Београд, стр. 765-772

⁶ Стефановић, Н. Антић, С. Павловић, С. (2011). *Анатомија доњег екстремитета*, Аутори-СВЕН, Ниш, стр. 28

жања, тепредставља део екстензорног апарата колена. Покрете савијања потколенице према бутној кости изводе мишићи задње групе бута (*m. semimembranosus*, *m. semitendinosus*, *m. bicepsfemoris*) и са унутрашње стране *m. gracilis*. Узглобу колена сједињена су два типа зглоба, зглоб облика шарке и ваљкаст зглоб, па тако има две осовине, попречну и уздужну. Око попречне осовине врше се покрети флексије и екстензије, а око уздужне покрети унутрашње и спољашње ротације. Приликом стајања, унутрашња ротација је могућа до 5°, јер се затежу укрштене везе. Спољашња ротација при истим условима могућа је од 15-20°, јер се тада укрштене везе одвијају и релаксирају. Ротација у зглобу колена је највећа када је колено у положају средње флексије и тада износи 35-40°.

Стопало се ослања на три тачке: једну задњу (петна кврга) и две предње (главице прве и пете метатарзалне кости). Ако се ове тачке споје добија се троугао суштентације. У оквиру овог троугла описују се уздужни и попречни свод стопала. Сводови стопала омогућавају еластичан ослонац при стајању, одлубљивање стопала и одбацивање тела напред при ходању и трчању⁷. Покрети стопала зависе од мишића потколенице који при ходу одбацују ногу унапред⁸.

3. Активност тела током хода и образац хода

Глава, врат и труп представљају 70% тежине тела, а заједно са рукама чине путничку (пасивну) целину, јер се носе и не доприносе активности ходања. Мишићна активност у врату и трупу служи како би одржала равнотежу с минималном променом положаја која се догађа током нормалног хода. Замах руке укључује и активне и пасивне елементе, али та радња није важна за узорак нормалног хода. Експериментално, ограничење руку није забележило значајну промену у потрошњи енергије приликом хода.

Ноге и карлица, односно локомоторни систем, представљају 30% телесне масе, при чему је свака нога одговорна за потпору путничког дела. Као јединице састављене од више делова, свака нога је одговорна за потпору путничке јединице, тако да је такође носи према напред. Затим, након што је ослобођена тежине, нога се нагло помера према напред у нови положај и припрема се за поновно омогућавање прогресивног ослонаца. Карлица има две улоге. Као део локомоторне јединице, она је покретљива веза између две ноге, а додатно служи преносу тежине тела на доње екстремитете.

Ход изводимо без размишљања, као високо аутоматизовану делатност, са чврстим навикама, те се обавља брзо, лако и економично, увек на исти начин. Идентификација бројних начина одвијања хода захтева посматрање хода из неколико различитих аспеката, зато што сваки сегмент укључује низ интеракција између два вишеструко сложена доња екстремитета и укупне телесне масе.

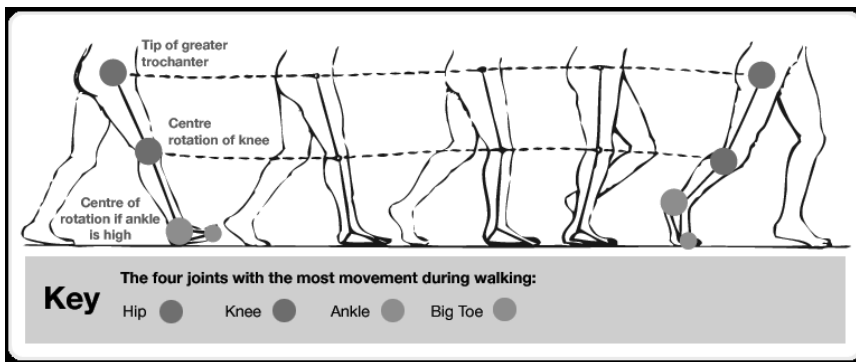
За нормално корачање неопходно је уредно функционисање мускулоскелетног и неуролошког система. Сваки начин хода има свој функционални циљ и кључни

⁷ Стефановић, Н. Антић, С. Павловић, С. (2011). *Анатомија доњег екстремитета*, Аутори-СВЕН, Ниш, стр. 28

⁸ Мрваљевић, Д. (2010). *Анатомија доњег екстремитета*, Савремена администрација, Београд

узорак селективних синергистичких кретњи како би се омогућило да нога изврши три основна задатка: прихватање тежине, ослонац на једној ноzi и померање ноге (Слика 1).

Пре почетка хода (у мирном стајању) нисмо потпуно непомицни, већ постоји споро, али стално, пребацивање тежине с једне на другу ногу. **Прихватањем тежине** почиње период ослонаца и обухвата прве две фазе хода (почетни контакт и реакцију на оптерећење). Ово је најзахтевнији задатак у циклусу хода, јер долази до наглог преноса тежине тела на ногу, која је управо завршила померање према напред и нестабилна је. **Фаза ослонаца** наставља се ослономцем на једној ноzi, за ногу која је на подлози и која носи тежину, кроз наредне две фазе хода (средње стајање и завршно стајање). Ова фаза започиње подизањем стопала за замах и наставља се све док супротно стопало поновно не дотакне подлогу. Током резултирајућег интервала, једна нога одговорна је за ослонац (потпору) тежине тела и у сагиталној и у фронталној равни, при чему се померање (напредовање) мора наставити. **Померање ноге** почиње у завршној фази ослонаца на две ноге (предзамах) и затим се наставља кроз три фазе замаха (почетни замах, средњи замах и завршни замах).



Слика 1: Четири зглоба са највише покрета током ходања⁹

4. Анализа циклуса људског хода

Како се тело помера напред, једна нога служи као ослонац, а уједно и мобилна потпора, док је друга нога у ваздуху и помера се у ново подручје потпоре. Затим ноге замењују своје улоге. Да би се тежина тела при ходу пренела с једне ноге на другу, оба стопала морају бити на подлози. Овакав низ догађаја понавља се све док особа не дође на жељено одредиште. Један низ ових догађаја који укључује једну ногу назива се циклус хода (*Gait Cycle*)¹⁰. Циклус хода сачињен је из два корака. Један корак је интервал између иницијалних контаката петом десне и леве ноге.

Док једна радња прелази у другу, нема специфичне тачке почетка или краја, те се сваки догађај може одредити као почетак циклуса хода. Сваки циклус хода

⁹ <http://www.americanbonehealth.org/tools-and-resources/bonesense-newsletter/502-the-way-we-walk>

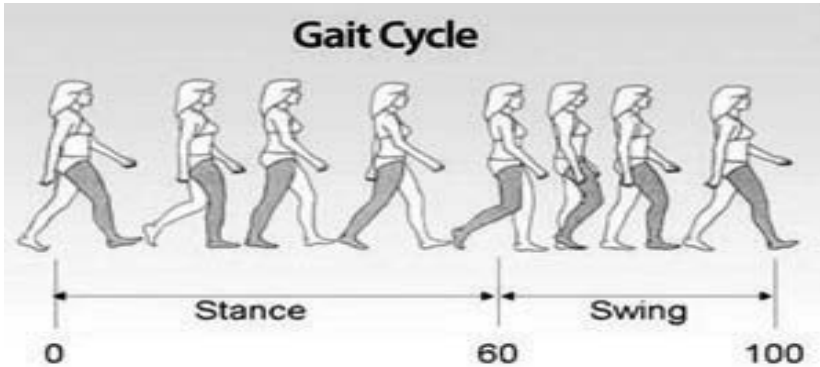
¹⁰ Perry, J., & Davids, J. R. (1992). Gait analysis: normal and pathological function. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 12(6), 815.

делимо на две фазе (Слика 2): фазу када је нога на подлози (*фаза ослонца*) и фазу када је иста нога у ваздуху (*фаза замаха*).

Фаза ослонца је термин који означава цели период у којем је стопало на подлози. Она почиње контактом пете са подлогом и подељена је на три интервала у складу са низом контаката која остварују оба стопала са подлогом (стајање на две ноге), док је у средњем, најдужем, делу фазе ослонца присутан контакт само једног стопала с подлогом. Стајањем на обе ноге почиње циклус хода. У том тренутку контакт с подлогом остварују пета предње ноге и прсти задње ноге. То је уједно први интервал фазе ослонца. У другом интервалу фазе ослонца, ослонац је на предњој ноzi, а почиње подизањем задње ноге од подлоге како би се могао направити замах и тако задња нога постаје viseћа нога. Током ослонца на предњој ноzi, читава тежина тела је на тој ноzi. Дакле, једна нога је способна пружити потпору тежини целог тела, па је дужина трајања ослонца на једној ноzi уједно и најбољи показатељ способности потпоре. Трећи интервал фазе ослонца јесте фаза поновног ослонца на обе ноге. Почиње контактом пете viseће ноге с подлогом и траје све док се нога ослонца која тада постаје задња нога не дигне за замах.

Фаза замаха почиње одвајањем прстију од подлоге и наставља се кроз иницијални замах, крај фазе савијања и крај замаха. Реч замах означава тренутак када је стопало у ваздуху ради померања ноге.

У нормалној дистрибуцији хода период контакта с подлогом (с обе ноге и с једном ногом) износи 60%, док период замаха износи 40% циклуса хода. Брже ходање пропорционално продужује време ослонца на једној ноzi, а скраћује време ослонца на обе ноге.



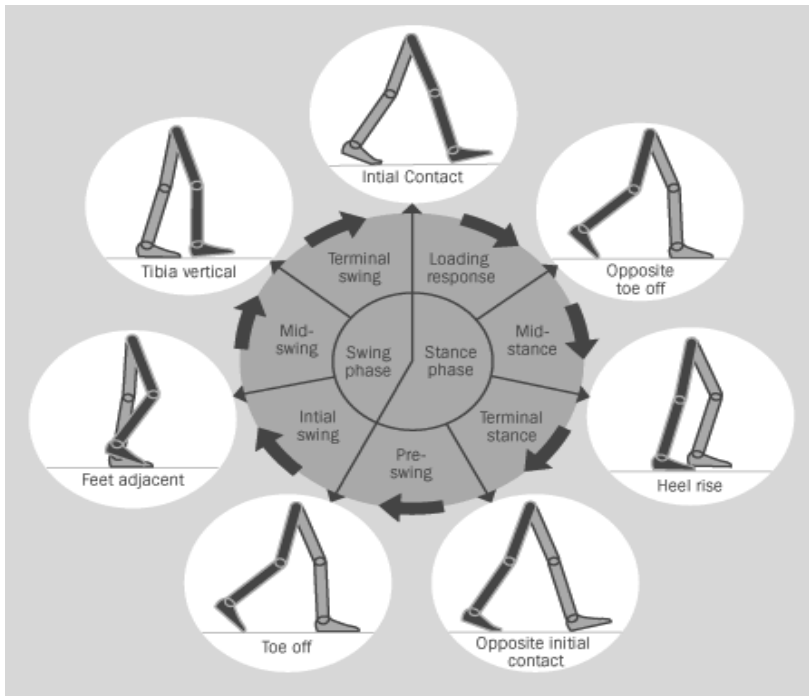
Слика 2: Фазе људског хода (ослонац и замах)¹¹

Поред наведене две фазе, постоји и осам подфаза (Слика 3) кроз које је циклус хода детаљније објашњен:

- 1) **Иницијални контакт**, односно тренутак када пета предње ноге дотакне тло
- 2) **Реакција на оптерећење**, односно почетни период ослонца на обе ноге
- 3) **Средње стајање**, односно прва половина интервала ослонца на једној ноzi

¹¹ Lim, M.R., Huang, R.C., Wu, A., Girardi, F.P., Cammisa, F.P., Jr (2007). Evaluation of the elderly patient with an abnormal gait, *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 15 (2), 107-17.

- 4) **Завршно стајање**, односно крај ослонца на предњој ноzi
- 5) **Фаза пре замаха**, односно завршна фаза стајања и други интервал ослонца на обе ноге у циклусу хода
- 6) **Почетни замах**, који приближно чини једну трећину фазе замаха
- 7) **Средњи замах**, када је замашна нога насупрот ноzi на којој је ослонац
- 8) **Завршни замах** тј. финална фаза замаха¹²



Слика 3: Подфазе људског хода¹³

Анализа узорка хода неке особе помоћу фаза директно идентификује функционални значај различитих покрета који се догађају у појединим зглобовима. Фазе хода такође омогућавају поређење симултаних активности појединих зглобова у узорцима функције целе ноге. Релативан однос покрета једног зглоба у поређењу са другим варира унутар фаза хода. Положај примерен у једној фази хода може бити значајно дисфункционалан у другој тачки корака, јер се функционална потреба променила. Време (неког догађаја) и угао зглоба врло су важни и доприносе комплексности анализе хода.

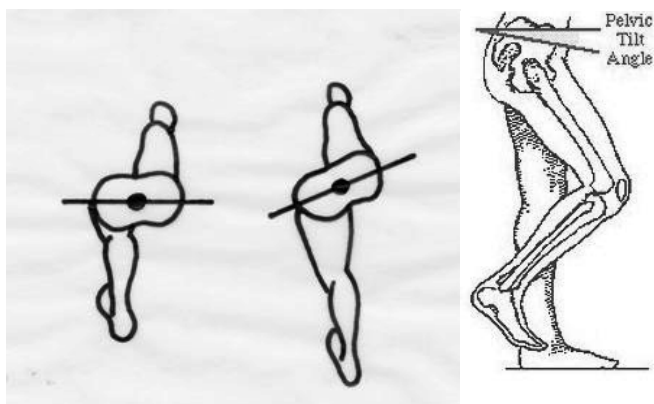
У циљу квалитетне анализе људског хода морају се узети у обзир одређени просторни и временски параметри. Просторни параметри су следећи:

12 Влаховић, Х. (2011). *Стручни студиј Физиотерапија*, Медицински факултет Свеучилишта у Ријеци

13 M. W. Whittle, *Gait analysis: an introduction*, 2003

- *Дужина корака* – удаљеност током једног корака, мерена од иницијалног контакта једне ноге до иницијалног контакта друге ноге
- *Дужина двокорака* – удаљеност мерена од иницијалног контакта једне ноге до поновног иницијалног контакта исте ноге, 1.4 – 1.7м.
- *Ширина корака* – удаљеност између два стопала (у фронталној равни), 8 – 12цм.
- Временски параметри су су:
- *Време корака* – време мерено од иницијалног контакта једне ноге до иницијалног контакта друге ноге
- *Време двокорака* – време мерено од иницијалног контакта једне ноге до поновног иницијалног контакта исте ноге
- *Брзина хода* – просечна брзина кретања субјекта према напред, 1-1.8м/с

Од изузетне је важности размотрити биомеханички параметри нормалног хода, као што су померање карлице и покретљивост кука, колена и стопала. **Померање карлице** (Слика 4) се, током сваког двокорака, врши у све три равни: карлични нагиб ($\approx 7^\circ$), карлични наклон ($\approx 4^\circ$) и карлична ротација ($\approx 10^\circ$).



Слика 4: Положаји карлице током корачања

Покретљивост кука, односно мускулатуре кука, има за циљ да стабилизује труп током ослонца и контролише екстремитете у замаху. **Покретљивост колена** је главни фактор у одвајању доњег екстремитета од подлоге у замаху, док је током ослонца колена основа за стабилност екстремитета. **Покретљивост скочног зглоба** (Слика 5) доприноси подизању екстремитета у замаху, док током ослонца, опсег покрета скочног зглоба није велики, али је главни загибање и амортизацију шока.



Слика 5: Покретљивост скочног зглоба¹⁴

5. Идентификација особа помоћу начина хода

Прва студија спроведена 1967. године је назначила да је ход уникатна карактеристика појединаца и да би, уколико би се узели у обзир сви покрети током хода, могла бити коришћена за биометријску аутентификацију. 1977¹⁵. године показано је да људски мозак лако препознаје познате особе само на основу начина на који ходају. Ипак, потенцијал хода као биометријске карактеристике на основу које се може вршити аутоматско препознавање људи је спознат тек у последњих петнаестак година. Највећи релевантан пројекат, *HumanID at a Distance*, покренула је 2000. године, Агенција за напредне истраживачке пројекте при Министарству одбране Сједињених Америчких Држава (DARPA - Defense Advanced Research Projects Agency), који укључује истраживачке групе из САД, Немачке и Велике Британије, а има за циљ развој мултимодалних технологија за идентификацију појединаца „из далека“, како током дана, тако и током ноћи, и у различитим временским условима¹⁶.

Бобик и Џонсон су у истраживањима, у оквиру *HumanID* пројекта, извели експерименте на двадесет добровољаца, специфично посматрајући четири статичка параметра током њиховог хода: раздаљину између главе и стопала, раздаљину између главе и карлице, максималну раздаљину између стопала и карлице и максималну раздаљину између левог и десног стопала током фазе двоструког ослоњања¹⁷¹⁸¹⁹. Значај употребе статичких (непроменљивих) особина је што нису саме по

14 <https://www.google.rs/search?q=zglobovi+bitni+za+hodanje>

15 Cutting, J. E., & Kozlowski, L. T. (1977). Recognizing friends by their walk: Gait perception without familiarity cues. *Bulletin of the psychonomic society*, 9(5), 353-356.

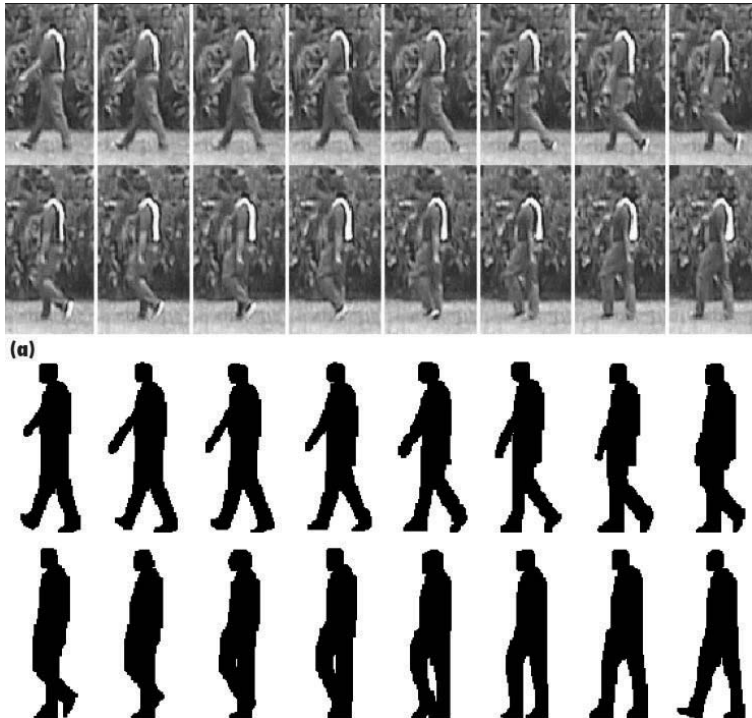
16 Cattin, P. (2002). Biometric authentication system using human gait. *Swiss Federal Institute of Technology Zurich*.

17 Bobick, A. F., & Johnson, A. Y. (2001). Gait recognition using static, activity-specific parameters. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on* (Vol. 1, pp. I-423). IEEE.

18 Johnson, A. Y., & Bobick, A. F. (2001, January). A multi-view method for gait recognition using static body parameters. In *Audio-and Video-Based Biometric Person Authentication* (pp. 301-311). Springer Berlin Heidelberg.

19 Cattin, P. (2002). Biometric authentication system using human gait. *Swiss Federal Institute of Technology Zurich*.

себи везане за кретање, могу бити измерене са само једне слике и разматране из више различитих углова, односно независно од правца кретања особе. Такође користећи видео записе за анализу људског хода, научници са Универзитета *Georgia Institute of Technology* у САД су разматрали корак, висину, дужину ноге и однос између дужине ногу и трупа²⁰. У циљу унапређења истраживања у овој области, истраживачи са Универзитета *University of South Florida* у САД су створили базу података хода појединаца (www.gaitchallenge.org). Специфичност овог алгорита је у томе што се разматра облик људске силуете, како се она мења за поједицне кроз време, као и како се она разликује међу појединцима (Слика 6).



Слика 6: Идентификација особе која хода на основу силуете²¹

На овај начин елиминише се утицај небитних фактора, попут одеће, које могу омести адекватну анализу људског хода. Интересантна је чињеница да је ово истраживање показало да се око 90% информација неопходних за прецизну идентификацију добија из параметара које потичу из доњих делова ногу, тачније испод колена²².

Имајући у виду значај могуће детекције, класификације и идентификације појединаца са удаљености при различитим временским приликама, у оквиру DARPA пројекта спроводи се и сасвим другачији приступ идентификацији људског хода, базиран на употреби радара. Одећа особа које ходају такође неће имати утицаја на радарске снимке, а с обзиром да радар генерише сопствено осветљење погодан

20 Voth, D. (2003). You can tell me by the way I walk. *IEEE Intelligent Systems*,18(1), 4-5.

21 Voth, D. (2003). You can tell me by the way I walk. *IEEE Intelligent Systems*,18(1), 4-5.

22 Voth, D. (2003). You can tell me by the way I walk. *IEEE Intelligent Systems*,18(1), 4-5.

је за употребу ноћу, у условима магле, кише, итд. Поменути пројекат подразумева употребу *Continuous Wave (CW)* радара, који се одликује непрекидним емитовањем радиоталаса, а омогућава мерење доплеровог ефекта, промене сигнала одбијеног од мете, у овом случају појединаца који ходају²³. Другим речима, мерења промене фреквенције таласа које настају употребом овог радара чине основ за дистинкцију различитих индивидуа. Овај приступ базиран је на циклусу човечијег хода. Конкретно, користећи *CW* радар, истраживачи су мерили седамнаест различитих тачака, укључујући стопало, скочни зглоб, колено, кук, ручни зглоб, лакат, слепочнице и потиљак, као и путање углова зглобова у равни у којој је особа ходала²⁴. Првобитни експерименти су рађени са удаљености око 15 метара, са идејом да се успех при идентификацији у будућности одржи и при удаљености од око 150 метара. У евалуацијама је успешност приликом идентификације појединаца варијала од 80 до 95 процената²⁵.

Идентификација особа са безбедне удаљености је нарочито интересантна и важна у контексту препознавања бомбаша-самоубица. У САД је уложено око педесет милиона америчких долара за развој система под називом *CounterBomber* (Слика 7), који омогућава аутоматску идентификацију карактеристика особа које носе прслук са експлозивима или друго скривено оружје²⁶. Прва генерација ове технологије је базирана на континуираном усмеравању радарског снопа мале снаге на особу у покрету и анализирања одбијених радарских зрака, као последица оружја које се налази испод одеће²⁷. *CounterBomber* је веома једноставан за употребу, јер се паљењем црвеног светла означава потенцијално присуство експлозива на субјеку, док зелено светло означава особу без наоружања. До сада је пуно пута употребљена на ратом-захваћеним подручјима, попут Ирака и Авганистана²⁸. *CounterBomber* технологија напредне генерације подразумева спрегу радара и видео надзора у реалном времену. Наиме, како би радар континуирано био уперен у особу у покрету, софтвер за идентификацију стила хода и физичких атрибута прати дату особу и поново је лоцира, уколико је била заклоњена у одређеном тренутку. На основу покрета 11 зглобова људског тела, направљена је база података, која садржи моделе људског хода за различите телесне грађе, при различитим брзинама²⁹. На основу ње се анализирају покрети зглобова особа које носе терет и промене истих након спуштања терета на земљу. Иако је успех у овим истраживањима постигнут у случајевима ношења експлозива закаченог на скочни зглоб, особе које носе експлозив на труп и даље представљају изазов. За ову технологију није неопходно раније знање, односно креирање база података појединаца, јер се врши надзор активности (хода). На овај начин се идентификује нека особа која носи терет (експлозивне направе), што је значајно за спашавање животе у одређеном тренутку, док се тачан идентитет тражеен особе може открити касније³⁰.

23 Voth, D. (2003). You can tell me by the way I walk. *IEEE Intelligent Systems*, 18(1), 4-5.

24 Voth, D. (2003). You can tell me by the way I walk. *IEEE Intelligent Systems*, 18(1), 4-5.

25 Voth, D. (2003). You can tell me by the way I walk. *IEEE Intelligent Systems*, 18(1), 4-5.

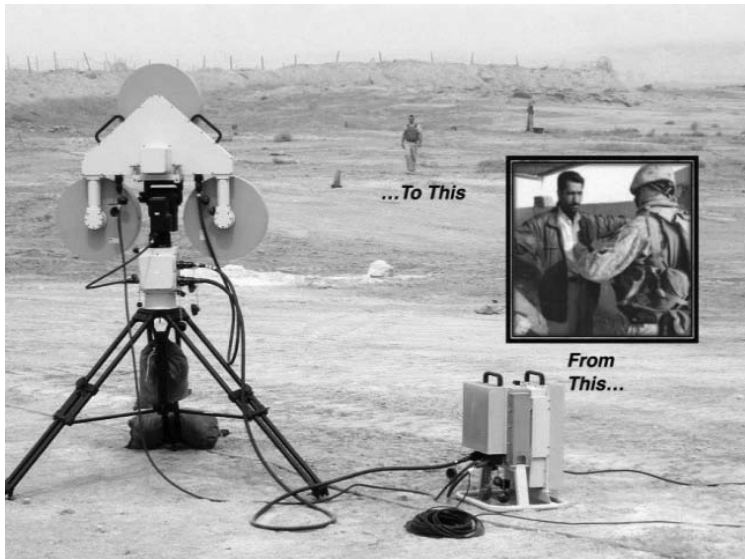
26 Harmer, S. W., Bowering, N., Andrews, D., Rezgui, N. D., Southgate, M., & Smith, S. (2012). A Review of Nonimaging Stand-Off Concealed Threat Detection with Millimeter-Wave Radar [Application Notes]. *Microwave Magazine, IEEE*, 13(1), 160-167.

27 Nitkin, K. (2007, January 17). Walking like a Bomber. *Technology Review*.

28 <http://www.mkds-training.com/dev/counter-solutions.html>

29 Nitkin, K. (2007, January 17). Walking like a Bomber. *Technology Review*.

30 Nitkin, K. (2007, January 17). Walking like a Bomber. *Technology Review*.



Слика 7: CounterBomber систем за детекцију терориста³¹

6. Закључак

Упркос великим истраживачким напорима и новчаним средствима издвојеним за истраживања у области која је предмет овог рада, идентификација особа помоћу хода и даље не представља самосталну идентификациону методу, већ је актуелна у контексту мултибиометрије, на пример заједно са идентификацијом особа помоћу карактеристика лица. Један од разлога је чињеница да је овај приступ релативно нов и да су неопходна даља истраживања која би обухватила додатне важне аспекте. На пример, степен преварљивости оваквих биометријских система није познат, те је нејасно какве последице би проузроковало намерно храмљање, вучење ноге или постављање дебљег улошка у обућу³². Додатно, стопе грешке оваквих биометријских система такође нису познате. На пример, није испитано колико на прецизност идентификације утиче промена хода услед умора, тешког кофера или значајне промене у тежини испитиване особе³³.

Даљи развој технологија у области идентификације особа помоћу стила њиховог хода глобално ће значајно допринети раду полиције и војске у борби против криминала и тероризма. Додатно, ова метода идентификације искоришћена је и у медицини, где се препознавање начина хода употребљава за дијагностиковање одређених болести³⁴, на пример Паркинсонове болести.

31 <http://www.wired.com/2011/07/army-uses-radar-to-spot-suicide-bombers-from-100-yards/>
32 McKenzie, C. (2003, June 8). Keyser Soze--The Usual Suspect Limping Beast Of Terror Gait. *Vigilance Voice*.

33 McKenzie, C. (2003, June 8). Keyser Soze--The Usual Suspect Limping Beast Of Terror Gait. *Vigilance Voice*.

34 Chris Kirtley, *Clinical Gait Analysis Theory and Practice*; Churchill Livingstone, 2006.

Литература

1. Bobick, A. F., & Johnson, A. Y. (2001). Gait recognition using static, activity-specific parameters. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on* (Vol. 1, pp. I-423). IEEE.
2. Cattin, P. (2002). Biometric authentication system using human gait. *Swiss Federal Institute of Technology Zurich*.
3. Chris Kirtley, *Clinical Gait Analysis Theory and Practice*; Churchill Livingstone, 2006.
4. Cutting, J. E., & Kozlowski, L. T. (1977). Recognizing friends by their walk: Gait perception without familiarity cues. *Bulletin of the psychonomic society*, 9(5), 353-356.
5. Група аутора (2008). *Хирургија за студенте медицине*, Медицински факултет, Београд, стр. 765-772
6. Harmer, S. W., Bowring, N., Andrews, D., Rezgui, N. D., Southgate, M., & Smith, S. (2012). A Review of Nonimaging Stand-Off Concealed Threat Detection with Millimeter-Wave Radar [Application Notes]. *Microwave Magazine, IEEE*, 13(1), 160-167.
7. Johnson, A. Y., & Bobick, A. F. (2001, January). A multi-view method for gait recognition using static body parameters. In *Audio-and Video-Based Biometric Person Authentication* (pp. 301-311). Springer Berlin Heidelberg.
8. Lim, M.R., Huang, R.C., Wu, A., Girardi, F.P., Cammisa, F.P.Jr (2007). Evaluation of the elderly patient with an abnormal gait, *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 15 (2), 107-17.
9. Michael W. Whittle, *Gait Analysis an Introduction*, Butterworth Heinemann, 2007.
10. McKenzie, C. (2003, June 8). Keyser Soze--The Usual Suspect Limping Beast Of Terror Gait. *Vigilance Voice*.
11. Мрваљевић, Д. (2010). *Анатомија доњег екстремитета*, Савремена администрација, Београд
12. Nitkin, K. (2007, January 17). Walking like a Bomber. *Technology Review*.
13. Perry, J., & Davids, J. R. (1992). Gait analysis: normal and pathological function. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 12(6), 815.
14. Стефановић, Н. Антић, С. Павловић, С. (2011). *Анатомија доњег екстремитета*, Аутори-СВЕН, Ниш, стр. 28
15. Влаховић, Х. (2011). *Стручни студиј Физиотерапија*, Медицински факултет Свеучилишта у Ријеци
16. Voth, D. (2003). You can tell me by the way I walk. *IEEE Intelligent Systems*, 18(1), 4-5.

HUMAN GAIT RECOGNITION AS A BIOMETRIC IDENTIFIER

Summary: Human gait represents a complex body and spatiotemporal behavioral biometric characteristic. Although not entirely unique and somewhat variable through time, it is sufficiently distinctive in individuals, thus it is increasingly researched in the field of human identification. Technologies for automatic identification of individuals by the way they walk, using biometric systems, have been evolving for over a decade, given several advantages of this biometric identifier. Gait can be captured and analyzed even in low resolution video streams, when other biometric characteristics, such as face and iris, are useless for identification purposes. Further, human gait can be captured covertly, without the subject's knowledge, and at a distance, which can be incredibly helpful in criminalistics. In this paper we first present the biomechanics of the human gait, followed by the research efforts being made towards successful identification of individuals via their walking patterns and style.

Keywords: gait, biometric identification, suicide bomber identification.

СИНЕРГИСТИЧКО ДЕЈСТВО ХЕРОИНА И АЛКОХОЛА КАО УЗРОК СМРТИ ХЕРОИНОМАНА

Горан Илић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Циљ овог рада је упоређивање резултата токсиколошких анализа и доказивање да је смрт интравенских хероиномана наступила због дејства хероина и придодатог дејства других токсина (алкохол, бензодиазепини), који заједно с хероином имају синергистичко дејство на депресију респираторног система. Истраживање је обухватило анализу четворогодишњег обдукционог материјала Завода за судску медицину у Нишу. У посматраном периоду – од 2008. до 2011. године, обдукована су тридесет четири леша лица умрлих због злоупотребе хероина. Резултати хемијско-токсиколошких истраживања су анализирани класичном методом танкослојне хроматографије. Хемијска анализа алкохола у крви је спроведена применом Макналијеве методе (McNally) оксидо-редукционог типа. За потребе тих анализа на обдукцијама су рутински узимани узорци органа у количинама од око 200 g (мозак, срце, плућа, јетра, слезина, жучна кеса са садржајем, желудац и црева са садржајем), као и две епрувете са по 10 ml крви. На основу обдукционих резултата, резултати хемијско-токсиколошких анализа су навели на закључак да постоје две групе особа: група која је употребљавала само хероин (десет особа) и група која је, поред хероина, употребљавала и алкохол, бензодиазепине и метадон (двадесет четири особе). Ти резултати потврђују и да су скоро у половини обдукција поред хероина доказани и алкохол и бензодиазепини. Та комбинација је нарочито опасна због свог синергистичког дејства на депресију респираторног центра.

Кључне речи: хероин, алкохол, бензодиазепини, респираторни центар.

1. Увод

Болести зависности су социопатолошка појава коју, као болест, карактеришу пре свега физичка или психичка, или психичка и физичка зависност, настале као последица поновног или честог уношења у организам природних или вештачких психоактивних супстанци (ПАС). Последица таквог уношења психоактивних супстанци у организам јесте његово адаптирање на њих, тако да оне постају саставни део метаболизма, због чега се јавља одређени облик зависности. Према дефиницији Светске здравствене организације, „психоактивна супстанца је свака супстанца која, унета у организам, може да модификује једну или више функција“. Реч је о супстанцама или смешама супстанци које делују на централни нервни систем и изазивају промене у доживљају и понашању. Уколико се супстанца која је модификовала функције ускрати, јавља се група различитих симптома који се дефинишу као апстиненцијални синдром или симптоми апстиненцијалне кризе. (*Opšta*, 1997)

Данас је готово немогуће наћи неку свакодневну ситуацију у којој се нека психоактивна супстанца није у потпуности одомаћила. Психоактивне супстанце су данас незаобилазни део свакодневних активности. Почев од јутарње шоље кафе или чаја за брзо и лако буђење, преко цигарета и чашице жестоког пића за отварање апетита, до скоро свакодневне употребе аналгетика и седатива (*ICD-10*, 1992)

Постоје многе теорије које објашњавају настанак болести зависности (биолошке, психолошке, социјалне и друге). Углавном су три узрочна чиниоца посебно значајна за настанак, ток и исход, али и за превенцију болести зависности (*ICD-10*, 1992):

- личност (дете, адолесцент, одрасла особа),
- психоактивна супстанца (дрога, алкохол, никотин) и
- средина (породица, група, заједница).

Свака особа у свом развоју, под утицајем социокултурне матрице, традиције, образовања и породичног васпитања, усваја одређене норме понашања, вредности, обрасце мишљења и делања, односно у интеракцији са социјалном средином усклађује своје жеље, прихвата социјална ограничења и ствара свој аутентичан живот. Сматра се да је иницијална фаза узимања дрога, алкохола и пушења усвојени модел понашања од ауторитета или идола (родитељ, наставник, вршњак, популарна личност) (*ICD-10*, 1992; *Opšta*, 1997).

2. Наркоманија

Појам наркоманије потиче од грчких речи *narke* (укоченост) и *mania* (бес, лудило), тако да наркоманија у најопштијем смислу означава страст за уживањем у опојним средствима (слика 1) (*Opšta*, 1997).

Према дефиницији Светске здравствене организације, „наркоманија је стање периодичне или хроничне интоксикације штетне како за појединца тако и за цело

друштво, проузроковане понављаним узимањем природних или синтетичких дрога“ (Opšta, 1997).

Карактеристике токсикоманије (Илић, 2013) су: 1) тежња ка повећању дозе, 2) постојање психичке и физичке зависности, 3) штетне последице за појединца и друштво и 4) појава апстиненцијалног синдрома.

Фармаколошки, дроге се деле на (Farmakologija, 2005): 1) наркотице, 2) стимулансе, 3) депресиве, 4) халуциногене и 5) органске раствараче.



Слика 1: Употреба дрога

Опиоиди су хемијска једињења која се везују за опиоидне рецепторе, који се налазе првенствено у централном нервном систему и гастроинтестиналном тракту (Otašević, 2011).

Психолошко дејство опијума је познато још од старих Сумерићана, док прве писане податке о употреби сока мака налазимо у III веку пре нове ере. Реч опијум потиче од грчке речи *orpion* што значи сок, а реч је о супстанци која се добија засецањем зелених чаура мака (*papaver somniferum*). Арапски лекари су били веома вешти у коришћењу опијума и користили су га за контролу дизентерије. У Европи се извесно време опијум није користио због своје токсичности, све док алхемичар Парацелзијус (1493–1451) није поново почео да га користи и популарише. У Британији је признат од краја XVII века и углавном се узимао орално, у облику седативне тинктуре опијума (*laudanum*). Зависност од опијата је била донекле друштвено прихватљива појава наредних двеста година. Ситуација се променила након открића шприца и игле за поткожну и интравенску примену средином XIX века, чиме је та врста зависности стекла лошу репутацију (Ilić, 2013; Guyton, Hall, 2003).

Опијум има веома јако аналгетичко дејство, те се користи за отклањање најјачих болова, за уклањање емоционалне напетости и стрепње јер изазива пријатно расположење, као и за вештачко изазивање сна. Да би изазвао уживање, опијум може да се једе, пије и пуши на посебан начин. Наркомани га убризгавају интравенски или га користе у виду чаја од чаура мака (Ilić, 2013; Guyton, Hall, 2003).

Опијум садржи двадесет алкалоида: године 1806. немачки фармаколог Зертирнер (Friedrich Wilhelm Adam Sertürner) је изоловао чисту супстанцу из опијума којој је дао име морфин по грчком богу сна Морфеју. Убрзо након тога су откривени и други алкалоиди. Лабораторијска синтеза морфина је јако тешко

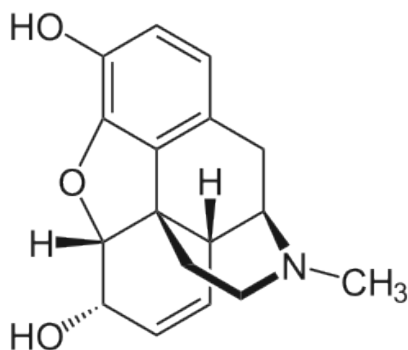
изводива, тако да се он и даље издваја из макове сламе. Опијум је сасушени сок, такозвани сирови опијум, и добија се засецањем незрелих чаура белог мака (слика 2). Од сока се добија бели прах који садржи многобројне алкалоде, који се деле у четири групе (*Farmakologija*, 2005): а) деривати бензилизохинолина, б) деривати фталидизохинолина, в) деривати фенантрена и г) деривати протопина.



Слика 2: Цвет белог мака (*papaver somniferum*)

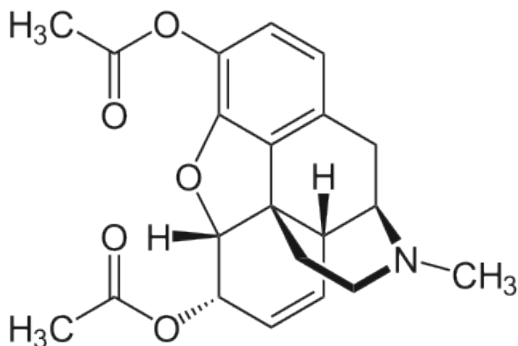
Главни фенантрени су морфин (10%), кодеин (0,5%) и тебаин (0,2%). Најпознатији алкалоид бензилизохинолинске групе је папаверин (1%), који релаксира глатку мускулатуру, фталидизохинолинске групе је носкапин (6%), а од деривата протопина најпознатији је протопин. Алкалоиди су у опијуму везани за органске киселине, од којих је најважнија меконска киселина, али се, поред ње, везују и за млечну и фумарну киселину (*Farmakologija*, 2005).

Морфин је најважнији алкалоид добијен из чауре мака и његова хемијска структура је одређена 1806. године (слика 3). Има јако аналгетичко дејство, али се и злоупотребљава за уживање, нарочито на Истоку, где је пушење опијума веома раширено. Наркомани га најчешће узимају поткожним или интрамускуларним убризгавањем, ређе интравенски. Изазива еуфорију након које следи депресија. Смртна доза морфин хидрохлорида је 0,3–0,4 g перорално или 0,2–0,3 g субкутано, а за морфиномане дозе иду и до 2 g (*Farmakologija*, 2005; Otašević, 2011).



Слика 3: Хемијска структура морфина

Хероин (диацетилморфин) је дрога која изазива највећу зависност и то већ после неколико дана узимања. Популарност се објашњава његовом доступношћу и брзином деловања. Након интравенске примене ефекти се јављају за мање од једног минута. Хероин се добија ацетилацијом морфина анхидридом сирћетне киселине, при чему се обе хидроксилне групе естерификују на положају 3 и 6 (слика 4). Први га је синтетисао енглески хемичар Рајт (C. R. Wright) 1874. године, да би га медицина с великим одушевљењем прихватила и почела да примењује као замену за морфин и кодеин. Данас не постоји законска основа за клиничку примену хероина. Токсична доза је 5 mg, а смртна доза за одраслу ненавикнуту особу је од 50–75 mg (*Farmakologija*, 2005; Otašević, 2011).



Слика 4: Хемијска структура хероина

Хероин (диацетилморфин) је липосолубилни молекул који након интравенске примене има полуживот 2–6 минута, након чега се хидролизује у 6-моноацетилморфин (6-МAM) и морфин. Полуживот 6-моноацетилморфина је 6–25 минута. Хероин и 6-моноацетилморфин су липосолубилнији од морфина, тако да брже прелазе хематоенцефалну баријеру. Затим се у јетри обавља коњугација липофилних честица, морфин се коњугује с глукуронском киселином и добија се морфин-6-глукуронид. Раније се сматрало да је тај метаболит неактиван, али је најновијим истраживањима доказано да морфин-6-глукуронид има веома јака аналгетска својства, можда чак јача од морфина (Ilić, 2013; *Farmakologija*, 2005).

Хероин се углавном излучује урином као слободан или коњуговани морфин. Морфин се излучује као неизмењен у веома малој количини. У току првог дана, 90% хероина се излучује као морфин-3-глукуронид и тај метаболит нема опоидне ефекте. Уколико се морфин докаже у узорку урина, то потврђује његово узимање у последња два до три дана или дуже када је у питању хронична употреба. Позитиван 6-моноацетилморфин указује на коришћење хероина.

Ентерохепатична циркулација морфина и његових глукуронида доприноси присуству малих количина у фецесу и урину још неколико дана након последње дозе (Ilić, 2013; *Farmakologija*, 2005).

Употреба хероина изазива поремећаје у раду многих органа (Ilić, 2013).

Јетра

При хроничном конзумирању хероина јавља се хепатомегалија. Таква јетра на пресеку показује акутну конгестију с мултифокалним, малим, бледо-жутим пољима. Морфолошка оштећења јетре су праћена њеном измењеном функцијом, што за последицу има промењен метаболизам хероина и других токсина који се истовремено с њим уносе у организам (алкохол, лекови), те је дејство тих супстанци промењено и често изненађујуће.

Масна промена (*steatosis*) јетре је најтежи облик реверзибилног оштећења ћелија. Представља нагомилавање липида у хепатоцитима више од нормалне количине. Испољава се као присуство малих и великих масних вакуола у хепатоцитима. Масне капи потискују једро и цитоплазму уз ћелијску мембрану.

Фиброза и цироза јетре су крајњи стадијум њеног хроничног оштећења и праћене су нагомилавањем велике количине фиброзног ткива, пре свега колагених влакана, било као одговор на директно запаљење, било као оштећење. Фиброза се развија око централних вена, портних простора, или може да испуни Дисов простор реметећи дифузију материја из синусоида. Када јетра постане подељена ожиљним ткивом које окружује нодулусе регенерисаних хепатоцита, користи се термин цироза. Она није реверзибилна и прате је слабе прогнозе за преживљавање (Илић, 2013; Bernasconi, Kuntzer, Ladban, Janzer, Yersin, Regli, 1996).

Плућа

Код хероиномана се често јављају опортунистичке инфекције плућа, септички емболуси, плућни апцеси или грануломи типа страног тела. Едем плућа је понекад манифестација хиперсензитивне реакције на хероин. Остервалдер (J. J. Osterwalder) је утврдио да је након успешног третмана интоксикације хероином неопходан сталан надзор у току наредних најмање осам сати како би се искључила могућности настанка плућног едема (Илић, 2013; Ђорђевић, Kilibarda, 2007).

Бубрези

Код интравенских хероиномана се јављају гломерулосклероза и амилоидоза, али без већег гомилања миоглобина. Хероин и морфин изгледа да појачавају акумулацију макромолекула у мезангијуму бубрега, независно од активности мезангијалних ћелија. При хроничној употреби хероина или већ постојећој бубрежној инсуфицијенцији могу доћи до акумулирања активних метаболита попут морфин-6-глукуронида, што може изазвати симптоме предозирања хероином (Илић, 2013; Ђорђевић, Kilibarda, 2007).

Кожа

На кожи се развијају ожиљци, хиперпигментација, целулитис, кожни апцеси, тромбоза вена, увек у пределу интравенских убода. Апцеси на месту ињекционе апликације су најчешћа инфективна компликација. Утврђено је да преобладају анаеробне бактерије и грам-позитивне коке, хепатитис Б, површни антиген и ХИВ (Илић, 2013; Ђорђевић, Kilibarda, 2007).

Централни и периферни нервни систем

Мождани удар је позната, али не тако честа компликација хероинске зависности, при чему је патогени механизам генерализована церебрална исхемија, а понекад постоји и сумња на емболијски механизам (Пић, 2013).

Бернаскони (Bernasconi) је проучавао компликације употребе хероина на периферним нервима и кичменој мождини код шест интравенских хероинских зависника. Код четири су се развила акутна неуромускулаторна оштећења у лумбосакралној и брахиалној регији, а код два мијелопатија с акутним и хроничним нападима. Механизми настанка промена су били васкуларне и инфективне етиологије (Bukelić, 1988).

Ињекција раствора хероина доводи до различитих сензација које се описују као топлота, укус или велико интензивно задовољство, које се пореди са сексуалним задовољством. Популарност хероина се објашњава његовом доступношћу на тржишту и брзим дејством. Након интравенске примене, ефекти се јављају за мање од једног минута. Дејство хероина нестају након 3–5 сати, зависно од примене дозе. Дугогодишњи корисници могу да га користе 2–4 пута дневно, тако да хероиноmani стално осцилирају од еуфорије до почетног апстиненцијалног синдрома (Пић, 2013; ICD–10, 1992).

Иако толеранција расте, она није апсолутна, тако да је увек могућ смртни исход при уношењу превелике дозе када настаје нагли егзитус због дубоке респираторне депресије, аритмије, или због застоја срца и пратећег едема плућа. Толеранција на еуфоријско дејство опиода се развија брзо, а поред толеранције на еуфоријско дејство јавља се и толеранција на респираторну депресију, аналгезију, седацију и еметичке карактеристике. Навикавање на хероин или друге краткоделујуће опиоиде изазива деструктивно понашање и обично је неспојиво с продуктивним животом (слика 5) (Marić, 2005; Пић, 2013).



Слика 5: Примена хероина

Развој физичке и психичке зависности је непроменљива пратећа појава толеранције на поновљене примене опиоида. Престанак континуиране примене хероина условљава карактеристичан апстиненцијални синдром, што се манифестује

карактеристичним фармаколошким ефектима (табела 1). Број, врста и интензитет знакова и симптома зависе од протеклог времена и развијеног степена зависности (Marić, 2005; Plić, 2013).

Табела 1: Уобичајени симптоми и знаци апстиненцијалног синдрома

<u>Симптоми</u>	<u>Знаци</u>
Жудња за опијатима	Дилатиране зенице
Немир, иритабилност	Знојење
Повећана болна осетљивост	Пилоерекција (најежена кожа)
Гађење, грчеви	Повраћање, дијареја
Мишићни бол	Повећање крвног притиска
Дисфорија (непријатно расположење)	Зевање
Несаница, анксиозност	Грозница

Психичка зависност се углавном развија због појачаног осећаја еуфорије, равнодушности за стимулансе и седације, узрокованих интравенском употребом хероина. Искуство зависника с абдоминалним ефектима налик је сексуалном оргазму. Због тога су примарни чиниоци одговорни за компулзивну употребу хероина и снажно повећавају развој психичке зависности (Marić, 2005).

Као и када је реч о другим видовима лечења зависности, прва фаза је лечење физичке зависности и детоксикација. Апстиненцијални синдром је врло непријатан, али није витално угрожавајући. Почиње 6–12 сати након последње дозе код краткodelујућих, односно 72–84 сата код дугоделујућих опијата. Трајање апстиненцијалног синдрома зависи од клиренса опијата, а када је у питању хероин, траје кратко (5–10 дана) и веома је интензивно (Marić, 2005; Plić, 2013).

Акутна токсичност опиоида је последица клиничког или акциденталног предозирања или покушаја самоубиства. Тешко је дефинисати токсичну или смртну дозу за људе при употреби било код опиоида (Plić, 2013).

Код предозирања јавља се ступор или чак дубока кома. Дисање се успорава, тако да је фреквенца дисања понекад само 2–4 циклуса у минути, те постоји цијаноза. Крвни притисак је у почетку нормалан, а касније почиње прогресивно да опада. Зенице су симетрично мале, али код значајне хипоксије може настати мидријаза. Смањује се продукција урина, телесна температура пада, кожа постаје хладна и орошена хладним знојем. Скелетна мускулатура је млитава, доња вилица релаксирана, тако да језик може запасти у душник и изазвати угушење. Конвулзије се могу јавити код новорођенчади и деце. Смрт наступа због депресије дисајних центара. Чак и када се дисање успостави, смрт настаје због компликација коме (пнеумонија, шок) (Marić, 2005; Plić, 2013).

3. Алкохолизам

Према дефиницији Светске здравствене организације, „алкохолизам је стање патолошке везаности за алкохол у коме особа не може ни да прекине тј. успостави апстиненцију, нити да адекватно контролише употребу алкохола (без обзира на то да ли увиђа болесну природу те своје везаности)“ (Opšta, 1997).

Алкохолизам је у првом реду друштвена односно социопатолошка појава (Marić, 2005).

Појам алкохол потиче од арапске речи „ал-кохол“ како се називао прахак антимионијског порекла, који су жене старог Истока употребљавале за добијање лепшег тена лица. Сам назив алкохол обухвата више врста сличних, али по начину добијања, пореклу и дејству различитих једињења. Када се говори о алкохолу, мисли се на етил-алкохол C_2H_5OH , који је главни састојак алкохолних пића. Алкохолна пића садрже различите проценте алкохола – пиво има 2–4%, вино 12–20%, ракија 35–50% (ICD-10, 1992).

Алкохол има способност да због мале молекуларне тежине лако пролази кроз слузокожу и да се брзо апсорбује простом дифузијом, те стога лако продире у ћелије, нарочито нервне. Ресорпција почиње већ у желуцу, где се апсорбује око 20% алкохола, а нарочито је брза у танком цреву (Leposavić, 1996; Guyton, Hall, 2003).

Ресорпција алкохола зависи од више чинилаца: анатомско-физиолошког стања слузокоже дигестивног тракта, врсте и јачине пића, конзумирања алкохола на празан или пун желудац, врсте унете хране итд. У просеку, ресорпција алкохола узетог на празан желудац заврши се за 30–60 минута, а максимална концентрација у крви постиже се након 40 минута. Из пића се 1 g алкохола ресорбује за 0,5–1,5 минут, што значи да се алкохол из једне чашице вињака апсорбује у целости за 6–18 минута. Брзина ресорпције пића унетог на пун желудац јако је успорена, а тиме и почетни надражај на мождане ћелије. Већа количина унете хране – и то млечних производа, сардина, јаја и угљених хидрата, успорава ресорпцију на 2–3 сата, ретко и до 5 сати. Такође је значајно истаћи да кофеин не утиче на отклањање сна, већ само на будност. Кофеин не утиче на смањење алкохола у крви (Ilić, 2013; Achieving, 2000).

Алкохол се разграђује и елиминише (Achieving, 2000):

- оксидацијом алкохола у јетри,
- преко дисајних органа,
- мокраћним путевима и
- преко коже, односно знојних жлезда.

Заправо, брзина елиминације алкохола из људског организма је доста различита и зависи од многих чинилаца. Међутим, многи аутори сматрају да се алкохол елиминише из људског организма у принципу око 0,15 грам-промила на сат. Та чињеница је веома значајна у судској пракси, нарочито када је у питању саобраћајна делинквенција (Achieving, 2000; Leposavić, 1996).

Дуготрајно прекомерно узимање алкохола изазива хроничне болести. Хронична доза алкохола смањује метаболички капацитет јетре и чини је подложном

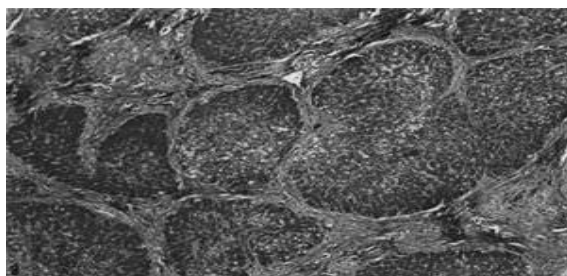
ћелијским оштећењима. Токсично дејство је последица деловања ацеталдехида у јетри и етил естара у другим органима (*Achieving*, 2000; Илић, 2011).

Акутно уношење великих доза алкохола такође инхибира метаболизам у јетри у току седам дана. Веома је важно напоменути да изражено пијанство с преко 2 промила алкохола у крви и после осам сати сна снижава ниво алкохола на тек 1,2 промила и да је таква особа и даље ризична да ради и учествује у саобраћају (Илић, 2013).

Оштећење слузокоже желуца је најчешћа компликација алкохолизма. У почетку је повећано лучење желудачне киселине да би се касније смањивало, тако да се код тих болесника јавља тзв. јутарње повраћање (*Achieving*, 2000).

Због повећаног стварања хлороводоничне киселине настају гастритис, улкусна болест, крварење из желуца, губи се апетит, смањено је уношење аминокиселина, масних киселина, гвожђа и витамина (Leposavić, 1996).

Оштећење јетре је веома често, а јавља се у облику алкохолног хепатитиса, масних дегенерација јетре и цирозе јетре. При цирози се ремети функција јетре, а настају проширење вена једњака и склоност ка крварењима из њих (слика 6) (*Achieving*, 2000).



Слика 6: Некроза јетре

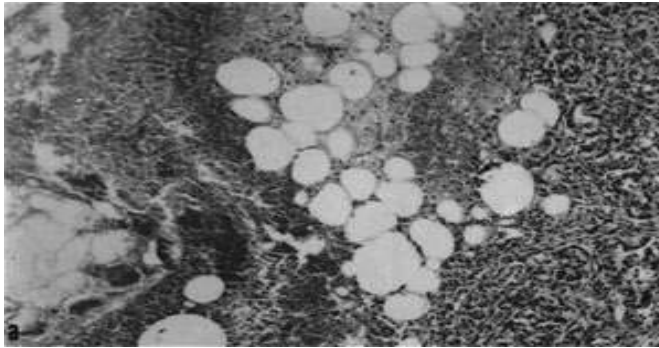
Оштећења срца и крвних судова су честа код алкохоличара. Сматра се да је главни кривац за то хиповитаминоза витамина В₁ (Leposavić, 1996).

Жлезде с унутрашњим лучењем се оштећују услед дуге употребе алкохола. Нарочито страдају гуштерача, штитна жлезда, надбубрежна жлезда и посебно полне жлезде. Оштећења гуштераче могу бити акутна и хронична. Акутна оштећења настају као последица узимања великих количина жестоких пића и могу довести до акутне некрозе гуштераче (слика 7), која се често завршава смрћу. Хронична оштећења су чешћа и изазивају хронична стања која се могу испољити као шећерна болест. Хипогликемија се често јавља у акутном пијанству и уколико се у току алкохолне коме не обрати пажња на ниво шећера, алкохолисани може умрети због хипогликемичне коме. Алкохол утиче на повећано лучење АСТН-а из хипофизе и смањује му разградњу хидрокортизона, смањује лучење АДН, инхибише секрецију окситоцина и поремећај синтезе тестикуларних стероида – импотенција (Leposavić, 1996; Guyton, Hall, 2003).

Оштећења коже се јављају због недостатка витамина. Промене се јављају у облику пелегре коју карактерише груба кожа, а представља недостатак витамина В комплекса (Leposavić, 1996; Guyton, Hall, 2003).

Туберкулоза се често јавља међу алкохоличарима и знак је слабљена одбрамбених способности организма, када се њеном узрочнику, Коховом бацилу, омогућава да се несметано развије (Leposavić, 1996).

Атрофија мозга се јавља као последица дуготрајне употребе алкохола и обично је дифузног карактера. Сматра се да мождана атрофија настаје код 90% тежих случајева алкохолизма и да је одговорна за морално и интелектуално пропадање личности. Поред тога, испољава и краткотрајно седативно и хипнотичко дејство. Мале дозе алкохола изазивају попуштање анксиозности, а велике дозе дезинхибицију с атаксијом, поремећеном психомоториком, погрешним просуђивањем и неодговорним и неконтролисаним понашањем. Такође условљава вазодилатацију праћену осећајем топлоте (Leposavić, 1996).



Слика 7: Некроза панкреаса

Делиријум тременс је релативно честа акутна психоза алкохоличара, која може да се јави као последица наглог прекида конзумирања. Лечење таквих болесника се обавезно спроводи у болници. Као последицу хроничног узимања алкохола треба поменути и алкохолну љубомору, Корсаковљеву психозу, алкохолну деменцију и алкохолну епилепсију (Marić, 2005).

Једно од најважнијих дејстава алкохола јесте дејство на централни нервни систем, када алкохол узрокује депресију. Етанол није стимуланс, па се хиперактивност јавља због уклањања инхибиторног учинка. Алкохол повећава спроводљивост хлорида помоћу GABA и изазива хиперполаризацију неурона. Сматра се такође да се посредством GABA канала остварује анксиолитичко и седативно дејство алкохола, као и да утиче на моторну координацију. Доказано је да рецептори NMDA имају важну улогу за настанак алкохолне толеранције и зависности (Farmakologija, 2005; Marić, 2005).

Особи која је под дејством алкохола веома је опасно дати морфијум, хероин или барбитурате, јер постоји опасност од респираторне депресије због синергистичког дејства тих лекова (Plić, 2011).

Многи аутори сматрају да алкохол потенцира токсично дејство других хемијских агенаса. Половина максималне цитотоксичне концентрације хероина за хумане хепатоците (ТС 50) била је умањена за 55–70% код претходног излагања хепатоцита етанолу у количини од 50 ml. Поред тога, алкохол изазива унакрсну толеранцију и на друге седативе (бензодиазепине), који су релативно безбедни

када се узимају самостално. Али, у комбинацији с алкохолом и хероином, потенцијално су смртоносни (Plić, 2011; Guyton, Hall, 2003).

Сви централни депресиви (бензодиазепини, барбитурати, опијати) могу потенцијално дејство алкохола или имати синергистичко дејство с њим (Plić, 2011).

4. Токсиколошке анализе

Детаљно проучавање резултата токсиколошких анализа треба да покаже да је смрт интравенских хероиномана наступила због дејства хероина и придодатог деловања других токсина (алкохол, бензодиазепини), који заједно с хероином имају синергистичко дејство на депресију респираторног система.

Радом је обухваћена анализа четворогодишњег обдукционог материјала Завода за судску медицину у Нишу. У посматраном периоду – од 2008. до 2011. године, обдуковано је укупно 2.233 људска леша, до којих су у тридесет четири случаја у питању били лешеви особа умрлих од злоупотребе хероина. Број умрлих интравенских хероинских зависника не представља и стварни број умрлих хероиномана, с обзиром на чињеницу да је наредбом надлежног суда захтевана обдукција само спорадичних случајева.

У укупном броју умрлих зависника доминирају мушкарци (тридесет једна особа), док су три особе биле женског пола.

Укупно су била два леша у старосној групи 15–20 година, четири у старосној групи 21–25 година, дванаест у групи 26–30 година, шест у старосној групи 31–35 година, шест у групи 36–40 година и преко четрдесет година старости била су четири леша. Најмлађи умрли од хероинске зависности је имао осамнаест година у тренутку смрти, а најстарији четрдесет девет година.

Као докази да је реч о интравенским хероиноманима коришћени су обдукциони налази (свежи или стари убоди настали интравенском апликацијом хероина) и хемијско-токсиколошко доказивање хероина у крви, урину и органима.

С циљем анализе резултата хемијско-токсиколошких испитивања, обдукциони случајеви су груписани према присуству хероина, алкохола, бензодиазепина и метадона.

Анализирани су резултати хемијско-токсиколошких истраживања, обављених применом класичне методе танкослојне хроматографије. Хемијска анализа алкохола у крви је спроведена применом Макналијеве методе (McNally) оксидоредукционог типа. За потребе те анализе на обдукцијама су рутински узимани узорци органа у количинама од око 200 g (мозак, срце, плућа, јетра, слезина, жучна кеса са садржајем, желудац и црева са садржајем), као и две епрувете са по 10 ml крви.

5. Резултати

На основу свих прикупљених података за период од четири године, закључено је да су тридесет четири особе биле хероински зависници (1,52%) – од тога тридесет једна особа мушког пола (91,18%) и само три особе женског пола (8,82%) (графикон 1).

Полна припадност особа умрлих
злоупотребом хероина



Графикон 1

Поред хероина, у крви су пронађени и алкохол, бензодиазепини и метадон (табела 2 и графикон 2). Код дванаест особа (35,29%) у крви је доказан алкохол, док су бензодиазепини доказани у тринаест случајева (38,23%). Алкохол и бензодиазепини су нађени код четири особе (11,76%). Метадон је доказан код три особе (8,82%), док је само хероин употребљавало десет особа (29,41%).

Хемијско-токсиколошка налаз код умрлих
хероиномана



Графикон 2

Табела 2: Хемијско-токсиколошке анализе обдукованих хероиномана

Ред. број	6 – МАМ и морфин у 10 ml крви (mg/l)	6 – МАМ и морфин у 10 mml мокраће (mg/l)	6 – МАМ и морфин у органима (mg/kg)	Алкохол у крви (%)	BZO у крви (mg/l)
1	Морфин 0,01	Морфин +	Морфин +	/	Диазепам 0,57
2	Морфин-0.466	Морфин-26.375	Морфин +	/	/
3	Морфин-0.93мг	Морфин-61.19мг	Морфин +	/	/
4	Морфин-0.27	Морфин-29.79	Морфин +	1,75	Диазепам-0.05
5	Морфин-0.1096	Морфин-3.7796	Морфин +	2,08	/
6	Морфин +	Морфин +	Морфин +	/	/
7	Морфин + 6 – МАМ +	Морфин + 6 – МАМ +	Морфин + 6 – МАМ +	/	/
8	/	Морфин -5.236	Морфин +	/	Диазепам 0.378 Трамадол 0.635
9	Морфин + 6 – МАМ +	Морфин + 6 – МАМ +	Морфин + 6 – МАМ +	/	Диазепам
10	Морфин 0,4420 6 – МАМ - /	Морфин + 6 – МАМ - /	Морфин + 6 – МАМ +	0,39	/
11	Морфин-0.373	/	Морфин +	2,16	/
12	Морфин-0,04	Морфин +	Морфин +	/	Диазепам 0,08 Н-дезметилдиазепам+
13	6-МАМ-0.118	Морфин-14.011 6-МАМ-4.438	Морфин + 6 – МАМ	0,02	Диазепам 0.119
14	Морфин +	Морфин +	Морфин +	/	/
15	Морфин-0,04 6-МАМ-0,17, Морфин-0,23	/	Морфин + 6 – МАМ	0,16	/
16	6 – МАМ - 0,06	Морфин + 6 – МАМ +	Морфин + 6 – МАМ +	/	/
17	Морфин - 0,67 6-МАМ - 0,87	Морфин - + 6-МАМ- +	Морфин + 6 – МАМ +	/	/
18	Морфин - 0,31 6-МАМ - 0,07	Морфин - 9,96 6-МАМ - 1,28	Морфин + 6 – МАМ +	/	/
19	Морфин - 2,03 6-МАМ - 0,46	/	Морфин + 6 – МАМ +		Диазепам 0,08 Карбамазепин 4,22
20	Морфин- 0,088 6-МАМ - 0,003 Морфин - 1,07	Морфин - 5,066 6-МАМ 0,346 Морфин - 1,553	Морфин + 6 – МАМ + Морфин +	0,09	/
21	6-МАМ - 0,035 Морфин - 0,742	6 – МАМ - + Морфин - 4,514	6 – МАМ + Морфин +	/	Диазепам 0,21 Карбамазепин 2,51 Диазепам 0,886
22	6 – МАМ 0,164 Морфин - 0,02	6 – МАМ - / Морфин - 0,10	6 – МАМ + Морфин +	/	Карбамазепин 1,08
23	6 – МАМ - 0,01 Морфин - 0,05 6 – МАМ - 0,03	6 – МАМ 0,02	6 – МАМ + Морфин +	2,3	/
24	6 – МАМ - 0,03 Морфин - 0,232	/	Морфин + 6 – МАМ +	/	/
25	6 – МАМ - 0,048 Морфин - 0,05 6 – МАМ - 0,039	Морфине - 29,836 6 – МАМ - 0,039 Морфин - 0,587 6 – МАМ - 0,0562	Морфин + 6 – МАМ + Морфин + 6 – МАМ +	/	/
26	Морфин - 0,03 6 – МАМ - +	Морфине - 2,96 6 – МАМ +,	Морфин + 6 – МАМ +	/	Диазепам 0,33
27	Морфин - / 6 – МАМ - /	Морфин - 15,785 6 – МАМ - 0,09	Морфин + 6 – МАМ +		Карбамазепин 0.06 Диазепам +
28	Морфин - / 6 – МАМ - /	Морфин - 15,78 6 – МАМ - 0,09	Морфин + 6 – МАМ +	/	Метадон 0.17 ЕДДП+
29	Морфин - 1,36	Морфин - 274,88 6 – МАМ - 1,82	Морфин + 6 – МАМ +	/	Метадон 0.17 ЕДДП+
30	Морфин - 0,06 6 – МАМ - +	Морфине - 1,02 6 – МАМ - +	Морфин + 6 – МАМ +	1,22	
31	Морфин - 0,305 6 – МАМ - 0,01	Морфин - 27,753 6 – МАМ - 0,75	Морфин + 6 – МАМ +	1,27	/
32	Морфин - 0,11 6 – МАМ - + ,	Морфин - 1,68 6 – МАМ - /	Морфин + 6 – МАМ +	/	Метадон - 0,378
33				1,4	Оксазепам +
34	Морфин - +	Морфин - 0.0874	Морфин +	0,11	Диазепам - 0.1697 Мидазолам - 0,47 Карбамазепин-1,67 Н-дезметилдиазепам+

Из табеле се види да су концентрације морфина и 6-моноацетилморфина мање код особа које су користиле алкохол.

Иако хероин односно морфин изазива промене на многим органима, морфо-лошка оштећења јетре су најизраженија и најкарактеристичнија (табела 3).

Табела 3: Карактеристике аутопсијских случајева у којима је доказан хероин

Ред. број	ВЗО у крви (mg/l)	Алкохол у крви (‰)	Цироза	Хепатитис	Дифузне масне промене	Застој крви	Везикуларне промене
1	Диазепам 0,57	/	-	-	-	+	-
2	/	/	-	-	-	+	-
3	/	/	-	-	-	-	+
4	Диазепам-0,05	1,75	-	-	-	-	+
5	/	2,08	-	-	-	-	+
6	/	/	-	-	-	+	+
7	/	/	-	+	-	-	-
8	Диазепам 0,378 Трамадол 0,635	/	-	-	+	-	-
9	Диазепам	/	-	+	-	+	-
10	/	0,39	-	+	-	-	-
11	/	2,16	+	-	-	-	-
12	Диазепам 0,08 Н-дезметилдиазепам+	/	-	-	-	-	+
13	Диазепам 0,119	0,02	-	-	+	-	-
14	/	/	-	-	-	-	+
15	/	0,16	-	-	+	-	-
16	/	/	-	-	-	+	-
17	/	/	-	-	-	+	+
18	/	/	-	-	-	+	-
19	Диазепам 0,08 Карбамазепин 4,22		-	+	-	-	-
20	/	0,09	+	-	-	-	-
21	Диазепам 0,21 Карбамазепин 2,51	/	+	-	-	-	-
22	Диазепам 0,886 Карбамазепин 1,08	/	-	-	-	+	-
23	/	2,3	-	+	-	-	-
24	/	/	-	-	+	-	-
25	/	/	-	-	-	+	-
26	Диазепам 0,33 Карбамазепин 0,06	/	-	+	+	-	-
27	Диазепам + Метадон 0,17		-	+	-	-	-
28	ЕДДП+	/	+	+	-	-	-
29	Метадон 0,17 ЕДДП+	/	-	+	-	-	-
30		1,22	-	-	+	-	-
31	/	1,27	-	-	-	-	+
32	Метадон – 0,378	/	-	-	-	+	-
33	Оксазепам + Диазепам - 0,1697	1,4	-	-	+	-	-
34	Мидазолам – 0,47 Карбамазепин-1,67 Н-дезметилдиазепам+	0,11	-	-	-	+	+

У овој студији је утврђено да је седам хероиномана имало масне промене на јетри (20,59%), девет токсикомана је имало хепатитис (26,47%), а само један наркоман је имао масну дегенерацију јетре и хепатитис (2,94%). Цироза јетре је доказана у четири обдукциона случаја (11,76%), док су у једном случају утврђени и хепатитис и цироза јетре (2,94%). Застој крви у јетри је имало једанаест особа (32,35%), а једна особа је имала застој крви у јетри и хепатитис (2,94%). Везикуларне промене ткива јетре су установљене у девет обдукционих случајева (26,47%), а у три случаја застој крви је био праћен везикуларним променама ткива јетре (8,82%) (графикон 3).

Oštećenja jetre kod autopsijskih slučajeva



Графикон 3

Из анализираног обдукционог материјала (макроскопски, микроскопски и хемијско-токсиколошки налаз) произилази да је двадесет пет особа (73,53%) умрло услед предозирања хероином, а да је код четири наркомана (11,76%) смрт наступила услед политрауме или трауме која се карактерише као тешка телесна повреда. Код четири особе (11,76%) смрт је наступила као последица обољења која су у посредној или непосредној вези с употребом дрога (цироза јетре, вирусни хепатитис, едем плућа, запаљење плућа и др.), док је једна особа (2,94%) умрла од злоћудног обољења ћелија беле крвне лозе (лимфобласна леукемија) (графикон 4).

Uzroci smrti heroinomana



Графикон 4

6. Дискусија

На узорку од 2.233 аутопсије су доказана тридесет четири случаја смрти интравенских хероинских зависника. У неким случајевима, поред хероина су нађени и алкохол, бензодиазепини и метадон. Од наведена тридесет четири случаја, у дванаест случајева су утврђене повишене концентрације алкохола у крви, при чему је у још четири случаја истовремено доказано и присуство бензодиазепина у крви и у органима. Код две особе је утврђена концентрација алкохола мања од 0,1‰ у крви, док је код друге две особе концентрација алкохола у крви била већа од 2‰. Особе с концентрацијом алкохола већом од 2‰ имале су различите концентрације метаболита хероина. Код леша који је имао 2,3‰ алкохола у крви, морфин је био у концентрацији од 0,02 mg/l, а 6-моноацетилморфин у концентрацији од 0,01 mg/l, док је код другог леша који је имао 2,08‰ алкохола у крви концентрација морфина била 0,10 mg/l. Код обдукованих хероиномана с ниском концентрацијом алкохола (0,09‰) у крви, вредности хероина су биле: морфин 0,088 mg/l и 6-моноацетилморфин 0,003 mg/l код једног леша, док је код другог концентрација алкохола била 0,02‰, концентрација диазепама 0,119 mg/l, док је концентрација 6-моноацетилморфина у крви износила 0,118 mg/l.

У девет случајева, поред хероина, утврђени су и бензодиазепини (најчешће диазепам и карбамазепам) без повишених концентрација етанола у крви. Вредности бензодиазепина су се кретале од 0,05 mg/l до 4,22 mg/l. У случајевима када је њихова концентрација била преко 4 mg/l, концентрација морфина у крви је била 2,3 mg/l, док је концентрација 6-моноацетилморфина износила 0,46 mg/l. Три су случаја поред хероина била позитивна и на метадон, при чему није било повишених концентрација етанола или бензодиазепина у крви.

Резултати ранијих истраживања неких аутора утврђују да се бензодиазепин и алкохол често налазе при обдукцији интравенских хероиномана, док код наркомана који су умрли због предозирања нивои морфина и 6-моноацетилморфина често нису виши од оних који се налазе код преживелих хероиномана или умрлих због других разлога (Ilić, 2011; Bernasconi, Kuntzer, Ladban, Janzer, Yersin, Regli, 1996).

Комбинација опијата с другим супстанцама као што су алкохол и бензодиазепини представља велики ризик за појаву респираторне депресије. Примарни механизам респираторне депресије под дејством опијата укључује редукацију осетљивости респираторног центра на концентрацију CO₂ у крви. Хероин и морфин врше депресију респираторних центара у možданом стаблу, који су одговорни за регулацију респираторног ритма (Ilić, 2011; Guyton, Hall, 2003).

Карактеристичне компликације злоупотребе хероина су најчешће везане за оштећења јетре, плућа, срца, мозга, бубрега, затим за промене на кожи и то увек у пределу интравенских убода, као и за алергијске реакције. Код већине умрлих од злоупотребе хероина постоје оштећења јетре. Најчешће промене су хепатитис, цироза, масна дегенерација, везикуларне промене и некроза хепатоцита. Некардиогени плућни едем често прати тровање опиоидима. Вероватно се јавља због контаминације или анафилактичне реакције (Bernasconi *et al.*, 1996).

7. Закључак

На основу добијених резултата се може закључити да је у скоро половини аутопсија доказано присуство алкохола, бензодиазепина и хероина. Ти резултати показују да је истовремена употреба алкохола и бензодиазепина с опијатима нарочито опасна због синергистичког дејства на депресију респираторног центра.

Интравенско уношење хероина условљава значајне морфолошке промене на ткиву јетре. Директно хепатотоксично дејство хероина су везикуларне промене на хепатоцитима, док су масне промене последица хроничног дејства алкохола. Остале морфолошке лезије јетре настају у интеракцији хероина, алкохола и вирусних инфекција.

Форензички значај установљених морфолошких промена у ткиву јетре се огледа у могућности њихове практичне примене за утврђивање непосредног узрока смрти интравенских хероиномана. Смрт може наступити уколико постоје значајна оштећења јетре услед деловања слабо токсичних бензодиазепина, или услед деловања нижих концентрација хероина, посебно ако је њихово дејство потпогнуто деловањем алкохола.

Литература

1. *Achieving balance in national opioids control policy: Guidelines for Assessment*. (2000). Geneva: WHO.
2. Bernasconi, A., Kuntzer, T., Ladban, N., Janzer, R. C., Yersin, B., Regli, F. (1996). Peripheral nerve and spinal cord complication in intravenous heroin addiction. *Revue Neurologique*, 152(11), 688–694.
3. Bukelić, J. (1988). *Droga, mit ili bolest*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
4. Varagić, V. M., Milošević, M. P. (2005). *Farmakologija*. Beograd: Elit – Medica.
5. Guyton, A. C., Hall, J. E. (2003). *Medicinska fiziologija*. Savremena administracija.
6. Đorđević, S., Kilibarda, V. (2007). *Analitička potvrda letalnog predoziranja heroina primenom metode tačne hromatografije*. *Vojnosanitetski pregled*, 64(11), 739–743.
7. Ilić, G. (2011). Heroin abuse in special body conditions: complications of heroin abuse. U G. Milošević (ur.), *Dani Arčibalda Rajsa* (str. 213–222). Beograd: Kriminalističko-policijska akademija.
8. Ilić, G. (2013). *Kriminalistička medicina*. Beograd: Kriminalističko-policijska akademija.
9. Ilić, G., Gligorijević, J., Milosavljević, I., Karadžić, R. (2010). *Procena morfoloških promena jetre izazvanih zloupotrebom heroina u forenzičkoj praksi*. *Vojnosanitetski pregled*, 67(5), 403–409.
10. *ICD–10 klasifikacija mentalnih poremećaja i poremećaja ponašanja: klinički opisi i dijagnostička uputstva*. (1992). Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
11. Leposavić, G. (1996). *Patološka fiziologija: za studente farmacije*. Beograd: Praktikum.

12. Marić, J. (2005). *Klinička psihijatrija*. Beograd: J. Marić.
13. *Opšta patologija*. (1997). Niš: Prosveta.
14. Otašević, V. (2011). *Sudska medicina*. Niš: Medicinski fakultet, Galaksija.
15. *Farmakologija*. (2005). Beograd: Data status, Nauka.

Summary: The aim of this study was to compare results of toxicological analysis and proving that the death *iv* heroin addicts appeared only because of heroin effects or because of added effects of alcohol or benzodiazepines. The study included an analysis of four year autopsy material of the Institute of Forensic Medicine in Nis. In the observed period (2008 – 2011), was 34 autopsy of *iv* heroin addicts. For analysis of chemically - toxicological results, grouping of autopsied cases were realized by presence of heroin, alcohol, benzodiazepine, and methadone. Analysis of chemically – toxicological investigations was realized, they one done with classic thin – layer chromatographic method. The chemically analysis of alcohol in blood was done with Mc Nally method. For these analyses, on autopsies, were taken specimens of internal organs in quantity of about 200g (brain, hart, lungs, spleen, liver, gall – bladder with contents, kidney, urinary bladder with contents, stomach, intestines) and 2 test tubes with 10ml of blood. Results of chemical - toxicological analysis were classified into a group that is only used heroin (10 persons), then in the group where they used heroin, alcohol, benzodiazepines and methadone (24 people. These results confirm the conception that combination of alcohol with benzodiazepines and heroin is very dangerous because of their synergistic effect on respiratory depression.

Keywords: heroin, alcohol, benzodiazepines, respiratory system.

ПРОСТОРНО-ВРЕМЕНСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ КРИВИЧНОГ ДЕЛА СИЛОВАЊА

Валентина Баић¹

Даг Коларевић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Весна Гојковић

Факултет за правне и пословне студије, Нови Сад

Сажетак: У раду је приказано истраживање чији се циљ односио на просторно-временску анализу криминалног понашања сексуалних преступника, с циљем формирања потпуније слике о распоређености те врсте криминалитета на подручју Републике Србије, као и ради утврђивања правилности у погледу тенденције јављања истог у различитим периодима и ритмовима.

У раду су коришћени подаци Управе за аналитику Министарства унутрашњих послова Републике Србије, који обухватају 701 кривично дело силовања, извршено у периоду од 2006. до 2012. године.

Резултати истраживања показују да је регион Војводине подручје на којем је извршено највише кривичних дела силовања, затим следе региони Шумадије и западне Србије, региони јужне и источне Србије и регион Београда. У релативном смислу, израчунате стопе силовања на 100.000 становника по регионима указују на уједначеност вршења тог кривичног дела. У погледу временске распоређености, утврђено је да је највише силовања извршено у летњем периоду, средином недеље, у времену од 18 часова до 24 часа.

Кључне речи: просторно-временска анализа, силовање, силоватељи, криминално понашање.

1. Увод

У последњих неколико деценија криминолошка перспектива се радикално померила премештањем фокуса са социолошке перспективе на географску перспективу, укључујући димензију простора или територије (Jeffery, 1971; Newman,

¹ sonovanja@gmail.com

1972). Многобројне студије из области еколошке криминологије и ситуацијске криминалистике истражују просторно-временске чиниоце који утичу на криминално понашање, с циљем разумевања криминалног обрасца или неке појаве од безбедносног интереса (Howitt, 2009). Еколошки криминолози, попут Брантигама и Брантигама (Brantingham, Brantingham, 1981, 1991) и Чартера и Хила (Charter, Hill, 1980), уважавајући окружење и околности у којима се кривична дела догађају, проучавали су узајамну повезаност обележја кривичних дела, мете напада, кретања извршилаца, те специфичности и обележја простора односно места извршења кривичних дела.

Резимирајући теорије (теорија рутинске активности, теорија рационалног избора, теорија могућности или повољних прилика), које у објашњењу криминалног понашања наглашавају значај спацијалних или срединских чинилаца, констатује се да исте полазе од претпоставке по којој вероватност извршења кривичног дела зависи од више чинилаца, од којих су најзначајнији привлачност објекта напада, места и ситуације, образац рутинске активности особе и дистрибуција објекта напада.

С друге стране, неке психолошке студије такође показују да су ситуације снажније детерминанте понашања него што бисмо могли очекивати (Atkinson, 2003). Наиме, сваки појединац уноси у одређену ситуацију јединствен склоп личних својстава, али, исто тако, свака ситуација носи са собом јединствен склоп дражи које делују на појединца, наводећи га да се у различитим ситуацијама различито понаша. Ситуацијске дражи имају моћ да обликују људско понашање, због чега се често погрешно понашање људи повезује с њиховим особинама личности или карактером (Atkinson, 2003). Према том становишту, разматрањем карактера или особина личности могу се открити неке назнаке о пореклу њихових акција. Међутим, разумевање било ког облика социјалног, па и криминалног понашања такође захтева тражење назнака и знакова међу ситуацијским дражима (Atkinson, 2003). Иако је криминално понашање примарно условљено дејством когнитивних и конативних чинилаца, многе људске акције могу бити неадекватно објашњене уколико се занемари значајан утицај целокупног физичког или социјалног окружења, што свакако подразумева и изучавање просторно-временске распоређености криминалног понашања које чини образац или модел извршења кривичних дела.

Студије у којима је проучавано просторно-временско понашање извршилаца кривичног дела силовања показују да постоји тенденција ка томе да се силовање у великим градовима врши у кући жртве или извршиоца, док се у мањим градовима најчешће врши у моторним возилима (Chappell, Geis, Schafer, Siegel, 1977; Chappell, Singer, 1977). Та истраживања такође показују да се кривично дело силовања најчешће врши између 20 часова и 2 часа и готово увек у потпуном мраку. Очигледан разлог таквог понашања је избегавање детекције, али могу постојати и други разлози – на пример, конзумирање алкохола или употреба дрога. Поједини аутори, као што су Бартол (Bartol, 1980) и Хауел (Howells, 1984), сматрају да силоватељи у мраку могу осетити тзв. психолошко стање „деиндивидуализације“ или „губитка селфа“, због чега жртву посматрају као објекат, а дело врше без осећања кривице и гриже савести.

Плауман и Стенсруд (Ploughman, Stensrud, 1986) су спровели детаљну студију у којој су утврдили да околности под којима се врше многи злочини, укључујући и

силовање, у великој мери зависе од просторне и временске организације људских активности. У складу с резултатима ранијих истраживања, они налазе да је већина силовања такође извршена у кући жртве или извршиоца. Иницијални контакт између жртве и силоватеља најчешће се дешавао на улици, обично у насељу извршиоца, а често и у суседству жртве. Према њиховој студији, највише кривичних дела силовања се врши од маја до новембра, током викенда, тачније суботом у времену од 20 до 8 часова.

Слични показатељи се налазе и у истраживањима Золондека, Абела, Нортија и Џордана (Zolondek, Abel, Northey, Jordan, 2001), који истичу да се 43% силовања дешава између 18 часова и поноћи, а око 2/3 у времену од 18 до 6 часова.

У студији која је обухватала 368 случајева кривичних дела силовања, која су била извршена у периоду од 1997. до 2001. године, резултати истраживања показују да се то кривично дело најчешће врши касно послеподне и ноћу, тачније да је око 20,1% силовања извршено у послеподневним односно вечерњим часовима у времену од 18 часова до 22 часа, односно да је 37,5% силовања извршено у времену од 22 до 2 часа, док је 21,5% силовања извршено у времену од 2 часа до 6 часова ујутру (Martinjak, 2004). Резултати предметне студије такође показују да се у 50% случајева кривично дело силовања врши петком (16%), суботом (16%) и недељом (18,8%) тј. викендом. Дакле, резултати те студије показују да се највише силовања врши викендом у времену од 18 до 6 часова, што се објашњава чињеницом да су викендом појачане друштвене активности, због чега људи више времена проводе изван куће и на тај начин упознавају нове људе. Ноћ као период када силоватељи највише врше силовања објашњава се чињеницом да су услови које захтева та врста криминалитета уско повезани с обележјима ноћи, као што су усамљеност, кретање мрачним странама тротоара, мања могућност наилаaska сведока итд. (Martinjak, 2004).

Истраживања у којима је изучавано просторно понашање извршилаца кривичног дела силовања дају занимљиве и релативно уједначене резултате, посебно у делу који се односи на повезаност места извршења силовања с местом пребивалишта њихових извршилаца (Canter, Larkin, 1993; Davies, Dale, 1995; Koczis, 2007; Pyle, 1974; Rhodes, Conly, 1981; Баић, Коларевић, 2013). Ти резултати се објашњавају чињеницом да се силоватељи у својој активности највише усредсређују управо на циљеве у свом непосредном животном окружењу или околним подручјима, односно да исти врше избор мете унутар свог *рационалног простора*, који им је близак или познат и у коме се осећају сигурно.

За разлику од података о просторној распоређености криминалитета уопште, као и криминалитета везаног за сексуалне деликте, подаци о временској распоређености не показује никакву правилност у погледу тенденције јављања у различитим периодима. Према неким истраживањима (Chappell *et al.*, 1977; Chappell, Singer, 1977; Martinjak, 2004; Ploughman, Stensrud, 1986; Zolondek *et al.*, 2001), могуће је једино утврдити ритмове јављања појединих типова и врста кривичних дела. У том смислу је утврђено да се сексуални деликти јављају више у дане викенда, као и да су исти типична ноћна кривична дела, заједно с крађом возила и разбојништвима.

Предметни рад у коме је као основни циљ постављена анализа просторно-временске распоређености криминалног понашања сексуалних преступника надо-

везује се на истраживање о значају когнитивних мапа у проучавању просторног понашања извршилаца тог кривичног дела (Баић, Коларевић, 2013). На основу резултата поменутог истраживања, утврђено је да смањивање удаљености од места пребивалишта до места извршења кривичног дела може бити карактеристичан образац понашања.

2. Метод

У раду су коришћени подаци Управе за аналитику Министарства унутрашњих послова Републике Србије, који обухватају 701 кривично дела силовања извршено у периоду од 2006. до 2012. године на подручју Републике Србије. Ради лакше обраде података, подручје Републике Србије је подељено на четири региона: Београд, Војводина, Шумадија и западна, јужна и источна Србија.

3. Резултати

У табели 1 су приказане фреквенције силовања по полицијским управама груписаним по регионима. За регионе су израчунате и стопе кривичног дела силовања на 100.000 становника.

Табела 1: *Поређење броја извршених кривичних дела силовања по регионима и полицијским управама*

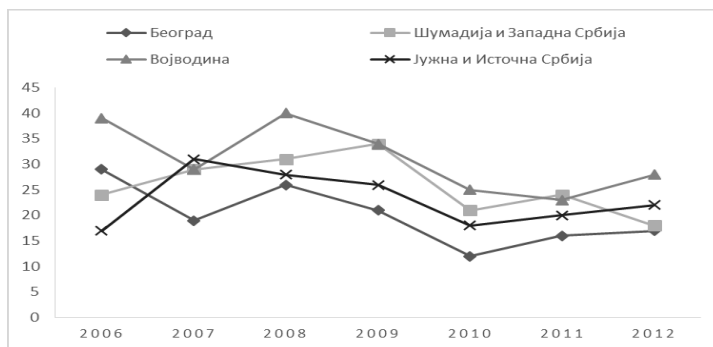
Регион	Полицијска управа	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Укупно управе	Укупно региони*
Београд		29	19	26	21	12	16	17	140	140 (1,21)
Шумадија и западна Србија	Чачак	1	2	2	2	2			9	181 (1,27)
	Јагодина	1	2		7		1	1	12	
	Крагујевац	3	3	7	2	5	1	3	24	
	Краљево			2	3	2			7	
	Крушевац	4	2	4	2	1	2	1	16	
	Нови Пазар	4	8	4	4	1	7	1	29	
	Шабач	5	6	5	5	9	6	9	45	
	Ужице	2	3	2	2		1	2	12	
	Ваљево	4	3	5	7	1	6	1	27	

Војводина	Кикинда	3		4	1	1	1	5	15	218 (1,61)
	Нови Сад	13	11	8	16	6	8	7	69	
	Панчево	7	9	10	5	5	2	5	43	
	Сомбор	2	2	3	4	1	1		13	
	Сремска Митровица	6	2	8	6	10	6	4	42	
	Суботица	6	5	6	2	1	4	6	30	
	Зрењанин	2		1		1	1	1	6	
Јужна и источна Србија	Бор	1	4	9	2	3	3	3	25	162 (1,48)
	Лесковац	2	1	2	5	2	3	6	21	
	Ниш	3	2	1	3	5	3	2	19	
	Пирот		2	1			2		5	
	Пожаревац		8	4	3	1	2		18	
	Пријепоље				1	1	1	1	4	
	Прокупље	1	2	3	3		1		10	
	Смедерево	4	3	2	3	1	2	2	17	
	Врање	4	8	6	4	4	3	5	34	
	Зајечар	2	1		2	1		3	9	
Укупно	109	108	125	115	76	83	85	701	701	

*У загради се налази стопа силовања на 100.000 становника.

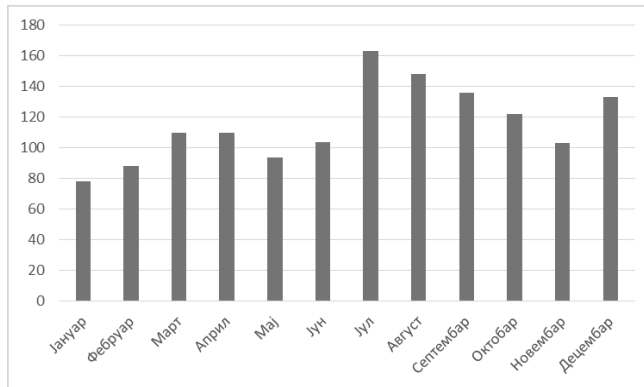
Тренд силовања у испитиваном периоду се налази у израженом паду у односу на почетни период, што се сигурно може, барем једним делом, приписати раду криминалистичке полиције. Стопе кривичног дела силовања по регионима упућују на извесну уједначеност распрострањености тог кривичног дела.

Константно ниже фреквенције кривичног дела силовања у београдском региону у испитиваном периоду могу да се виде на графикону 1. Тренд за све регионе је углавном сличан.



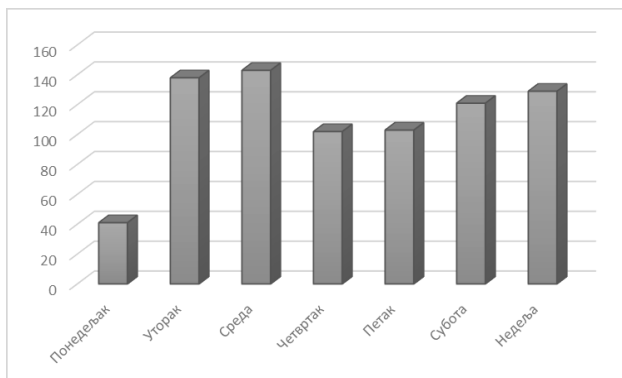
Графикон 1: Преглед броја кривичних дела силовања по годинама и регионима

Синовања се највише врше у јулу и августу и на крају године, у децембру (графикон 2).



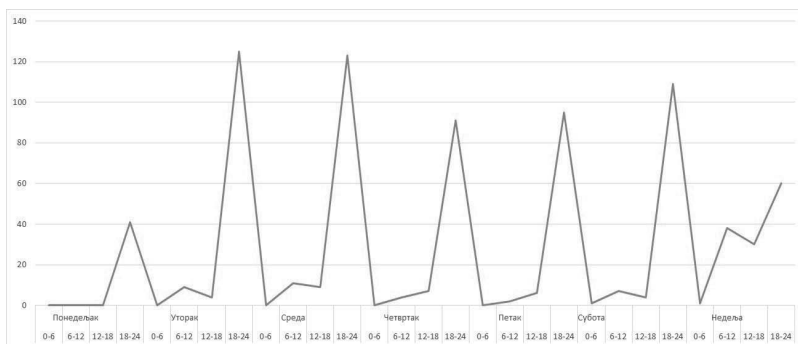
Графикон 2: Преглед броја кривичних дела синовања по месецима

Када је реч о данима у недељи, синовања су најчешћа уторком и средом, а најређа понедељком (графикон 3.)



Графикон 3: Преглед броја синовања по данима у недељи

Најзад, на основу графикана 4 се може видети да су синовања најчешћа у вечерњим часовима, у времену од 18 часова до 24 часа.



Графикон 4: Преглед броја кривичног дела синовања по добу дана

4. Дискусија и закључак

Основни циљ истраживања се односио на анализу просторно-временске распоређености криминалног понашања сексуалних преступника, с циљем формирања потпуније слике о распрострањености те врсте криминалитета на подручју Републике Србије, као и с циљем утврђивања правилности у погледу тенденције јављања истог у различитим периодима и ритмовима. Истраживања показују да криминалитет у својој укупности не показује никакву правилност како у погледу просторне тако и у погледу временске распоређености. Међутим, када су у питању поједине врсте и типови кривичних дела, могуће је утврдити одређене правилности, тј. одређени типови криминалитета показују сличне тенденције иако ти резултати нису у потпуности уједначени. Истраживања у којима је изучавано просторно понашање извршилаца кривичног дела силовања показују релативно уједначене резултате, посебно у делу који се односи на повезаност места извршења кривичних дела силовања с местом пребивалишта њихових извршилаца, што се објашњава тиме да силоватељи бирају мете унутар свог рационалног простора односно когнитивне мапе (Canter, Larkin, 1993; Davies, Dale, 1995; Koczis, 2007; Pyle, 1974; Rhodes, Conly, 1981; Баић, Коларевић, 2013). Истраживања у погледу временске распоређености сексуалних деликата показују, да постоје одређене правилности у погледу ритмова јављања, тачније да се силовања најчешће врше у дане викенда, као и вечерњим часовима (Chappell *et al.*, 1977; Chappell, Singer, 1977; Martinjak, 2004; Ploughman, Stensrud, 1986; Zolondek *et al.*, 2001).

Резултати предметног истраживања показују да, у релативном смислу, по броју кривичних дела силовања предњачи регион Војводине, после њега следе региони Шумадије и западне Србије, док региони јужне и источне Србије и Београда имају нешто ниже стопе. Тај налаз се може довести у везу с ранијим истраживањима етиопатогенезе криминалног понашања, која указују на значајан утицај чинилаца миграције становништва и процеса урбанизације.

У погледу временске распоређености, резултати истраживања указују на тенденцију смањења стопе те врсте криминалитета од 2008. године. Међутим, ту чињеницу треба узети с резервом због тога што је тамна бројка сексуалних деликата много израженија у односу на друге врсте деликата. Али, како је тамна бројка увек присутна, зашто би онда била најмања баш у тој години? То се можда може повезати с економским чиниоцима. Наиме, у Извештају о развоју Србије Министарства финансија (2011) наводи се следеће: „Позитивни транзициони трендови су прекинути у другој половини 2008. године преливањем негативних ефеката глобалне финансијске и економске кризе на привреду и финансије Србије. Током 2009. и 2010. године (...) значајно су ублажени ефекти кризе.“ У том смислу, ти ситуациони чиниоци могу деловати као додатни стимуланс за криминално понашање.

Када се говори о годишњем добу односно периоду у току године када је извршено највише кривичних дела силовања, утврђено је да се значајно мање силовања врши током зиме и пролећа у односу на лето и јесен, односно да се највећи број силовања врши током лета – у јулу и августу. Ти резултати се подударују с већином превалентних истраживања. Међутим, у погледу временских ритмова, утврђено је да се значајно више силовања у Републици Србији врши у току последње

недеље у месецу, тачније уторком и средом, у времену од 18 часова до 24 часа. Дакле, англосаксонска истраживања указују на то да је највећа учесталост вршења кривичног дела силовања на њиховом говорном подручју викендом, што би могао бити додатни индикатор да постоје различити рационални простори (времена) или когнитивне мапе извршилаца кривичног дела, одређене културолошким (ситуационим) околностима.

Уопштено, просторна и временска дистрибуција безбедносних података, а на тај начин и података који се односе на извршиоце кривичног дела силовања, може указати на узрочно-последичне везе између безбедносних појава и догађаја, с једне, и места и времена њиховог појављивања, с друге стране (Кривокапић, 2005). На тај начин се могу утврдити законитости које указују на одређени континуитет или дисконтинуитет и које могу бити од користи у предвиђању безбедносних појава. Међутим, та дескриптивна анализа није довољна за пројектовање стратегије превенције и ресоцијализације и у првом реду захтева истраживање структуре просторног распореда мета напада силоватеља, што је важно за разумевање геометријског груписања локација и времена извршених кривичних дела. Реч је о просторној и временској дистрибуцији из перспективе извршилаца, погодних односно привлачних мета или жртава у физичком окружењу (Brantingham, Brantingham, 1991). Доступност мета може значајно варирати с обзиром на одређени простор, као и специфично време извршења тог кривичног дела. У том смислу, разматрање обележја жртве је такође веома важно за стварање прецизног географског профила извршиоца кривичног дела силовања (Brantingham, Brantingham, 1991).

Имајући у виду појаву рецидивизма, та анализа, заједно с анализом о просторној пристрасности извршилаца кривичног дела силовања (Баић, Коларевић, 2013), требало би да се употпуни сазнањима која се посебно односе на утврђивање извесних образаца у понашању силоватеља, којима се, пре свега, настоји објаснити њихова криминална активност и уједно покушати добити одговор на питања како, где, када и према коме се јавља то кривично дело. Таква сазнања би могла бити значајнија за планирање и примену криминалистичких активности, усмерених ка расветљавању, контроли и спречавању те врсте деликата.

Литература

1. Atkinson & Hilgard's *Introduction to Psychology*. (2003). Wadsworth: Thomas Learning Company.
2. Баић, В., Коларевић, Д. (2013). Значај когнитивних мапа у проучавању просторног понашања извршилаца кривичног дела силовања. У Д. Коларић (ур.), *Криминалистичко-форензичка обрада места кривичних догађаја: тематски зборник радова* (стр. 59–71). Београд: Криминалистичко полицијска академија.
3. Bartol, C. R. (1980). *Criminal Behavior: A Psychosocial Approach*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
4. Brantingham, P. J., Brantingham, P. L. (1981). *Environmental Criminology*. Prospect Heights: Waveland Press.

5. Brantingham, P. J., Brantingham, P. L. (1991). *Environmental criminology*. Beverly Hills: Sage.
6. Zolondek, S. C., Abel, G. G., Northey, W. R., Jordan, A. D. (2001). The Self-Reported Behaviors of Juvenile Sexual Offenders. *Journal of Interpersonal violence*, (16)1, 73–85.
7. Jeffery, C. R. (1971). *Crime prevention through environmental design*. Beverly Hills: Sage Publications.
8. Koczis, R. N. (2007). *Criminal profiling: International theory, research and practise*. New Jersey: Humana Press.
9. Кривокапић, В. (2005). *Криминалистичка тактика*. Београд: Полицијска академија.
10. Ploughman, P., Stensrud, J. (1986). The ecology of rape victimization: a case study of Buffalo, New York. *Genetic, Social, and General Psychology, Monographs*, 112, 303–325.
11. Pyle, G. F. (1974). *The spatial dynamics of crime*. (Research Paper No. 159). Chicago: Department of Geography, University of Chicago.
12. Rhodes, W. M., Conly, C. (1981). Crime and Mobility: An Empirical Study. In P. J. Brantingham, P. L. Brantingham (Eds.), *Environmental Criminology* (pp. 167–188). Beverly Hills: Sage Publications.
13. Howells, K. (1984). Coercive sexual behaviour. In K. Howells (Ed.), *The Psychology of Sexual Diversity*. Oxford: Blackwell.
14. Howitt, D. (2009). *Forensic and Criminal Psychology*. Harlow: Pearson Education.
15. Canter, D., Larkin, P. (1993). The environmental range of serial rapists. *Journal of Environmental Psychology*, 13, 63–70.
16. Carter, R. L., Hill, K. Q. (1980). Area-images and behavior: An alternative perspective for understanding crime. In D. E. Georges-Abeyie, K. D. Harries (Eds.): *Crime: A spatial perspective*. New York: Springer.
17. Chappell, D., Singer, S. (1977). Rape in New York city: a study of material in the police files and its meaning. In D. Chappell, R. Geis, S. Feis (Eds.), *Forcible Rape: The Crime, the Victim, and the Offender*. New York: Columbia University Press.
18. Chappell, D., Geis, G., Schafer, S., Siegel, L. (1977). A comparative study of forcible rape offences known to the police in Boston and Los Angeles. In D. Chappell, R. Geis, G. Geis (Eds.), *Forcible Rape: The Crime, the Victim, and the Offender*. New York: Columbia University Press.

SPATIO–TEMPORAL ANALYSIS OF RAPES

Summary: This paper presents a study whose objective was related to the spatio-temporal analysis of criminal behavior of sexual offenders in order to form a more complete picture of the distribution of this type of crime in the Republic of Serbia, as well as to determine the regularity in terms of answering the same trends in different time periods and rhythms.

The paper used data from the Directorate of Analytics of the Ministry of Interior of the Republic of Serbia, which includes 701 offenses of rape, committed in the period since year 2006 to 2012.

The results have shown different distribution of rape in regions. The highest rate was in Vojvodina region, then in Šumadija and Western Srbija. Southern and Eastern Serbia and Belgrade region have shown some what smaller rates. In terms of temporal distribution, it has also been found that the majority of rapes had been committed in the summer, mid-week, in a time of 18.00 to 24.00 hours.

ЉУДСКИ ХОД – СИСТЕМИ ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ

Љиљана Машковић¹

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Драгутин Ратковић

Министарство унутрашњих послова Републике Србије

Полицијска управа за град Београд

Никола Милашиновић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Како не постоји ниједна биометријска физиолошка карактеристика идеална за идентификацију особе, користе се биометријске методе које укључују идентификацију особе на основу њених карактеристика понашања, уз могућност аутоматизације самог процеса идентификације. Предмет анализе у овом раду је начин људског хода. Ход, као једна од биометријских понашајних карактеристика, није јединствен за сваку особу, али има довољно специфичности карактеристичних за сваког појединца, те се може користити за његову идентификацију. Такве карактеристике представљају поуздане идентификаторе особе. Перформансе хода, као високо аутоматизоване активности људског тела, заснивају се на трећем Њутновом закону кретања. У раду је изложен низ напредних метода анализе начина хода, које се остварују употребом специфичних софтвера који мере кинетичке и кинематичке параметре хода, процењују висину особе и њене кораке, читавају идентификационе податке анализом видео записа ниске резолуције и др.

Кључне речи: биометрија, начин хода, аутоматски системи, идентификација особе.

1. Увод

Ход је биометрија која представља сложену телесну и просторно-временску карактеристику понашања. Ход као идентификатор је проблематичан због своје променљивости с временом, односно због своје условљености многобројним те-

¹ maskovicm@yahoo.co.uk

лесним и другим карактеристикама, као што су разлике у снази мишића, дужини тетива и костију, густини костију, вештини координације, телесној тежини, центру гравитације, оштећењу мишића или костију, психолошком стању, личном стилу ходања итд. За идентификацију људи на основу њиховог хода је неопходно познавати физиологију мишићно-скелетног система, који се састоји од костију, зглобова и мишића (Nordin, Frankel, 2001). Такође је потребно разумети циклусе ходања као сложен процес подељен на два периода: *период става* (иницијални контакт с површином) и *период замаха* (тренутак одвајања врха прста од подлоге) (Kharb, Saini, Jain, Dhiman, 2011)). Циклус ходања такође обухвата и осам потфаза. Како би мерења била што прецизнија потребно је снимити континуирану секвенцу од неколико корака (Zheng, Huang, Tan, Tao, 2012).

Ход представља високо аутоматизовану активност, а идентификација људског хода захтева његово посматрање из више различитих аспеката. Ти аспекти укључују три основна приступа – циклус хода према варијацијама међусобног контакта оба стопала с подлогом, онај који користи време и удаљеност корака, као и приступ који издваја функционални значај догађаја унутар циклуса хода и означава те интервале као функционалне фазе хода (слика 1) (Lim, Huang, Wu, Girardi, Cammisa, 2007).



Слика 1: Нормални циклус хода (Lim et al., 2007)

Ход је транслаторно кретање засновано на трећем Њутновом закону – начелу акције и реакције. Ходање се, као сложен процес, састоји из корака. Корак је активност мишића која изазива силу акције. Сила акције делује на подлогу, а подлога силом реакције покреће тело у одређеном правцу. Захваљујући гравитационој сили континуирано се одржава контакт с подлогом. Даље, за ход се може рећи да представља низ равномерних и наизменичних координираних покрета удова и тупа с циљем премештања с једног места на друго у простору. Ход је ритмично покретање ногу с циљем давања потпоре и погона у сврху покретања.

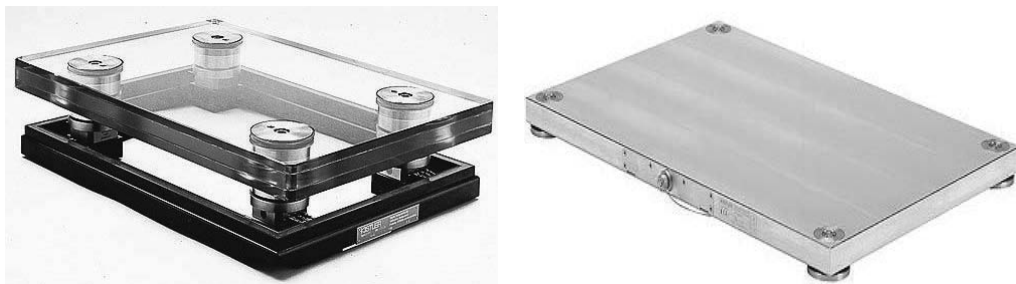
Јасно је да сложеност начина хода даје могућност проналажењу довољно непроменљивих идентификационих карактеристика које би формулисале систем аутоматске идентификације особе. У овом раду биће описани различити аутоматизовани биометријски начини идентификације особа помоћу хода (BenAbdelkader, 2002).

2. Мерење кинетичких и кинематичких параметара хода

Данас постоји велики број система за анализу хода, који се разликују по врсти сензора, цени, могућности примене, једноставности руковања, робусности (Мијаиловић, Гавриловић, Рафajловић, 2008). Анализа хода најчешће укључује мерења померања тела у простору (кинematика) и мерења сила које су укључене у креирање тих покрета (кинетика). Кинematика и кинетика се могу снимити коришћењем различитих система и методологија. У анализи хода, динамику хода потпуно карактерише неколико стотина кинематичких параметара од којих су најбитнији углови, брзине и убрзања у појединим зглобовима и оријентирним тачкама на телу.

Према Њутновом закону, за сваку акцију постоји акција супротног смера. У том процесу се појављује одређена интеракција између тела и подлоге. Сила настала интеракцијом тела с подлогом јесте сила реакције подлоге (*Ground Reaction Force, GRF*). Сила реакције подлоге заједно с масом представља важну силу која споља делује на тело (Winiarski, Rutkowska-Kucharska, 2009).

Кинетички параметри се снимају помоћу платформе за мерење сила реакције подлоге. Приликом гажења стопала особе чији се ход анализира на платформу постављену на чврстој подлози, региструје се слика притиска (подобарографија). Инструмент за детекцију и регистрацију силе реакције подлоге назива се *плоча за мерење сила* (слика 2) (Kasović, 2009).



Слика 2: Плоча за мерење сила

Лабораторија за анализу параметара хода поседује неколико камера (видео или инфрацрвених) постављених око стазе или платформе за ходање (слика 3) повезаних с компјутером. Маркери се постављају на тело особе као анатомска обележја. Особа хода по стази док камере бележе трајекторије свих маркера у три димензије. Позиција, брзина и убрзање маркера постављених на тело особе могу да се измере или процене у току хода, као и сила реакције подлоге помоћу специјалних осетљивих платформи, или само вертикална компонента силе користећи сензоре притиска у улошцима за обућу (Kasović, 2009).

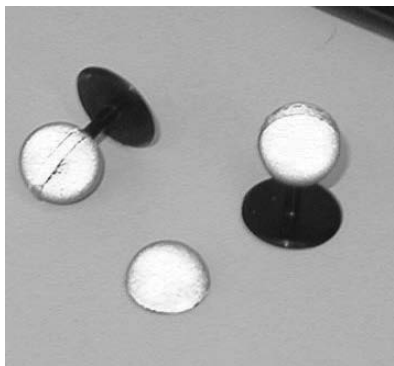


Слика 3: Платформа GRF

Кинематика или геометрија хода не узима у обзир узроке који изазивају покрет при ходању, већ објашњава како се покрет одвија у зависности од времена. Снимање покрета се може дефинисати као стварање 3D приказа неког објекта у покрету или мировању. Покрети су снимани најпре у биомеханичким истраживањима као аналитичка фотограметрија (прорачун 3D координата положаја телесних ознака из 2D координата њихових пројекција у камерама).

Оптоелектронски системи омогућавају прорачун методом триангулације 3D позиције ознака између калибрисаних камера. Потребне су најмање две камере за одређивање 3D позиције поједине ознаке. Оптоелектронски системи могу бити пасивни и активни (Koruga, Vasiljević, Šakota, 2012).

Пасивни оптоелектронски системи (слика 4) користе ознаке (маркере) направљене од ретрорефлективног материјала. Ознаке се постављају на тело особе, тако да одбијају светло назад до његовог извора у близини објектива камере. Осетљивост камере омогућава препознавање само светла с ознаке, док се остали извори игноришу (кожа, тканина итд.).



Слика 4: Пасивни оптоелектронски системи

Активни оптоелектронски системи (слика 5) користе ознаке на телу које саме емитују светлост. Они се користе за апликације које се одвијају у реалном времену.



Слика 5: Активни оптоелектронски системи

Ход је могуће анализирати и електромиографским поступком (ЕМГ) који представља приказ обрасца активирања мишића приликом хода (слика 6) (Kiss, Knoll, 2002; Miklić, 2010). Овај систем служи за откривање електромиографских сигнала, а састоји се од преносиве јединице која може да региструје сигнале осам мишића истовремено. Јединица електромиографског снимања је телеметријски повезана с контролном јединицом и компјутером. Електромиографија снимана истовремено с кинематиком хода показује активност појединих мишића приликом циклуса корака, тј. редослед, међусобну повезаност, интензитет и трајање активности појединих мишића приликом хода. Осим тога, и друге биомеханичке променљиве се могу прорачунати на основу тих мерења и то коришћењем инверзне динамике (Grbović, 2007). Могуће је одредити, на пример, фазе хода, углове, брзину хода, дужину корака, убрзање стопала и других сегмената и др.



Слика 6: Електромиографска анализа хода

3. Системи препознавања људског хода помоћу CCTV камера

У Британској државној лабораторији за физику (*The British National Physical Laboratory*, NPL) развијен је нови биометријски систем за препознавање хода који комбинује компјутерски модел NPL зграде с информацијама добијеним од свих инсталираних CCTV камера (Caldwell, 2012). Систем издваја силуету појединца од позадине видео снимка мерећи висину (и кретање) главе, а потом дигитализује добијене податаке у коначни образац који повезује с идентитетом особе (слика 7).



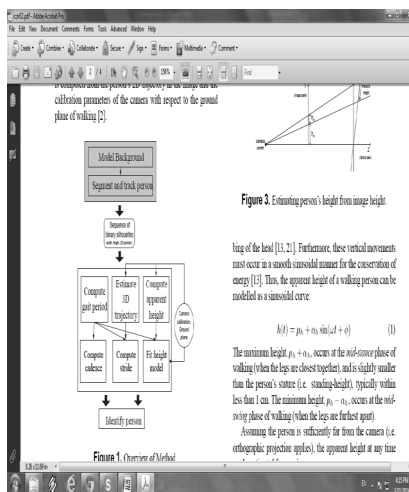
Слика 7: Систем NPL за препознавање хода (Wang, Tan, Ning, Hu, 2003)

Данашњи брзи развој рачунарске технологије и њени релативно ниски трошкови омогућили су али и олакшали идентификацију људи с одређене удаљености, због чега и расте интерес за истраживања у тој области (Wang *et al.*, 2003). Уз савршено издвајање структура и транзиционих карактеристика хода, обимни експериментални резултати истраживача на сликама добијеним из секвенци сликаних на отвореном показали су да предложена метода има охрабрујући учинак препознавања. Други приступ је заснован на једноставним функцијама издвајања карактеристика из ортогоналних видео снимака силуете људског хода у току кретања (Lee, Grimson, 2003), који је показао да је препознавање коришћењем видео секвенци препознавања хода прикупљених у периоду од неколико дана и у различито време и под различитим светлосним условима довољно тачно.

Научници из *Intelligent Systems Research Centre* с Универзитета у Улстеру су развили биометријски систем препознавања хода *IdentiGait*, као софтверско решење које ће аутоматизовати процес идентификације људи користећи технику снимања камером и накнадно издвајање карактеристика њиховог хода (Bull, 2013). Професор Гириђеш Прасад (Girijesh Prasad) тврди да се то решење може користити за идентификацију потенцијалних криминалаца или терориста из снимака добијених преко CCTV камера, пратећи кретање и покрете појединаца без њиховог знања, што свакако доприноси побољшању безбедности у околини многих цивилних или војних објеката.

4. Аутоматска идентификација на основу привидне висине особе и дужине корака

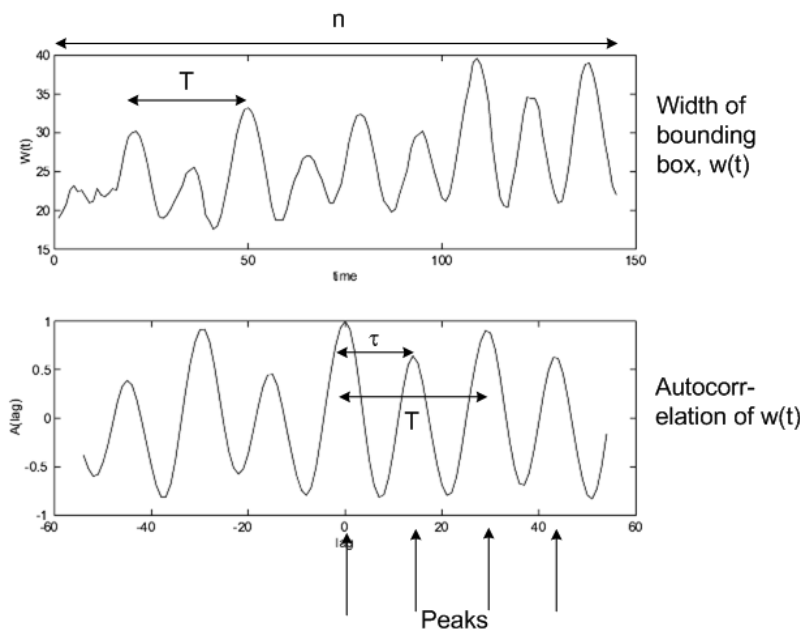
Овакав начин идентификације особа, због своје неинвазивне природе, не захтева директно учешће, нити сарадњу особе чији идентитет треба утврдити или потврдити. Осим тога, пошто може да се мери с удаљености, постоји повећано интересовање за коришћење карактеристика хода за идентификацију људи. Предлог је да се аутоматски издвоје четири параметра, односно променљиве хода из видео снимка ниске резолуције. Прве две променљиве карактеришу привидну висину особе, а друге две карактеришу димензије корака (ритам и дужину корака). Овде се користи термин „очигледна висина“ који се односи на висину особе док хода. Коришћењем калибрисаног система камера, дужина корака се процењује на основу првог корака особе, док се праћењем корака који следе процењује пређени пут током одређеног периода. Алгоритам се састоји из три главна модула приказаних на слици 8.



Слика 8: Поступак идентификације особе (BenAbdelkader, Cutler, Davis, 2002)

Први модул прати кретање особе у сваком кадру и издваја бинарну силуету и 2D позицију на слици. Под претпоставком да је камера статична, издвајају се сегменти покретних објеката помоћу непараметарске технике моделовања позадине. Када је особа једном снимљена у довољном броју кадрова, други модул користи низ добијених бинарних силуета да процени висину и параметре корака. Коначно, трећи модул одређује идентитет особе помоћу стандардног обрасца класификација у том, 4D функционалном простору (BenAbdelkader *et al.*, 2002).

Период хода (слика 9) се процењује на основу периодичне анализе силуете у граничном оквиру, а 3D путања се израчунава од 2D путање особе на слици и калибрације параметара фотоапарата у односу на раван хода.



Слика 9: Период хода (BenAbdelkader *et al.*, 2002)

С обзиром на то да је човек ходом прешао растојање од W метара преко n фрејмова у укупно T фрејмова у циклусу (корачање), ритам C (кораци у минути) се добија у форми:

$$C = 120 \frac{F_s}{T} \quad (1)$$

где је F_s број фрејмова.

Дужина корачања L (у метрима) изражава се у форми:

$$L = \frac{W}{T} \quad (2)$$

Треба имати на уму да је n/T број циклуса корака направљених током n фрејмова, док се W израчунава као растојање између почетне (у првом кадру) и последње (у n -том кадру) 3D позиције особе, јер почива на претпоставци да човек хода у правој линији.

Та метода је тестирана на основу података фронтално-паралелних секвенци узетих у отвореном окружењу од 45 особа (7 жена и 38 мушкараца) у два различита дана. Сваки субјект је ходао утврђеном правом путањом, дугом око 5 m, у свом природном ритму. У видео секвенцама је снимљено по 20 фотографија у секунди, у боји, резолуције 644×484 пиксела (слика 10).



Слика 10: Секвенце хода (BenAbdelkader, 2002)

5. Мобилни уређаји за аутоматску детекцију хода

Још један уређај за препознавање хода, назван *gait code*, произвели су истраживачи из VTT техничког истраживачког центра Финске (*VTT Technical Research Centre*), као минијатурни уређај за биометријско препознавање људског хода уграђен у прототип мобилног телефона (Ailisto, Lindholm, Mäntyjärvi, Vildjiounaite, Mäkelä, 2006; Vildjiounaite, Mäkelä, Lindholm, Riihimäki, Kyllönen, Mäntyjärvi, Ailisto, 2006). Уграђени сензор има димензију $3 \times 2 \times 2$ mm, са специфичним видео снимком хода свог власника, за чије је снимање коришћена камера самог мобилног телефона. Тај сензор бележи и проверава власникове карактеристике хода, упоређујући их с већ постојећим, снимљеним шаблонима који се налазе у самом телефону. Тај минијатурни уређај за мобилни телефон постао је веома популаран, а може се користити у многим другим уређајима за заштиту од неовлашћеног приступа (Ailisto *et al.*, 2006). Уређај *Gate code* повремено ауторизује и проверава ход власника мобилног уређаја и, уколико је потребно, захтева идентификацију (Mobilni, 2005). Ако власници промене свој уобичајен ход (рецимо након неколико пића), не постоје гаранције да ће њихов ход бити препознат, а у том случају сензор од корисника захтева лозинку како би приступио меморији уређаја или обавио телефонски позив. Потврђена је тачност прототипа те методе у 80% тестираних случајева.

Слично решење је увела и компаније *Intel*, која је понудила уређај који користи акцелерометар и жироскоп за откривање обрасца хода корисника мобилног уређаја (слика 11) (*Intel*, 2013).

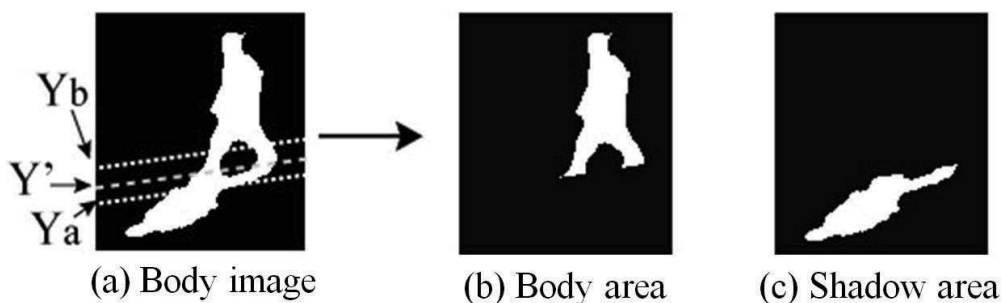


Слика 11: Демонстрација контекста технологије која користи паметни (smart) телефон који може да препозна особу на основу јединствених образаца хода (Intel, 2013))

6. Идентификација људског хода на основу сенке

Метода идентификације људског хода на основу сенке још није довољно развијена (Iwashita, Stoica, Kurazume, 2010), али се сматра да ће у будућности бити веома корисна. Саму технику је развила NASA, под претпоставком да ће сателити ускоро моћи да идентификују особе помоћу њихове сенке и њихових покрета преузимањем снимака начињених из свемира и повезивањем особе са сопственом сенком (слика 12).

Метода се заснива на чињеници да је немогуће ископирати нечији ход. Основна идеја је да се идентификује особа на основу разлике у брзини ходања, дужина стопала, покрету кукова итд. Рачунарски софтвер издваја покретне сенке и, коришћењем података о положају сунца и углу камере, подешава скраћене или издужене сенке.



Слика 12: Пример издвајања тела и сенке (Iwashita et al., 2010)

7. Закључак

Брз развој рачунарске технологије је омогућио пројектовање нових, аутоматизованих система идентификације и развој нових софтвера, који се могу применити за утврђивање идентитета особе, како у превенцији различитих криминалних радњи, тако и у комерцијалне сврхе. Начин хода као биометријска карактеристика понашања није јединствена карактеристика особе, али садржи довољан број идентификатора, па се може користити за поступке препознавања особа. То се остварује применом одговарајућих техника које препознају идентификационе карактеристике хода, које су се показале веома погодним за аутоматску идентификацију особа.

Биометријске методе идентификације на основу људског хода имају многе предности у односу на друге методе биометријских идентификација јер се остварују снимањем особа из даљине. Тај поступак омогућава добијање одређених карактеристика хода са слика ниске резолуције (Singh, Agrawal, 2013). Велики потенцијал и корисност примене тих метода потичу од тренутне могућности за препознавање особа помоћу хода и практичне ефикасности апликације, чиме се омогућава праћење неопходних промена у систему корачања. Намеће се чињеница да је ход перспективна биометрија и да може допринети побољшању безбедности у многим цивилним и другим објектима.

Литература

1. Ailisto, H., Lindholm, M., Mäntyjärvi, J., Vildjiounaite, E., Mäkelä, S. M. (2006). *Identifying people from gait pattern with accelerometers*. Preuzeto sa: http://www.vtt.fi/liitetiedostot/cluster1_tieto-ja_viestintateknikka_elektroniikka/GaitRecognitionMethod.pdf
2. BenAbdelkader, C. (2002). *Gait as a Biometric for Person Identification in Video*. College Park: University of Maryland.
3. BenAbdelkader, C., Cutler, R., Davis, L. (2002). Person identification using automatic height and stride estimation. *Proceedings of the 16th International Conference on Pattern Recognition*, 4, 377–380.
4. Bull, K. (2013). *Ulster researchers develop gait analysis*. Preuzeto sa: <http://www.ihairport360.com/article/1983/ulster-researchers-develop-gait-analysis>
5. Vildjiounaite, E., Mäkelä, S. M., Lindholm, M., Riihimäki, R., Kyllönen, V., Mäntyjärvi, J., Ailisto, H. (2006). Unobtrusive Multimodal Biometrics for Ensuring Privacy and Information Security with Personal Devices. *Lecture Notes in Computer Science*, 3968, 187–201.
6. Wang, L., Tan, T., Ning, H., Hu, W. (2003). Silhouette analysis-based gait recognition for human identification. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 25(12), 1505–1518.
7. Winiarski, S., Rutkowska-Kucharska, A. (2009). Estimated ground reaction force in normal and pathological gait. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 11(1), 53–59.

8. Grbović, O. (2007). *Fraktalna dinamika hoda*. Preuzeto sa: http://bmit.etf.rs/teze/Olga_Grbovic_diplomski.pdf
9. Zheng, S., Huang, K., Tan, T., Tao, D. (2012). A cascade fusion scheme for gait and cumulative foot pressure image recognition. *Pattern Recognition*, 45(10), 3603–3610.
10. Iwashita, Y., Stoica, A., Kurazume, R. (2010). Person Identification using Shadow Analysis. In F. Labrosse, R. Zwigelaar, Y. Liu, B. Tiddeman (Eds.), *Proceedings of the British Machine Vision Conference* (pp. 1–10).
11. *Intel Sees Humans as the Ultimate Mobile Platform*. (2013). Preuzeto sa: http://newsroom.intel.com/community/intel_newsroom/blog/2013/09/12/intel-sees-humans-as-the-ultimate-mobile-platform
12. *Intel Newsroom*. (2013). Preuzeto sa: <http://newsroom.intel.com/docs/DOC-4181>
13. Kasović, M. (2012). *Kinetika, merenje i analiza sila*. Preuzeto sa: http://www.kif.unizg.hr/_download/repository/Kinetika_1._2012-2013.pdf
14. Kasović, M. (2009). *Biomehanika hoda*. Preuzeto sa: https://bib.irb.hr/datoteka/410222.Biomehanika_hoda_Zadar2009.pdf
15. Kiss, R. M., Knoll, Z. (2002). A motion analysis of the lower extremity during gait with special regard to the EMG activity of m. adductor longus. *Facta Universitatis*, 1(9), 1–10.
16. Koruga, Đ., Vasiljević, D., Šakota, J. (2012). *Detektori optičkog zračenja*. Preuzeto sa: <http://bmi.mas.bg.ac.rs/fajlovi/osnovne/OOOPU9.pdf>
17. Kharb, A., Saini, V., Jain, Y. K., Dhiman, S. (2011). A review of gait cycle and its parameters. *International Journal of Computational Engineering & Management*, 13.
18. Lee, L., Grimson, W. E. L. (2002). Gait analysis for recognition and classification. *Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, 148(155), 20–21.
19. Lim, M. R., Huang, R. C., Wu, A., Girardi, F. P., Cammisa, F. P. Jr. (2007). Evaluation of the elderly patient with an abnormal gait. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 15(2), 107–117.
20. Miklić, P. (2010). *Normalan hod i analiza hoda*. Preuzeto sa: <http://www.hdfm.com/edukacija/normalan-hod.pdf>
21. Mijailović, N., Gavrilović, M., Rafajlović, S. (2008). Primena neuralnih mreža u prepoznavanju faza hoda pomoću akcelerometara i senzora sile. *16. telekomunikacioni forum TELFOR 2008* (984–986).
22. *Mobilni telefon koji prepoznaje svog vlasnika po hodu*. (2005). Preuzeto sa foruma Krstarica.: <http://zivot.krstarica.com/l/tehnika/mobilni-telefoni/mobilni-telefon-koji-prepoznaje-svog-vlasnika-po-hodu/>
23. Nordin, M., Frankel, V. H. (2001). *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
24. Singh, J. P., Agrawal, S. (2013). An approach for human gait identification based on area. *Journal of Computer Engineering*, 10(3), 43–47.
25. Caldwell, T. (2012). CCTV gait recognition offers ‘natural’ interaction. *Biometric Technology Today*, 9, 12.

HUMAN GAIT – IDENTIFICATION SYSTEMS

Summary: There is no physiological biometric feature ideal for the identification of persons and the biometric methods that include person's identification via its behavior characteristics is used, with the possibility of automation of the identification process. The subject of analysis in this paper is human gait. Human gait, as one of the biometric behavioral characteristics, is not unique for every person, but still shows enough features that are specific to each individual and can be used for its identification. Such features are reliable identifiers of each individual. The performances of human gait, as highly automated activities of the human body, are based on the third Newton's law of motion. The paper presents a number of advanced methods of gait analyses accomplished by using specific softwares measuring the kinetic and kinematic gait parameters, estimating the height of a person and its steps, resulting in the identification after analysis of low-resolution video footages, etc.

Keywords: Biometrics, Gait, Automatic Systems, Person's Identification.

ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ФОРЕНЗИЧКЕ ИНСТРУМЕНТАЛНЕ АНАЛИЗЕ ГЛАСА

Лазар Нешић¹

Јован Ковачевић

*Национални криминалистичко-технички центар
Министарство унутрашњих послова Републике Србије*

Саша Пауновић

*Јединица за заштиту
Министарство унутрашњих послова Републике Србије*

Сажетак: У раду је описан општи поступак форензичке идентификације говорника, са освртом на једну савремену анализу гласа, која је својствена за ову област. Укратко су на једноставан и разумљив начин објашњени начин настајања гласа, тј. говора, са физиолошког становишта, битне карактеристике звука и карактеристике снимљеног говора, као и поступак анализе гласа који се користи у форензици.

Кључне речи: глас, говор, форензичка идентификација говорника.

1. Увод

Постојање и развој форензике условљени су потребама које се јављају у спровођењу, првенствено, кривичних поступака, али и других правних процедура. У савременој кривично-процесној пракси, за успешност поступка утврђивања материјалне истине од суштинског значаја је постојање материјалних доказа. Форензика, као мултидисциплинарна делатност, за свој главни задатак управо и има обезбеђивање материјалних доказа свих врста. У ширем смислу у делокруг форензике спадају и све прелиминарне активности које чине неопходан предуслов за касније обезбеђивање доказа (фиксирање трагова кривичних дела), као и рад на расветљавању кривичних дела, нарочито оних са непознатим учиниоцем, односно радње које се обављају одмах након сазнања о постојању дела и које чине део полицијског поступања.

Један од главних циљева форензике јесте идентификација лица. Она се најчешће врши на основу трагова које особа оставља на лицу места или на неком

¹ lazar.nesic@mup.gov.rs

предмету. То може бити отисак прста, биолошки траг који садржи ДНК-профил, траг обуће и др., на основу чега се лице доводи у једнозначну везу са неким простором, предметом, другим лицем и сл. Данас је као параметар за идентификацију лица све више присутан говор, због растуће примене електронских технологија у јавном или тајном аудио-снимању у амбијенту, снимању телефонских и других разговора. Приликом расветљавања кривичног дела, као и у поступку прибављања материјалних доказа, све чешће је драгоцено утврдити ко је говорник неког снимљеног говора или учесник у снимљеном разговору. Форензичка анализа говорног сигнала, као једна од дефинисаних дисциплина форензике, користи достигнућа више различитих наука у циљу идентификације говорника. Наиме, некада као извор форензичког доказа служи снимак, тонски запис људског говора за кога треба утврдити којој особи припада. Наука је показала да свака особа има јединствене карактеристике гласа, на основу којих се може једнозначно идентификовати. То је само једна у низу биометријских карактеристика човека, у које спадају и отисци прстију и дланова, ДНК-профил и др.

2. Идентификација особе на основу гласа

Утврђивање идентитета особе налази широку примену у два домена: (и) комерцијалне примене уз помоћ тзв. биометријских система и (ии) форензичке примене, где је потребно открити починиоца криминалне активности (за потребе полиције и судства). Овај поступак је познат под термином форензичко препознавање говорника или идентификација лица на основу гласа.

Глас је основно биолошко обележје људи, помоћу кога они остварују међусобну комуникацију. Говорна комуникација подразумева пренос информације генерисане у глави говорника до слушаоца, који у својој глави треба да створи идентичну интерпретацију полазне информације. Одвијање говора у акустичком домену (у коме се узима снимак за форензичку анализу) указује на поступак трансформације идеје (апстрактне лингвистичке информације) у физички сигнал (говорни сигнал). Ова трансформација се одвија путем моторне активности нервног система (под дејством централног нервног система ЦНС) и артикулације вокалног тракта. Имајући у виду стохастичну основу рада нервног система (нервних импулса) и различите димензије артикулатора код сваке особе, акустичка реализација једног истог вербалног исказа никада није иста. Ово је узрок интер-спикерских разлика, на основу којих се разликују особе, као и интра-спикерских варијација, које указују на непоновљивост једне исте вербалне реализације од стране исте особе. Препознавање говорника је због тога засновано на статистичким интерпретацијама резултата анализе.

У форензичким наукама препознавање говорника, јесте поступак поређења гласа починиоца кривичног дела (спорног узорка гласа) са гласовима једног или више осумњичених особа (неспорног узорка гласа), са основним циљем идентификовања или елиминисања осумњиченог као починиоца. Основно питање које се форензичком експерту поставља од стране суда јесте: - Која је вероватноћа да гласови починиоца и осумњиченог припадају истој особи? Обзиром на последице резултата судског поступка форензичка анализа мора бити свеобухватна, тј.

заснована на интегралној аудиторној (перцептивној), фонетској, визуелној, рачунарској и лингвистичкој анализи.

Форензичка анализа говорног сигнала подразумева следеће аспекте:

Аудитивна фонетско-лингвистичка анализа – утврђивање карактеристика основног гласа, карактеристике говора, акцентовање говора, припадност одређеном дијалекту, редукција гласова, патологија говора, утицај негативног трансфера из другог/других језика, вокабулар, неуобичајена артикулација гласова, социолингвистички осврт, емоционални статус говорника,

Инструментална /рачунарска/ анализа - одређивање, израчунавање и упоређивање: средњег спектра сигнала, фундаменталне фреквенције-основне учестаности гласа говорника, спектрограма - формантне структуре.

Прва анализа се спроводи кроз преслушавање снимљених говорних сигнала и уочавањем одређених лингвистичких карактеристика говорника. Како свака особа има нешто карактеристично у свом говору - начин изговарања одређених речи, честа употреба поштапалица или узречица, карактеристичан нагласак, на форензичару је да тако нешто примети и да своје субјективно мишљење. Затим, утврђују се физичке и физиолошке особине гласа, као и патолошке карактеристике које се јављају код говорника.

Инструментална (рачунарска) анализа је заправо спектрографска анализа. Састоји се од низа метода дигиталне обраде сигнала и спектралне анализе, које се спроводе коришћењем савремених рачунара.

Прву анализу спроводи лингвиста-фонетичар и даје своје субјективно мишљење, док другу анализу спроводи инжењер, који представља резултате добијене употребом различитих рачунарских метода.

Као резултат извршених анализа, најчешће се дају одговори у виду скале процене, каји могу садржати неке од квалификација:

- Идентификација;
- Висока могућност идентификације;
- Могућа идентификација;
- Без закључка - недефинисана идентификација;
- Могућа елиминација;
- Висока могућност елиминације;
- Елиминација.

Описана мултидисциплинарност и сложеност анализа чини ову методологију идентификације лица изузетно селективном, а тиме и моћном.

3. Настајање говора

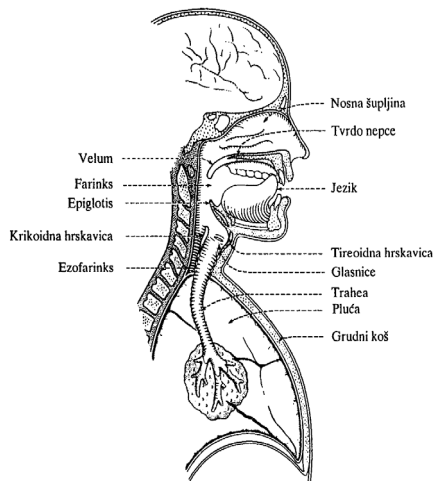
Са аспекта еволуције, говор је тек одавно постао део нашег комуникацијског репертоара и углавном се користи за саопштавање чињеница и података. Вероватно је почео да се развија пре два милиона година, да би пре 500000 година

био већ углавном формиран. Пре тога, говор тела и звуци који су се произвели у грлу, били су главни начини саопштавања осећања.

Процес говорења је много више од једноставног низања гласова. Гласови имају врло комплексну природу. Говорни сигнал је носилац великог броја информација и поред основне лингвистичке поруке, он може указивати на говорников пол, старост или његово тренутно емоционално или здравствено стање. Ове информације имају велики форензички значај. Различите врсте информације које се преносе говором остварују се истовремено са лингвистичком поруком говора. Познавање овог процеса је неопходно да би се интерпретирале свеприсутне веријације у говору, као и да би се проценило подударане говорних узорака.

Процес настајања говора је изузетно сложен. У циљу илустрације сложености овог поступка, треба поћи од чињенице да пре него што нешто изговоримо, неопходно је да се у нашем мозгу створи апстрактна слика садржаја који треба да буде изговорен. Следећи корак је да се као последица овог апстрактног садржаја, формира низ нервних активација које треба да припреме наш артикулациони говорни апарат (покретање језика, усана, гласних жица) како би коначни резултат целог процеса био акустични талас који садржи информацију садржану у почетној апстрактној идеји или поруци.

Информација која се кроз говорну комуникацију преноси је по својој природи дискретна, јер се она састоји од низа елемента (гласова) из скупа са коначним бројем елемената. Символи помоћу којих се сваки изговорени глас неког језика може забележити и који међусобно класификују различите гласове, се зову *фонеме*. Сваки језик има различити број фонема, и овај број фонема се, зависно од језика, креће између 30 и 50. Енглески језик има 42 фонеме (то су знаци који се појављују у ознаци за читање речи енглеског језика) док у српском језику сваки фонем одговара једном од слова азбуке (па их има 30).



Слика 1.: Приказ органа говорног механизма

Говор се нормално ствара кроз серију прецизно координисаних покрета мишића, укључујући дисање (механизам дисања), фонацију (механизам стварања

гласа) и артикулацију (грло, непце, језик, усне и зуби), шематски приказано на слици 1. Ове покрете мишића започиње, усклађује и координише мозак, а надзире их и контролише путем чула слуха и додир.

Пре него што нешто изговори, особа удахне и гласнице (две траке мишићног ткива смештене у гркљану, изнад душника) се спајају. Ваздух који се задржао у плућима лагано се отпушта, пролази кроз приљубљене гласнице, узрокује њихове вибрације и ствара звук. Звук гласа пролази кроз ждрело, усмерава се у уста (за већину говорних звукова) или у нос (за назалне звукове). Непце, језик, чељусти и усне померају се у прецизним таласима како би променили звукове и направили од њих жељене звукове (гласове).

4. Појам звука и дигитално записивање говора

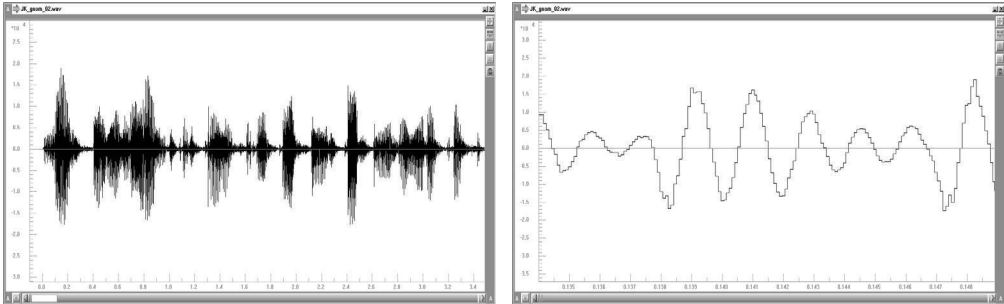
Звук је свака временски променљива механичка деформација у еластичној средини. Ово је дефиниција која је данас најопштије прихваћена и која покрива све појавне облике звука. Наведена дефиниција звука није повезана са искуственим доживљајима звука које сваки човек има. Она обухвата многе звучне појаве које су далеко од људске перцепције, односно човековог непосредног искуства. Када је реч о гласу и говору, својствен за људска бића, онда је реч о звуку (звукovima) који човек може чути и распознати.

Перцепција звука је функција две димензије: фреквенције и нивоа звучне побуде. Са једне стране, постоје перцептивна ограничења по фреквенцијама јер уво реагује на звучне надржаје само у једном интервалу фреквенција које се називају чујне фреквенције. Номиналне границе чујног опсега фреквенција утврђене су на 20Hz (доња) и 20.000Hz (горња). С друге стране, постоји граница интензитета надражаја испод које механизам чула слуха не реагује. Она се назива „граница или праг чујности”. Праг чујности се може окарактерисати и као минимални притисак којим је потребно деловати на бубну опну како би се она покренула. Сматра се да је просечна вредност најнижег звучног притиска који човек може да чује: $p = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} = 20 \text{ }\mu\text{Pa}$. Потребно је на уво довести надражаје који су изнад те границе да би се створила звучна сензација. Због тога је јасно да постоје широке области звучних појава које чуло слуха не може регистровати.

Дакле, када говоримо о звукovima које човек може регистровати, међу којима је и људски глас, треба имати у виду две основне карактеристике звука, а то су фреквенција или учестаност звука, која се изражава у Hz (херц) и јачина звука, која се изражава у dB (децибел). Људско уво може регистровати звукове фреквенцијског опсега од 20Hz до 20kHz. Што се јачине звука тиче, за праг чујности се узима вредност од 0dB, а постоје и граница непријатности на око 120dB и граница бола на око 140dB. За ниво звука изнад 150dB долази до оштећења бубне опне и других делова слушног механизма.

У данасњем начину живљења, јавља се све већа потреба за чувањем и обрадом гласа и говора, односно звукова који имају одређено значење, својствених људским бићима. Да би се то извело, акустички талас (звук) треба претворити у електрични сигнал. Микрофон је тај, који акустички талас претвара у електрични

сигнал, али се у звучним картицама који имају готово сви рачунари, овај сигнал додатно прилагођава многоструким апликацијама, па се иницијално филтрира у одређеном фреквенцијском опсегу, амплитудски нормира у интервал вредности од -1 до 1, квантизује у одговарајући број квантизационих нивоа и тако даље.



Слика 2: Дигитални прикази записа говорног сигнала- говорни сигнал у трајању од 3,4с (лево) и један увећан сегмент тог сигнала трајања 1мс (десно)

На слици 2 представљен је електрични запис говорног сигнала одређеног трајања са учестаношћу одабирања од 11025Hz. То значи да је овој сигнал дискретизован са периодом дискретизације од приближно 90 μ s, односно “узете” су вредности сигнала само у одређеним тренуцима времена (сто се јасно види на десном делу слике), тако да је у току сваке секунде снимљено 11025 тренутака.

Дакле, када је реч о дигиталном записивању звука, морамо водити рачуно о два битна елемента, то су време одабирања (семпловања) и начин квантизације. Најчешћи начин који се користи за записивање звучног сигнала јесте 16бит (шеснаестобитни), тј. записивање са $2^{16} = 65536$ квантизационих нивоа, и временом одабирања од 8000Hz, 11025Hz, 22050Hz, 44100Hz или 48000Hz. Да би се адекватно снимиио, а затим веродостојно репродуковао говор, односно сигнал говора, потребно је минимално време одабирања од 8000Hz. Када је реч о музичком сигналу (звук који производе музички инструменти, глас особе када пева...), користи се време одабирања од 44100Hz па навише.

5. Инструментална анализа

Како би се глас, као доказ, могао користити у судском поступку неопходно је уочити и предочити говорне карактеристике гласа са спорног снимка, и упоредити их са говорним карактеристикама гласа са неспорног снимка. То се постиже спровођењем одређених анализа: аудитивно лингвистичко-фонетских и инструменталних (рачунарских).

Аудитивно лингвистичко фонетске анализе спроводи фонетичар и састоје се из одређивања говорних карактеристика са циљем уочавања: патолошких појава, говорних мана, постојања честе употребе поштапалица и узречица, припадности одређеном говорном подручју на основу изговора одређених речи (акцентовања)... Резултат ове анализе се ослања на знање и искуство стручњака и субјективног је карактера.

Инструменталне анализе спроводи инжењер, коришћење савремене технологије (рачунара), о чему ће у овом одељку бити више речи.

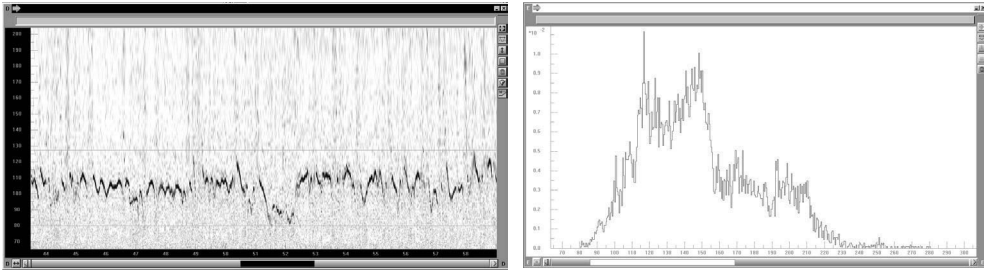
Запис гласа који долази на обраду је најчешће дигитализован (уколико није, потребно га је дигитализовати), и у зависности од начина дигитализације потребно је оба снимка који се пореде (спорни и неспорни) прилагодити, како би били истих или сличних карактеристика (слика 2). То, као и све операције које се спроводе током инструменталне анализе, спроводе се коришћењем посебних софтвера прилагођених за форензичку идентификацију говорника.

Како би се уопште приступило упоређивању снимака (спорног са неспорним), претходно је потребно извршити анализу самог снимка (нпр. спорног), ради утврђивања техничких карактеристика снимка и прихватљивости снимка за даљу анализу. Да би снимак био прихватљив и користио се у сврху форензичке идентификације говорника, потребно је да испуњава одређене услове. Најбитније је да периода одабирања којом је снимак начињен не буде мања од 8000Hz, тј. да је пропусни опсег снимка 4000Hz, јер је тима покривен већи део говорног сигнала. Пример таквог снимка је телефонски снимак. Друго, исто тако важно јесте да однос сигнал/шум не буде мањи од 15dB. Што би значило да говор од интереса на снимку буде доста јачи од позадинског шума (минимум пет пута). Снимак мора бити веродостојан изворном снимку, тј. да након што је начињен, не смеју се вршити одређене обраде типа филтрирање (“исчишћавања”) снимака, компримовање...

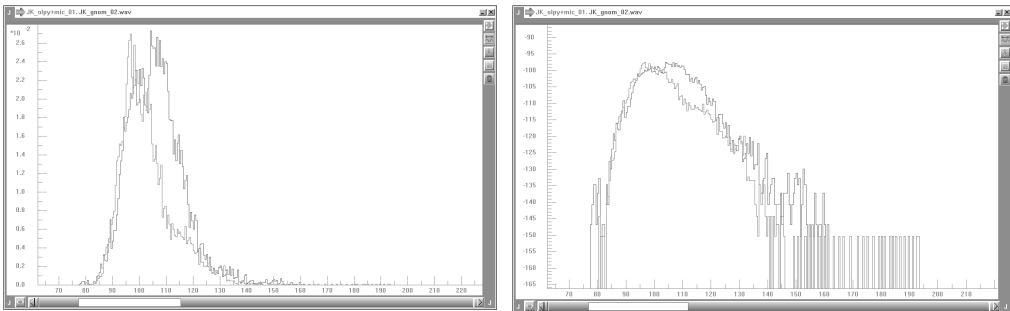
Када се установи подобност снимка или снимака, приступа се даљим анализама. Како се ради о идентификацији лица на основу гласа, потребно је са снимака издвојити глас од интереса, тј. издвојити глас само једног говорника, и приступити анализи и упоређивању тог гласа са спорног са гласом на неспорном снимку.

Након прилагођавања снимака и издвајања гласа од интереса на снимцима, врше се анализе и упоређивање гласова говорника од интереса. Најпре се одређује основна учестаност, а затим се упоређују форманти, односно формантне вредности и облици форманата одређених сличних или истих речи и гласова. Овде треба нагласити, да су све инструменталне анализе засноване на примени Фуурриер-ових трансформација, које су основ за трансформацију сигнала из временског у спектрални (фреквенцијски) домен.

Основна учестаност гласа представља скуп фреквенција на којима се глас јавља, односно скуп фреквенција на којима је енергија гласа највећа. Може се рећи да су то фреквенције на којима гласнице раде приликом говорења. На основу Кепстрограма (Spectrogram) одређују се фреквенције основне учестаности гласа, а затим се формира хисторам појава тих фреквенција (слика 3), на коме се може утврдити опсег основне учестаности гласа, као и фреквенције на којима је основна учестаност гласа најзаступљенија. На слици 4 приказани су хистограми основне учестаности гласа исте особе снимљене у различитим психичким стањима. На левом делу слике се могу приметити подударана хистограма на нижим фреквенцијама и опсеци на којима је основна учестаност најзаступљенија, док се на десном делу слике могу поредити опсеци основне учестаности гласа.



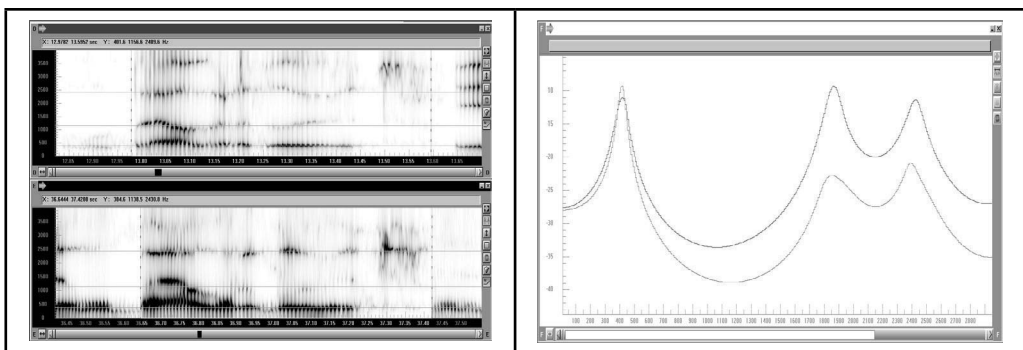
Слика 3: Кепстрограмски и хистограмски приказ основне учестаности говорног сигнала



Слика 4: Хистограмски прикази основне учестаности истог гласа, снимљених у различитим ситуацијама (лево - са линеарном скалом ординате, десно - са логаритамском)

Спектрограм (слика 5 лево) је тродимензионална временски променљива представа спектра. Показује како се мења спектар сигнала током времена и може се рећи да представља „дигитални отисак гласа“. Тачније, користимо га како бисмо уочили форманте (хармонике) одређених гласова. Форманти представљају концентрате акустичке енергије и на спектрограму су приказани црном бојом.

Поређење је једноставно. Потребно је пронаћи исте или сличне речи на спорном и неспорном снимку, преслушавањем, а затим посматрати како се „крећу“ форманти тих речи, тј. на којим фреквенцијама се јављају, и поредити их. Усредњавањем вокалних форманата за исте гласове (а, е, и, о или у) добијају се средње вредности вокалних форманата (слика 5 десно), који служе за прецизније упоређење.



Слика 5: Спектрограм једне изговорене реченице спорног и неспорног снимка (лево) и усредњени спектар прва три форманта гласа И (десно)

6. Закључак

Најбоља метода комуникације међу људима јесте говор, као процес артикулације гласова са одређеним значењем. Како би се људи могли споразумевати „на даљину“ (на физички великим удаљеностима), било је потребно развити уређаје који би омогућавали пренос гласа са једне на другу локацију. Тако су настајали телефонски уређаји и радио уређаји. Међутим, временом то није било довољно. Већ после другог светског рата јавља се потреба за анализом специфичних карактеристика говора и превођењем говора у визуелну форму. То условљава развој нових машина и апарата за обраду гласа.

Током времена, техника се развија, па поред потребе за преносом гласа као инфомације, развијају се широке могућности употребе гласа, а међу којима је и глас као „средство“ за идентификацију лица.

У данашње време више није битан само глас, као звук са одређеном информацијом, већ су исто тако битне и карактеристике гласа, које нам омогућавају једнозначну и непроменљиву идентификацију.

Као и све друге методе идентификације лица (отиска прста, ДНК...), тако и форензичка анализа гласа има својих предности и недостатака.

Предности се оглађају у томе што је поуздана (греске су недопустиве), опрема која се користи није скупа (довољан је персонални рачунар и софтвер за обраду гласа), метода је неинвазивна (узимање узорка гласа не захтева директан контакт).

Недостаци се јављају као последица променљивости гласа (током старења особе глас се мења, одређена емотивна стања утичу на тренутну промену гласа) и захтева за добрим квалитетом снимка (снимак без шума је немогуће направити).

Литература

1. Autors all over the World, *Wikipedia*, Web-based, the free-content encyclopedia, <http://www.wikipedia.org>
2. Đurović Ž. (2007). *Uvod u digitalnu obradu i prepoznavanje govora*, pisana predavanja, <http://automatika.etf.rs>
3. Jovičić T. S. (1999). *Govorna komunikacija, fiziologija, psihoakustika i percepcija*. Beograd, Nauka.
4. Nešić L., Kovačević J., Stevović J. (2011). Forenzička analiza govornog signala, *Pravni život*, broj 5-6, Beograd.
5. P. Rose (2002). *Forensic Speaker Identification*. London and New York, Taylor & Francis
6. Paunović S., Nešić L., Kovačević J. (2012). Biometrija glasa u sistemima za identifikaciju, *Informaciona bezbednost 2012 – Zbornik*. Beograd, Društvo za informacionu bezbednost Srbije.
7. Piz A., Piz B. (2009). *Definitivni vodič kroz govor tela*, Mono i Manjana, Srbija.
8. Učenci OŠ Popovača (2014). Nastanak glasa, *Organi za disanje i glas*. <http://www.os-popovaca.skole.hr/8bd/organi/documents/40.html>

9. *Akustika*, Uvod u akustiku, http://telekomunikacije.etf.bg.ac.rs/predmeti/te4e/Akustika_01_Uvod_u_akustiku.pdf
10. *Akustika*, Osnovni principi rada čula sluha, http://telekomunikacije.etf.bg.ac.rs/predmeti/te4e/Akustika_09_Osnovni_principi_rada_cula_sluha.pdf

АНАЛИЗА ТАЧКАСТИХ ПОЛИМОРФИЗАМА RFLP МЕТОДОМ И МЕТОДОМ АУТОМАТСКОГ СЕКВЕНЦИРАЊА

Ана Бранковић¹

Биљана Котуревић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Тачкасти полиморфизам представља генетичку варијанту једног нуклеотида, која се у општој популацији јавља с учесталашћу већом од 1%. Метода анализе полиморфизама у дужини рестрикционих фрагмената (*Restriction Fragment Length Polymorphism*, RFLP) користи се за разликовање хомологих секвенци ДНК у којима је промена настала у једном нуклеотиду, чиме је стечено или изгубљено место деловања рестрикционог ензима. Метода аутоматског секвенцирања представља аутоматизован процес методе секвенцирања у поновљеним циклусима. Методом RFLP анализирано је 400 узорака с процентом успешности од 92,25%. Методом аутоматског секвенцирања анализирано је 50 узорака, а проценат успешности је износио 98%. Предности методе аутоматског секвенцирања у односу на методу RFLP су бржи поступак, већа осетљивост, објективније читавање резултата, као и могућност детекције других генетичких варијанти у оквиру анализиране секвенце.

Кључне речи: SNP, RFLP, аутоматско секвенцирање, rs1799983.

1. Увод

Иста секвенца молекула ДНК између индивидуа може се разликовати у само једном базном пару. Та разлика се назива полиморфизам појединачних нуклеотида или тачкасти полиморфизам (*Single Nucleotide Polymorphism*, SNP), сада често познат као тачкаста варијанта (*Single Nucleotide Variant*, SNV). У геному човека се налази преко десет милиона тачкастих полиморфизама. Тачкасти полиморфизам дефинише се као генетичка варијанта једног нуклеотида, која се у општој популацији јавља с учесталашћу већом од 1% (Brajušković, 2012). Те разлике у секвенци су највећи извор

¹ ana.brancovic@kpa.edu.rs

разлика у геномима између појединаца. Средином деведесетих година прошлог века су почела истраживања улоге тих разлика у патогенези сложених болести, укључујући и малигне туморе (Risch, Merikangas, 1996).

Многе бактерије садрже ензиме рестрикционе ендонуклеазе који катализују хидролизу фосфодиестарских веза унутар дволанчаних молекула ДНК. За сваки од њих је карактеристично да врло специфично препознаје само одређени низ нуклеотида, обично дугачак 4–8 базних парова (најчешће је реч о палиндромима), и на том месту пресеца молекула ДНК. Та специфичност рестрикционих ензима је основ њихове употребе у типизирању тачкастих полиморфизама (Chang, Yang, Chang, Vheng, Chuang, 2006). Наиме, данас су рестрикционе ендонуклеазе комерцијално доступне готово за сваку комбинацију тетра- до октануклеотида, коју ће, уколико обухвата SNP од интереса, препознати ендонуклеаза само у једној варијанти полиморфизма. То значи да ће продукти ланчане реакције полимеразе (*Polymerase Chain Reaction*, PCR), који су добијени амплификацијом региона око датог SNP, након инкубације с ензимом и у зависности од варијанте SNP, бити пресечени на два дела или ће остати интактни. Тако се полиморфизми у секвенци ДНК преводе у полиморфизме дужине рестрикционих фрагмената (*Restriction Fragment Length Polymorphism*, RFLP), који се лако могу разликовати на агарозном гелу (Saiki, Scharf, Faloona, Mullis, Horn, Erlich, Arnheim, 1985).

Метода секвенцирања у поновљеним циклусима се заснива на способности полимеразе ДНК да угради 2',3'-дидезоксирибонуклеозид трифосфате (*Dideoxyribonucleoside Triphosphates*, ddNTPs) у растући новосинтетисани ланац ДНК везивањем за 3'-ОН групу последњег нуклеотида у ланцу. Након уградње ddNTP-ова, елонгација растућег ланца ДНК се прекида услед одсуства ОХ групе на 3' крају, која би омогућила везивање следећег нуклеотида. Сваки ddNTP је обележен на С3' атому различитом флуоресцентном бојом, тако да се током реакције секвенцирања синтетишу четири групе фрагмената различите дужине које се, услед присуства ddNTP-а на 3' крају, одликују различитим таласним дужинама емисије флуоресцентне светлости (Surdhar, 2002).

Ген NOS3 кодира ендотелијалну форму ензима азот оксид синтазе, који припада породици ензима који катализују синтезу азот оксида (NO) из L-аргинина и L-цитрулина (Förstermann, Boissel, Kleinert, 1998). Ендотелијална изоформа представља примарни сигнал за контролу секреције инсулина, васкуларног тонуса и тонуса дисајних путева, а укључен је и у регулацију срчане функције и ангиогенезе (Grande, Carlström, Stege, Pousette, Faxén, 2000).

Појава алела Т у генетичкој варијанти NOS3 894G>Т (rs1799983) резултира аминокиселинском заменом на позицији 298 (Glu298Asp), која утиче на смањене стабилности протеина (Tesauro, Thompson, Rogliani, Qi, Chaudhary, Moss, 2000).

Досадашња истраживања су показала да је генетичка варијанта rs1799983 повезана с ризиком од напредовања карцинома простате, као и с појавом метастаза (Medeiros, Morais, Vasconcelos, Costa, Pinto, Oliveira, Ferreira, Lopes, 2002). Пред карцинома простате, показана је и асоцијација генетичких варијанти региона 7q36 с хипертензијом (Niu, Qi, 2011), нефропатијом (He, Fan, Zhang, Zhang, Zheng, Li, Zhang, Gu, Yang, 2011), инфертилитетом мушкараца (Safarinejad, Shafiei, Safarinejad, 2010) и карциномом дојке (Zintzaras, Grammatikou, Kitsios, Doxani, Zdoukopoulos, Papandreou, Patrikidou, 2010).

2. Методе

Анализа генетичке варијанте rs1799983 у региону 7q36 гена *NOS3* вршена је применом методе RFLP. Фрагменти ДНК у оквиру којих су се налазиле испитиване генетичке варијанте умножавани су PCR реакцијом, а затим је вршена рестрикциона дигестија PCR продуката. Продукти рестрикционе дигестије су раздвајани електрофорезом у 3% агарозном гелу, а сам генотип је одређиван интерпретацијом резултата.

Ради провере резултата рестрикционе дигестије, случајно одабрани узорци су анализирани методом аутоматског секвенцирања. Испитивани фрагменти ДНК најпре су умножени PCR реакцијом, затим пречишћени и припремљени за аутоматско секвенцирање. Очитане секвенце су анализиране употребом софтвера *BioEdit Sequence Alignment Editor* (*Ibis Biosciences*, Абот Парк, Илиноис, САД).

PCR је селективна *in vitro* амплификација одређеног фрагмента ДНК. Синтеза ДНК је катализована термостабилном полимеразом ДНК, а селективност реакције огледа се у употреби прајмера, олигонуклеотида дужине 14–40 нуклеотида, који хибридују с комплементарним секвенцама у молекулу ДНК. PCR реакција се одвија у микротубама које се подвргавају прецизним, цикличним променама температуре (Romac, Vukosavić, Stojković, Čuljković, 1999).

За извођење PCR реакција су коришћени прајмери идентични онима коришћеним у студији Вилкокса и сарадника (Wilcox *et al.*, 1997), која је за циљ имала анализу исте генетичке варијанте (табела 1). Компоненте PCR смеше као и њихове почетне и крајње концентрације се налазе у табели 2, док је температурни профил PCR реакције приказан у табели 3.

Табела 1: Прајмери коришћени у PCR реакцијама за амплификацију фрагмента молекула ДНК који садржи анализирану генетичку варијанту

Генетичка варијанта	Регион	Прајмери		Произвођач
rs1799983	7q36	Fw	5'-CAT GAG GCT CAG CCC CAG AAC-3'	Metabion International AG
		Rv	5'-AGT CAA TCC CTT TGG TGC TCA C-3'	

Табела 2: Састав PCR смеше за амплификацију региона који окружује генетичку варијанту rs1799983

Компоненте	Основна концентрација	Финална концентрација	Запремина (μl)
PCR пуфер А (садржи 15 mm MgCl ₂ , <i>Кара</i>)	10 x	1 x	2.5
Дезоксирибонуклеотиди (dNTPs, <i>Fermentas</i>)	10 mM	200 μM	0.5
Прајмер Rv	10 μM	0.2 μM	0.5
Прајмер Fw	10 μM	0.2 μM	0.5
Таq полимеразе (<i>Кара</i>)	5 U/μl	0.04 U/μl	0.2
ДНК	/	/	5
Дејонизована вода (Re)	/	/	15.8
Укупно			25

Табела 3: Температурни профил PCR реакције и дужине синтетисаног фрагмента ДНК

Генетичка варијанта	Температурни профил PCR реакције			Дужина фрагмента
	1 x	30 x	1 x	
rs1799983	97°C/3 мин	95°C/60с 54°C/60с 72°C/60с	72°C/10 мин 20°C/20 мин	206 bp

Специфичност PCR амплификације је проверавана електрофорезом у 2% агарозном гелу. Присуство једне дискретне траке очекиване дужине указивало је на специфичну амплификацију жељеног фрагмента молекула ДНК (Sambrook, Russel, 2001).

Визуелизација PCR продуката је вршена према следећем протоколу:

- 1) 2% раствор агарозе је загреван до кључања у 0,5 x ТБЕ пуферу (45 mM Трис – борат, 1 mM ЕДТА, pH 8);
- 2) додаван је EtBr у финалној концентрацији 0,5 µg/ml;
- 3) охлађени раствор је наливан у кадицу облепљену лепљивом траком и остављан је да полимеризује 30–45 минута на собној температури;
- 4) PCR узорци (5 µl) су мешани с пуфером за наливање узорака (0,25% бромфенол плаво (w/v), 30% глицерол) у односу 5:1 и наливани на гел;
- 5) за проверу очекиване величине PCR продуката су коришћени маркери *pUC19 DNA/MspI Marker* или *50 bp DNA ladder (Fermentas, Vilnius, Литванија)* (1 µl), а при наношењу на гел су третирани једнако као и узорци ДНК.
- 6) електрофореза је вршена у 0,5xТБЕ пуферу, при константном напону од 100 V у систему за електрофорезу (*Mini-sub Cell GT* или *Wide Mini-sub Cell GT, BioRad*, Херкулес, Калифорнија, САД);
- 7) након завршене електрофорезе, гел је излаган УВ светлу ($\lambda = 254 \text{ nm}$) на трансилуминатору (*Mini-transilluminator, BioRad*, Херкулес, Калифорнија, САД).

Ензими рестрикционе ендонуклеазе типа II катализују хидролизу фосфодиестарских веза унутар молекула ДНК. За сваки од њих је карактеристично да специфично препознаје одређени низ нуклеотида дужине 4–8 bp и на том месту пресеца молекула ДНК (Chang *et al.*, 2006). Уколико рестрикционо место обухвата SNV од интереса, рестрикциони ензим препознаће само једну варијанту. Тако се варијанте у секвенци ДНК преводе у RFLP и могу се разликовати на агарозном гелу (Saiki *et al.*, 1985).

Основне карактеристике ензима коришћеног у анализи rs1799983 се налазе у табели 4, док се састав смеше за рестрикциону дигестију налази у табели 5.

Табела 4: Карактеристике рестрикционог ензима коришћеног за дигестију PCR продуката

Ензим	Генетичка варијанта	Секвенца коју ензим препознаје ^а	Темп (°C)	Дужина RFLP	Произвођач
MboI	rs1799983 (G/T)	5'-GATC-3' 3'-CTAG-5'	37	119 i 87 bp	Fermentas

^а алелска варијанта која креира место рестрикције приказана је подебљаним словима.

Табела 5: Састав смеше за генотипизацију генетичке варијанте rs1799983 методом RFLP

Компоненте	Основна концентрација	Финална концентрација	Запремина (µl)
NEB пуфер 1 (Fermentas)	10 x	1 x	1.5
MboI	10 U/µl	1 U/15 µl	0.1
PCR rs1799983	/	/	10
Дејонизована вода (Re)	/	/	3.4
Укупно			15

Ензимска дигестија PCR продуката је проверавана електрофорезом у 3% агарозном гелу (према раније описаној процедури).

PCR продукти, који су даље коришћени у припреми за аутоматско секвенцирање капиларном електрофорезом, пречишћени су коришћењем кита за пречишћавање *Qia Quick PCR Purification Kit (Qiagen, GmbH, Хилден, Немачка)*.

Протокол за пречишћавање PCR продуката подразумева следеће:

- 1) у колоницу за пречишћавање додавано је 50 µl PCR продуката и пет пута већа запремина РВИ пуфера;
- 2) ако је боја добијеног раствора била наранџаста или љубичаста (што је показатељ рН > 7.5), додавано је 10 µl 3М Na-ацетата због снижавања рН (ефикасност пречишћавања је највећа када је рН ≤ 7.5);
- 3) садржај је центрифугиран један минут на 13 000 rpm (22–25°C);
- 4) после прањјења колектора у колоницу је додавано 600 µl PE пуфера;
- 5) садржај је центрифугиран један минут на 13 000 rpm;
- 6) ДНК с мембране колонице је елуирана с 50 µl дејонизоване воде (*Nuclease-Free Water, Qiagen, Хилден, Немачка*);
- 7) након инкубације на собној температури у трајању од пет минута, садржај је центрифугиран један минут на 13 000 rpm;
- 8) колонице су одбациване, а микротубе инкубиране три минута на 72°C;
- 9) пречишћени PCR продукти чувани су на температури од 4°C.

Пречишћени PCR продукти анализирани су у 2% агарозном гелу (према раније описаној процедури).

Припрема пречишћених продуката за аутоматско секвенцирање је вршена коришћењем кита Big Dye Terminator V1.1 Cycle Sequencing Kit (*Applied Biosystems*, Фостер Сити, Калифорнија, САД) и одговарајућег прајмера. Коришћени реагенси су дати у табели 6, а реакција секвенцирања је вршена у машини Veriti™ Thermal Cycler (*Applied Biosystems*, Фостер Сити, Калифорнија, САД). Температурни профил реакције је приказан у табели 7.

Табела 6: Компоненте за припрему пречишћених PCR продуката за аутоматско секвенцирање

Компоненте	Запремина (µl)
ВДТ	2
PCR продукт	1
Одговарајући прајмер	0,8
Дејонизована вода	1,2
Укупно	5

Табела 7: Температурни профил реакције секвенцирања

1 x	30 x	1 x
96°C/1 мин	96°C/10s 50°C/5s 60°C/4 мин	4°C/∞

Продукти реакције секвенцирања су пречишћавање с циљем уклањања слободних флуоресцентно обележених ddNTP-ова. Коришћена је метода преципитације фрагмената ДНК помоћу етанола и EDTA. Пречишћени продукти реакције секвенцирања су растварани у Hi-Di™ формаמידу, који снижава тачку топљења молекула ДНК и на тај начин олакшава њихову денатурацију (Wallis, Morrell, 2011).

Протокол за преципитацију фрагмената ДНК подразумева следеће:

- 1) у смешу након реакције секвенцирања је додавано 5 µl 125 mM EDTA,
- 2) додавано је 60 µl 95% етанола;
- 3) смеша је инкубирана на собној температури петнаест минута;
- 4) узорци су центрифугирани на 6000 rpm тридесет минута на температури од 4°C, а супернатант је одливан;
- 5) додавано је 60 µl 70% етанола;
- 6) узорци су центрифугирани на 5 000 rpm петнаест минута на температури од 4°C, а супернатант је одливан;
- 7) талог је сушен два минута на температури од 90°C;
- 8) талогу је додавано 15 µl Hi-Di™ формамида (*Applied Biosystems*, Фостер Сити, Калифорнија, САД), након чега је кратко вортексован.

Секвенцирани фрагменти ДНК су раздвајани капиларном гел-електрофорезом у аутоматском секвенатору. Употреба тог система је омогућила раздвајање продуката реакције секвенцирања с уграђеним флуоресцентно обележеним ddNTP-ом капиларном електрофорезом, као и дискриминацију ддНТП ddNTP-ова у оквиру фрагмената ДНК побуђивањем флуоресценције боја помоћу ласера и детекције таласне дужине емитоване светлости. Детектовани сигнали су превођени помоћу хемометријског алгоритма у електрофореграме и складиштени у меморији рачунара у дигиталном облику.

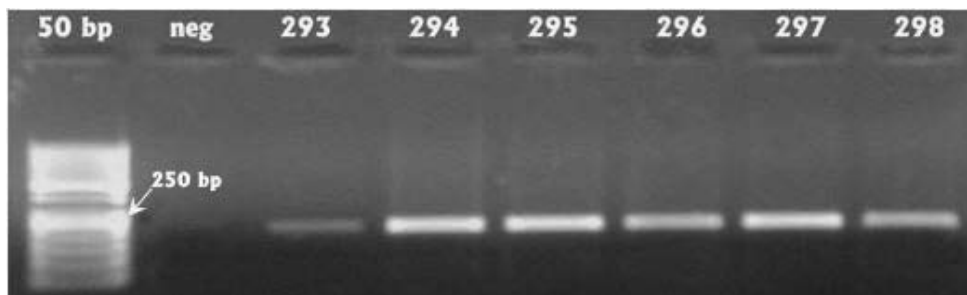
Узорци за капиларну електрофорезу су припремани према следећем протоколу:

- 1) у бунариће на плочи с 96 бунарића (*MicroAmp™ Optical 96-Well Reaction Plate, Applied Biosystems*, Фостер Сити, Калифорнија, САД) наливано је по 10 ml пречишћених продуката реакције секвенцирања растворених у формаиду;
- 2) узорци су денатурисани инкубирањем плоче на температури од 95°C током пет минута;
- 3) плоча је хлађена стављањем на лед неколико минута;
- 4) плоча је стављана у аутоматски секвенатор и креиран је документ који одговара плочи помоћу софтвера *GeneMapper (Applied Biosystems*, Фостер Сити, Калифорнија, САД);
- 5) капиларна електрофореза је извођена у аутоматском секвенатору ABI PRISM[®] 310 *Genetic Analyzer (Applied Biosystems*, Фостер Сити, Калифорнија, САД) у капилари дужине 36 цм, која је испуњена полимером POP4 (*Performance Optimized Polymer™-4, Applied Biosystems*, Фостер Сити, Калифорнија, САД). Услови за капиларну електрофорезу су подразумевали ињектирање узорка у трајању од десет секунди при напону од 1,2 kV и електрофоретско раздвајање фрагмената ДНК при напону од 15 kV и температури од 55°C током 1.700 секунди.

Дигитални записи аутоматског читавања секвенци током капиларне електрофорезе су обрађивани коришћењем софтвера *Sequencing Analysis v5.2 (Applied Biosystems*, Фостер Сити, Калифорнија, САД) и *BioEdit Sequence Alignment Editor (Ibis Biosciences*, Абот Парк, Илиноис, САД). Добијене секвенце ДНК су упоређиване с референтним секвенцама употребом програма из фамилије програма BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*, BLAST), који се користи за поређења нуклеотидних секвенци.

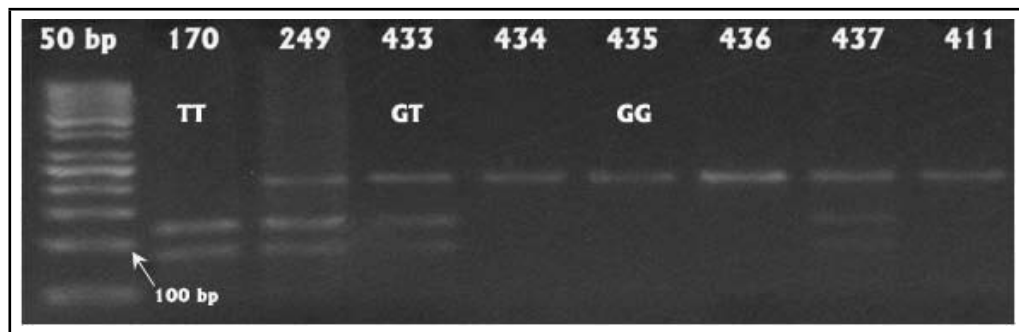
3. Резултати

Специфичност амплификације PCR фрагмената молекула ДНК који окружују испитивану генетичку варијанту rs1799983 (слика 1) проверавана је електрофорезом у 2% агарозном гелу. Присуство једне дискретне траке очекиване дужине је указивало на специфичну амплификацију жељеног фрагмента молекула ДНК.



Слика 1: Провера успешности амплификације PCR фрагмента који окружује генетичку варијанту rs1799983 електрофорезом у 2% агарозном гелу бојеном EtBr (0.5µg/ml) – ознаком 50 bp је означен стандард за дужину фрагмената ДНК GeneRuler 50 bp, бројевима од 293 до 298 су обележени узорци амплификованих фрагмената ДНК, а neg је негативна контрола. Очекивана дужина умножених фрагмената молекула ДНК износила је 206 bp.

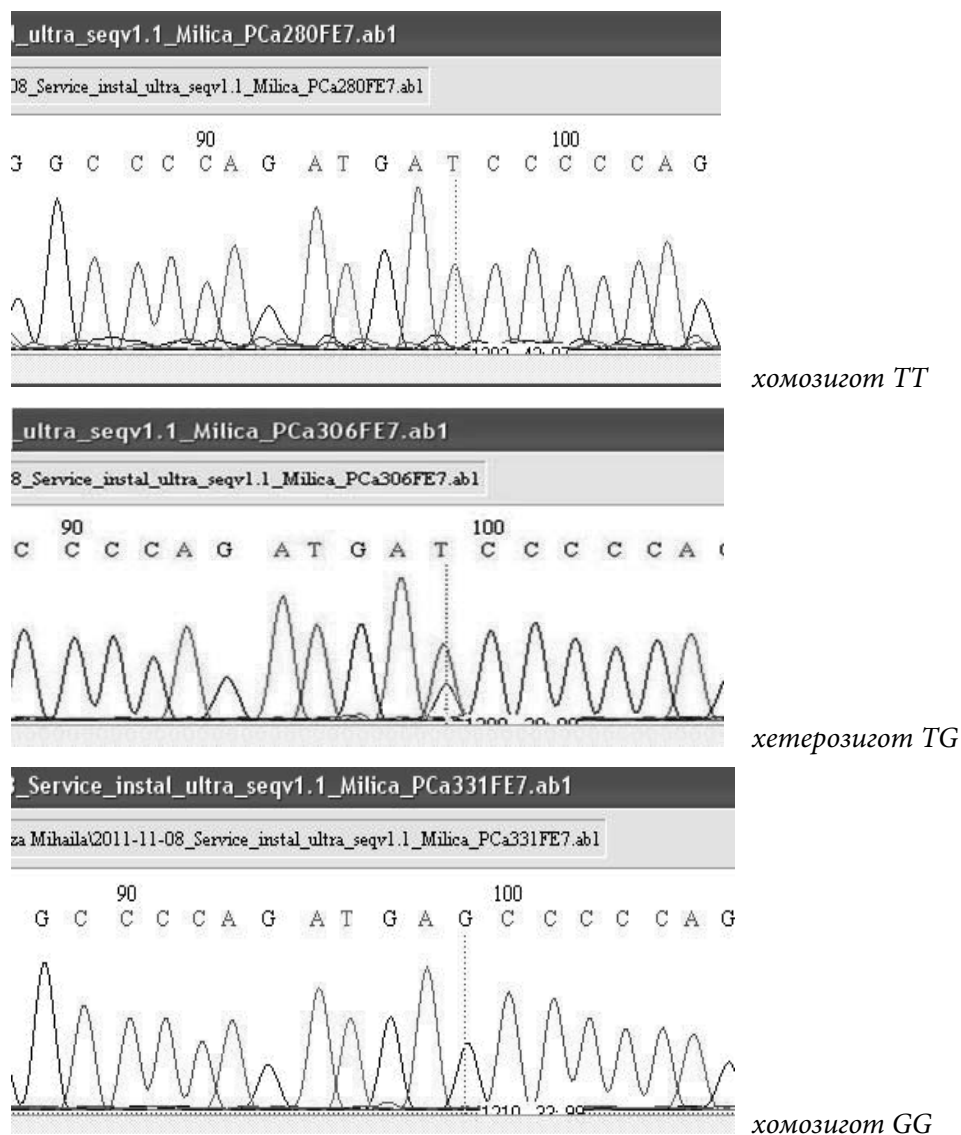
Генотипизација генетичке варијанте rs1799983 (слика 2) вршена је методом RFLP. Резултати методе RFLP су анализирани у 3% агарозном гелу.



Слика 2: Фрагменти добијени рестрикционом дигестијом сегмента ДНК који обухвата присуство две траке величине 119 bp и 87 bp (узорак 170), генетичку варијанту rs1799983 (ознаком 50 bp је означен стандард за дужину фрагмената ДНК GeneRuler 50 bp, а бројеви од 170 до 411 су ознаке узорака). Методом RFLP: хомозиготи GG су детектовани присуством траке величине 206 bp (узорци 411, 434, 435 и 436); хетерозиготи TG су детектовани присуством три траке величине 206 bp, 119 bp и 87 bp (узорци 249, 433 и 437); хомозигот TT је детектован присуством две траке величине 119 bp и 87 bp (узорак 170).

Током експеримента је анализирано 400 узорака ДНК. Генотипизација је извршена за све узорке, али је због лошег квалитета добијене ДНК, процес понављан за 27 анализираних узорака (6,75%).

Истовремено, аутоматским секвенцирањем су проверавани резултати генотипизације генетичке варијанте rs1799983 (слика 3), добијени коришћењем методе RFLP. Том методом је анализирано 27 узорака, код којих је генотипизација методом RFLP извршена понављањем, као и 23 насумично изабрана узорка.



Слика 3: Електрофореграм секвенце молекула ДНК који окружује генетичку варијанту rs179983 (испрекиданом линијом је обележена испитивана генетичка варијанта)

Само за један од 50 узорака анализираних методом аутоматског секвенцирања било је потребно поновити анализу (2%).

4. Дискусија

Прва мапирања генских локуса повезаних с развојем болести човека анализом везаности (*Linkage studies*) вршена су методом RFLP (Botstein, White, Skolnick, Davis, 1980).

Та метода се састоји од неколико одвојених корака: дизајн прајмера, идентификација одговарајућег рестрикционог ензима, PCR, третирање производа амплификације ендонуклеазом и електрофореза за раздвајање добијених фрагмената.

Дизајн експеримента је врло једноставан, а за одабир прајмера и одговарајућег рестрикционог ензима могуће је користити неке од програма бесплатно доступних на интернету (на пример, SNP Cutter) (Zhang, Zhu, Zhu, Nguyen, Yao, Xia, Liang, Liu, 2005). Метода RFLP не захтева употребу напредних апарата, већ се може извести у веома скромно опремљеним лабораторијама што, самим тим, смањује трошкове генотипизације.

Непостојање ендонуклеазе која ће препознати сваку жељену секвенцу и, у оквиру ње, генетичку варијанту од интереса представља главни недостатак те методе. Такође, при одабиру рестрикционог ензима мора се водити рачуна о томе да у анализираном фрагменту не постоји још неко рестрикционо место. Истовремена анализа великог броја различитих SNP-ова методом RFLP није погодна, због тога што је тешко ускладити оптималне температуре и рН на којима делују различите ендонуклеазе (Rasmussen, 2012).

Анализа резултата електрофорезом на агарозном гелу има неколико недостатака. Поред тога што је за њено извођење потребно доста времена, ниска резолуција агарозних гелова може отежати генотипизацију фрагмената који се разликују за свега неколико базних парова (Rasmussen, 2012).

Године 1975. Сангер је осмислио прву методу за секвенцирање молекула ДНК (Sanger, Coulson, 1975). Откриће термостабилних полимераза ДНК и методе ланчане реакције полимеразе (PCR) довело је и до модификације Сангерове методе (Bevan, Rapley, Walker, 1992). Аутоматизација процеса је значајно смањила грешке у одређивању редоследа нуклеотида. Када је потребна истовремена анализа великог броја различитих SNP-ова у оквиру једног фрагмента ДНК, аутоматско секвенцирање представља методу избора. Савремени апарати омогућавају истовремену анализу већег броја узорака, што драстично повећава продуктивност.

Резултати генотипизације добијени методом аутоматског секвенцирања потврдили су резултате добијене методом RFLP. Мањи проценат поновљених узорака указује на већу осетљивост те методе, што је њена највећа предност.

5. Закључак

Метода RFLP, због једноставног дизајна експеримента и због тога што не захтева савремену опрему, може се применити у лабораторији за веома кратко време, али је само извођење експеримента дуготрајан процес, што је чини погодном за анализу малог броја узорака.

Предности методе аутоматског секвенцирања у односу на методу RFLP су бржи поступак, већа осетљивост, објективније читавање резултата, као и могућност детекције других генетичких варијанти у оквиру анализираних секвенци.

Литература

1. Bevan, I. S., Rapley, R., Walker, M. R. (1992). Sequencing of PCR-amplified DNA. *PCR Methods and Applications*, 1(4), 222–8.
2. Botstein, D., White, R. L., Skolnick, M., Davis, R. W. (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *The American Journal of Human Genetics*, 32(3), 314–31.
3. Brajušković, G. (2012). *Molekularna biologija 2*. Beograd: Savremena administracija.
4. Wallis, Y., Morrell, N. (2011). Automated DNA Sequencing. In B. D. M. Theophilus, R. Rapley (Eds.), *PCR Mutation Detection Protocols* (pp. 173–85). New Jersey: Humana Press.
5. Wilcox, J. N., Subramanian, R. R., Sundell, C. L., Tracey, W. R., Pollock, J. S., Harrison, D. G., Marsden, P. A. (1997). Expression of multiple isoforms of nitric oxide synthase in normal and atherosclerotic vessels. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 17(11), 2479–88.
6. Grande, M., Carlström, K., Stege, R., Pousette, A., Faxén, M. (2000). Estrogens increase the endothelial nitric oxide synthase (ecNOS) mRNA level in LNCaP human prostate carcinoma cells. *The Prostate*, 45(3), 232–7.
7. Zintzaras, E., Grammatikou, M., Kitsios, G. D., Doxani, C., Zdoukopoulos, N., Papandreou, C., Patrikidou, A. (2010). Polymorphisms of the endothelial nitric oxide synthase gene in breast cancer: a genetic association study and meta-analysis. *Journal of Human Genetics*, 55(11), 743–8.
8. Zhang, R., Zhu, Z., Zhu, H., Nguyen, T., Yao, F., Xia, K., Liang, D., Liu, C. (2005). SNP Cutter: a comprehensive tool for SNP PCR-RFLP assay design. *Nucleic Acids Research*, 33, W489–92.
9. Medeiros, R. M., Morais, A., Vasconcelos, A., Costa, S., Pinto, D., Oliveira, J., Ferreira, P., Lopes, C. (2002). Outcome in prostate cancer: association with endothelial nitric oxide synthase Glu-Asp298 polymorphism at exon 7. *Clinical Cancer Research*, 8(11), 3433–7.
10. Niu, W., Qi, Y. (2011). An updated meta-analysis of endothelial nitric oxide synthase gene: three well-characterized polymorphisms with hypertension. *PLoS One*, 6(9), e24266.
11. Rasmussen, H. B. (2012). Restriction Fragment Length Polymorphism Analysis of PCR-Amplified Fragments (PCR-RFLP) and Gel Electrophoresis – Valuable Tool for Genotyping and Genetic Fingerprinting. In S. Magdeldin (Ed.), *Gel Electrophoresis: Principles and Basics* (pp. 315–34). Rijeka: InTech.
12. Risch, N., Merikangas, K. (1996). The future of genetic studies of complex human diseases. *Science*, 273(5281), 1516–7.

13. Romac, S., Vukosavić S., Stojković, O., Čuljković, B. (1999). Osnovni principi PCR metode. In S. Romac, S. Vukosavić, O. Stojković, B. Čuljković (Eds.), *PCR u kliničkoj dijagnostici* (str. 9–27). Beograd: Biološki fakultet.
14. Saiki, R. K., Scharf, S., Faloona, F., Mullis, K. B., Horn, G. T., Erlich, H. A., Arnheim, N. (1985). Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. *Science*, 230(4732), 1350–4.
15. Sambrook, J., Russel, D. W. (2001). Gel Electrophoresis of DNA and Pulsed Field Agarose Gel Electrophoresis. In J. Sambrook, D. W. Russel (Eds.), *Molecular Cloning: a laboratory manual* (pp. 5.1–5.17). New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
16. Sanger, F., Coulson, A. R. (1975). A rapid method for determining sequences in DNA by primed synthesis with DNA polymerase. *Journal of Molecular Biology*, 94(3), 441–8.
17. Safarinejad, M. R., Shafiei, N., Safarinejad, S. (2010). The role of endothelial nitric oxide synthase (eNOS) T-786C, G894T, and 4a/b gene polymorphisms in the risk of idiopathic male infertility. *Molecular Reproduction and Development*, 77(8), 720–7.
18. Surdhar, G. K. (2002). Cycle sequencing of PCR products. In B. D. M. Theophilus, R. Rapley (Eds.), *PCR Mutation Detection Protocols* (pp. 65–72). New Jersey: Humana Press.
19. Tesauro, M., Thompson, W. C., Rogliani, P., Qi, L., Chaudhary, P. P., Moss, J. (2000). Intracellular processing of endothelial nitric oxide synthase isoforms associated with differences in severity of cardiopulmonary diseases: cleavage of proteins with aspartate vs. glutamate at position 298. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(6), 2832–5.
20. Förstermann, U., Boissel, J. P., Kleinert, H. (1998). Expressional control of the 'constitutive' isoforms of nitric oxide synthase (NOS I and NOS III). *The FASEB Journal*, 12(10), 773–90.
21. He, Y., Fan, Z., Zhang, J., Zhang, Q., Zheng, M., Li, Y., Zhang, D., Gu, S., Yang, H. (2011). Polymorphisms of eNOS gene are associated with diabetic nephropathy: a meta-analysis. *Mutagenesis*, 26(2), 339–49.
22. Chang, H. W., Yang, C. H., Chang, P. L., Vheng, Y. H., Chuang, L. Y. (2006). SNP-RFLPing: restriction enzyme mining for SNP in genomes. *BMC Genomics*, 7, 1–7.

ANALYSIS OF SINGLE NUCLEOTIDE POLYMORPHISM GENOTYPING USING RFLP AND AUTOMATED SEQUENCING METHODS

Summary: Single nucleotide polymorphism (SNP) represents a genetic variant of the polymorphism of a single nucleotide, which in the general population occurs with a frequency greater than 1%. Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) analysis is used to distinguish SNPs in homologous DNA sequences, resulting gain or loss of enzyme restriction site. Automated sequencing is an automatic process of chain termination sequencing method. Using RFLP method we analyzed 400 samples with 92.25% success rate. Automated sequencing method was used to analyze 50 samples, and success rate was 98%. The advantages of the automated sequencing in comparison to RFLP method is that it is faster, more sensitive, more objective, and it allows us possibility of detecting other genetic variants within the analyzed sequences.

Keywords: SNP, RFLP, automated sequencing, rs1799983.

II део
КРИВИЧНА ДЕЛА ВИСОКОТЕХНОЛОШКОГ КРИМИНАЛА

ПРИМЕНА АЛАТА „OBSERVEIT“ ЗА ОБЕЗБЕЂЕЊЕ ДОКАЗА

Драган Ранђеловић¹

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: У данашњем глобалном информатичком друштву у коме је информација главни ресурс и покретач развоја људског друштва, а информатичке технологије и знање база за развој и информатичке али и осталих високих технологија, појединац и организације су ослоњени добрим делом на Интернет мрежу, чиме су створене могућности за нове облике такозваног високотехнолошког криминала. Интернет је веома несигурно “место”, погодно за свакојако деловање различитих криминалаца због великог броја корисника на њему и своје отворености која је последица преноса пакетном комутацијом уз коришћење познатог ТСП/IP сета протокола.

Данас су све разноврснији и комплекснији малициозни програми раширени по целом Интернету и претња су сигурности рачунарском систему било да се ради о једном информационом систему, одређеној мрежи или појединачном рачунару. Истовремено се напредовањем информатичких технологија технологија стварају и услови за напредовање система за откривање починиоца високотехнолошких криминалних дела а са појавом дигиталне форензике, створени су услови и могућност за не само откривањем починиоца већ и сакупљањем адекватних доказа неопходних за судско процесуирање починиоца кривичних дела из ове области.

Да би сте се добро заштитили свој систем од напада, морате бити оспособљенији од нападача. У овом раду је дат опис радњи потребних за напад на рачунарски систем. Детаљно је описан један од алата за аудитинг и то ObserveIT који се као интерни аудитинг софтвер може користити и као форензички алат за обезбеђивање дигиталних доказа са рачунара као места кривичних догађаја дакле овај рад је посвећен проблематици документовања криминалне активности уз помоћ софтверског пакета за аудитинг на мрежи рачунара ObserveIT у циљу обезбеђивања доказа високотехнолошких кривичних дела које због своје специфичности значајно отежавају давање одговора на такозва-

¹ e-mail: dragan.randjelovic@kpa.edu.rs

на златна питања класичне криминалистике (шта ?, где ?, када ?, како ? и зашто се десило?, ко је извршилац ?, ...). Свакако да поред ObserveIT постоје и многи други скенери, аудитинг и уопште интернет менаџмент софтверски алати као нпр. InterGuard, BackTrack, Nsauditor, Nessus итд. али они нису предмет разматрања овог рада који се ограничава на компаративну анализу програма ObserveIT са једним од њих, InterGuard алатом.

Кључне речи: Интернет, ObserveIT, InterGuard, аудитинг, скенери, дигитална форензика, дигитални доказ.

1. Увод

Познато је у круговима како обичних корисника тако и професионалца у области безбедности рачунара, да се свакога дана откривају на десетине софтверских пропуста у рачунарским системима. Свакако је тешко пронаћи све рањиве системе а још теже постићи да сви они стално буду закрпљени на шта нападачи управо рачунају.

Ти сајбер криминалци у области високотехнолошког криминала користе знање које имају у упознавању жртве (Altheide, 2011; Randjelović, 2011), и затим неопходним корацима снимања система (енгл. footprinting), скенирања (енгл. scanning) и пописивања (енгл. enumeration) проналазе рањиве системе и информације да се одређени рачунар нападне (Tanenbaum, 2005), (Garrison, 2010). Уту сврху се често употребљава Google.

Наиме, Google ефикасно проналази податке на Web-у на чијим локацијама организације и корисници често остављају поверљиве податке и приказује их свакоме ко зна да постави одговарајући упит тако што његови роботи (GoogleBots) великом брзином стално претражују милијарде Web страница Интернета и самостално проналазе све што садржи свака задата хипервеза док им се другачије не нареди, што може са аспекта безбедности података бити јако опасно (Jones, 2003, Lazarević, 2000).

Такозвано хакерисање помоћу Google-а је само једна од метода која се користи у већ поменутој обавезујућој процедури упознавања зарад каснијег снимања, скенирања и пописивања рачунара жртве зато би сваки корисник рачунарског система требао обавезно да сам добро упозна сопствени систем и то пре нападача (Brown, 2010).

Дакле, потребно је обезбедити свакодневно надгледање догађаја на рачунарима у мрежи чиме се има увид у функционисање мреже, њених сервиса и корисника. Често се врши надгледање: сваке пријаве и одјаве корисника, креирање и брисање налога корисника, отворени портови, неуаторизованиа измена датотека или дозвола за њихову манипулацију, приступ мрежним сервисима. То упознавање и контрола свог система се може радити и такозваним интерним аудитингом као и одговарајућим пенетрацијским тестовима на сопствени рачунар. Постоји више софтверских алата (Ruth, 2004) који су на располагању у сврху аудитинга, скенирања и уопште мрежног менаџмента међу којима и BackTrack, Nsauditor,

InterGuard, Nessus² итд. а ми ћемо се у овом раду бавити једним од мрежних аудиторинг алата, ObserveIT и на компаративну анализу програма ObserveIT са једним од осталих, InterGuard алатом, између осталог и зато што се он може поред својих добрих особина које поседује као интернет менаџмент тј. аудиторинг и скенер алат, користити и као алат дигиталне форензике (Casey, 2004, Carvey, 2009, Jones, 2003, Randjelović, 2010) који обезбеђује валидне доказе за проналажење учиниоца кривичног дела и његово касније адекватно судско процесуирање и зато што се може добити бесплатно у основној варијанти.

2. Програм ObserveIT³

2.1. Основне карактеристике и компоненте програма

Програм ObserveIT служи за надгледање и детектовање активности на рачунару, прави серију слика екрана и идаје текстуални опис активности. ObserveIT прави индексе текстуалних информација и линкује их са сликама екрана. Откривена активност може да се понови уз помоћ серије слика екрана тако да се добије презентација слична филму. Функције програма ObserveIT су:

Ревизија људске активности - Ова ревизија прати где су се оператери кретали док су прелазили из апликације у апликацију. Он показује коју је апликацију укористио одређени корисник и коју операцију је обавио.

Дневник сервера- Сваки сервер који се надгледа има дневник који бележи активности свих корисника који су спроведени на серверу у видеоитекст формату. Ономогућава менаџерима да имају увид у најситније детаље.

ObserveIT Sticky Notes – Корисници могу да прикаче Sticky Note за екран апликације и информишу друге о својим идејама како да подесе и користе одређену апликацију. Идеални су за размену знања и стандардизацију конфигурације.

Праве информације о кориснику- Уникатна и брза метода идентификације корисника одваја Windows Login механизам од особе која стварно прави промене. Он даје драгоцене и тачне податке на основу активности корисника у реалном времену.

Извештаји- Напредно извештавање омогућава менаџеру да открије ко је улазио Registry Editor на основу корисника или апликација. Подаци могу бити филтрирани на основу ObserveIT корисника, Windows корисника, апликација, сервера и датума.

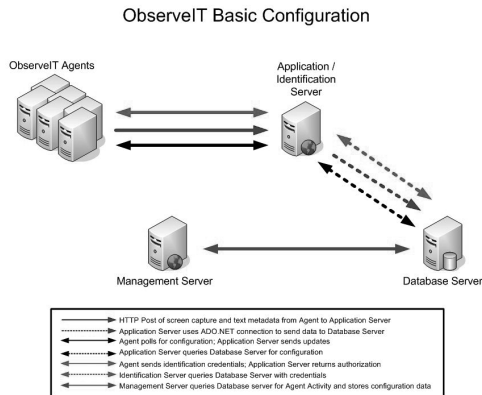
Интерактивна помоћ – Ова функција омогућава помоћ корисницима која се базира на екран апликације који је отворен. Може да покаже све тренутне и прошле видеозаписе за одређену фазу, демонстрира кораке конфигурације пре него што корисник треба да их изведе, али и нако њих.

² [http://en.wikipedia.org/wiki/Nessus_\(software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Nessus_(software))

³ <http://www.observeit.com/files/pdf/ObserveIT-Brochure.pdf>

Основне компоненте ObserveIT програма су:

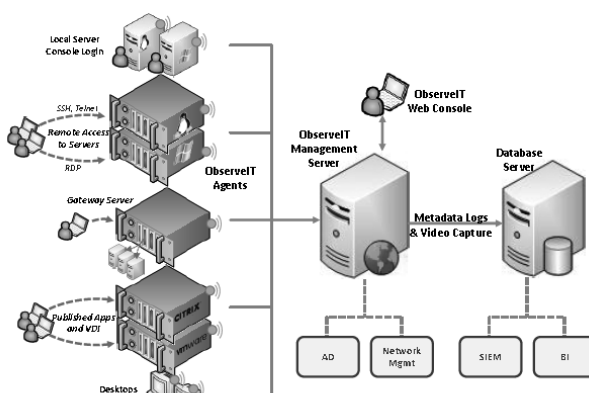
Свака радна станица или сервер која се прати користи ObserveIT Agent (Слика 1). Agent шаље информације о активности корисника ObserveIT Application/Identificaton серверу, где се анализира пре него што се ускладишти у ObserveIT Database серверу. ObserveIT Application/Identificaton сервер потврђује који корисник је активан на систему који се надгледа независно од Windows login account-а.



Слика 1: ObserveIT основна конфигурација

2.2. Архитектура ObserveIT ⁴

ObserveIT је софтверски базиран корисничка аудиторинг у коме нема фиксираних хардверских компонента и нпр. за Windows ObserveIT архитектура је дата на Слици 2.



Слика 2: Windows ObserveIT архитектура

⁴ <http://www.observeit.com/files/pdf/ObserveIT-Datasheet-TechnologyOverview.pdf>

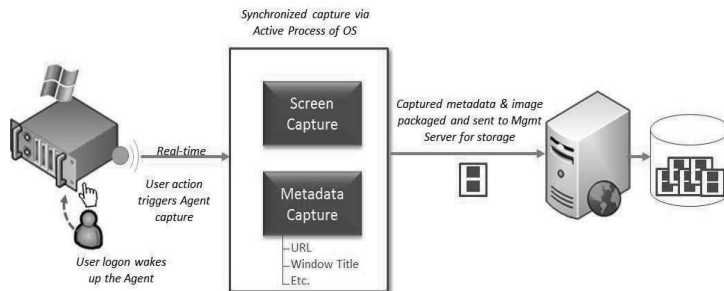
2.3. Windows ObserveIT agent

ObserveIT Windows Agent (Слика 3.) је у овом раду природни наставак разматрања у претходном потпоглављу описаног ObserveIT Windows и он је софтверска компонента која се инсталира на сваком Windows оперативним системом (сервер или десктоп) који желите да снимите. Може се инсталирати на било којој верзији Windows од WindowsXP Pro преко Windows8, Windows Сервер 2008 R2 (32 / 64 бит), и Windows 2012 .

Windows agent је корисник - мод извршан и везује се за сваку корисничку сесију. Чим се корисник улогује на сервер који је под мониторингом, agent се почиње снимање (на основу унапред утврђене политике за снимање) .

Када не постоји активна сесија корисника, agent је скривен и не троши меморију и процесорске ресурсе. Када се отвори корисникова сесија (тј. корисник се улогује на сервер), агент се покреће активностима корисника , као што су нпр. покретање тастатуре и миша.

Када се активира, агент обавља снимање екрана, истовремено снима текстуалне мета података онога што је видео на екрану (наслов прозора, име фајла, датум, време, име корисника, итд.). Снимак екрана и текстуални описни мета подаци су упаковани и послати на ObserveIT Management сервер на прераду и складиштење.



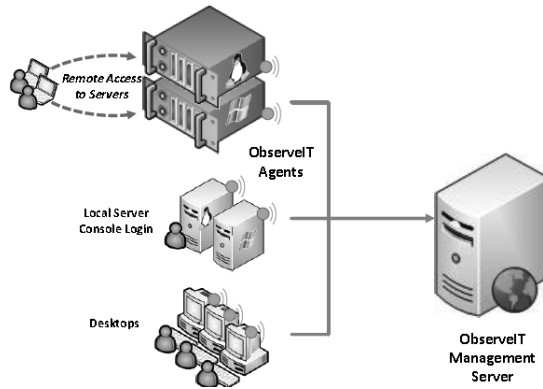
Слика 3: ObserveIT Windows агент архитектура

2.3.1. Сценарији размештања

ОбсервеИТ могу бити распоређени на неколико различитих начина, као што ће бити дато у овом потпоглављу. Различите методе се међусобно не искључују, омогућавајући хибридно распоређивање када је то потребно.

2.3.2. Standard Agent-базирано размештање (Servers and Desktops)

Стандардна метода распоређивања укључује распоређивање ObserveIT Agent на сваку машину да би се пратила. Agent је инсталиран на сваком рачунару који се прати, снима активност на машини и храни подацима (како видео снимцима тако и дневницима логовања) сервер за управљање (Слика 4.).

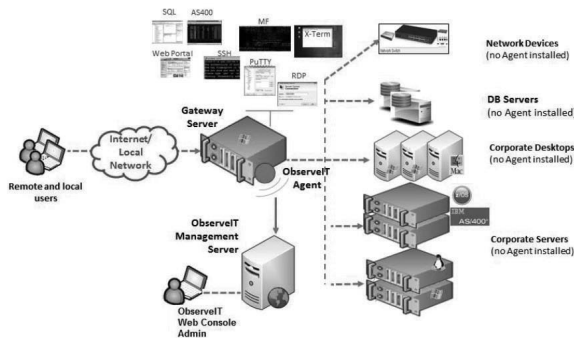


Слика 4: *ObserveIT Standard Agent-базирано размештање*

2.3.3. Jump Server Gateway

Jump Server (Terminal Server) Gateway распоређивање је идеално решење за пријављивљање свих корисничких промена конфигурације на удаљеним уређајима мреже: серверима, десктоповима и серверима база. У овој топологији, ObserveIT агент је распоређен само на gateway машини; само један агент је потребан за снимање свих сесија. Корисници се усмеравају преко gateway, и на тај начин ObserveIT и даље бележи све корисничке сесије у којима се корисник повезује на другу циљну машину преко RDP, SSH, или другог протокола. Клијентске апликације (као што су, Microsoft SQL Server Management Studio, претраживачи, итд) су предмет аудитинга са пуном текстуалном анализом метаподатака на gateway машини.

У овом распореду приказаном на Слици 5, ObserveIT не снима сесију било ког корисника у којој се корисник пријављује директно на циљну машину (преко пријављивања на локалној конзоли, или директно преко RDP/SSH и других протоколских прозора) која се не усмерава преко gateway. Обим заробљених текстуалних метаподатака је мањи од претходно описаног стандардног Агент распоређивања, због чињенице да ObserveIT агент на gateway машини нема приступ специфичним информацијама оперативног система о циљном рачунару (нпр., не може да види име датотеке отворен у прозору RDP протокола).

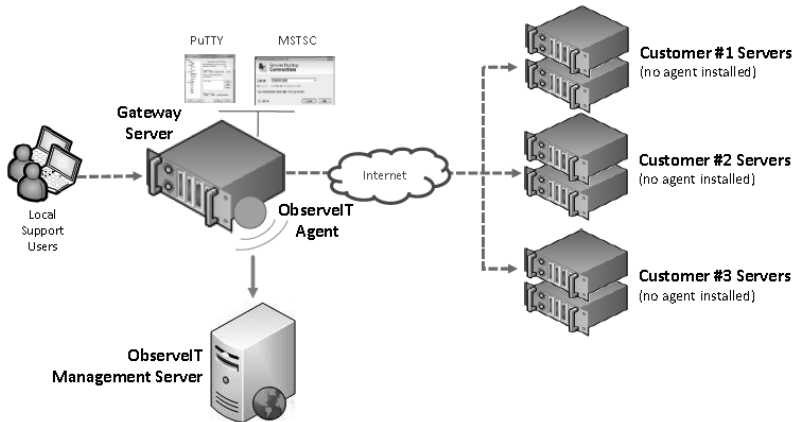


Слика 5: *ObserveIT Jump Server (Terminal Server) Gateway-базирано размештање*

2.3.4. Outbound Jump Server Gateway

The Jump Server Gateway горе описана топологија може да се користи за окружења у којима удаљеним корисницима треба да приступе више спољних ресурса (на пример, Managed Services Provider која треба да подржи више купаца и жели да сними и аудитинг свих радњи које врши запослени).

Топологија(Слика 6) је у суштини исти као за Jump Server Gateway, једина разлика је локација сваког ресурса (тј., терминал сервер није на истој мрежи као циљне машине).



Слика 6: ObserveIT Outbound Jump Server Gateway -базирано размештање

2.4. Инсталација ObserveIT

ObserveIT је софтверска апликација која се, како смо већ претходно навели састоји из четири основне компоненте:

- ObserveIT Agent,
- ObserveIT Application Server,
- ObserveIT Web Console,
- ObserveIT Database Server.

ObserveIT Agent се инсталира на сваком систему који се надгледа уз помоћ ObserveIT. Он се испоручује са стандардним .msi Windows Installer пакетом који може да се инсталира интерактивно или користећи софтверски пакет као што је Microsoft System Management Server. ObserveIT Application Server и Web Console ради као виртуелни директоријум у Microsoft Internet Information Server. Могу бити инсталирани на истом или одвојеној IIS платформи.

ObserveIT Database Server садржи две базе података у Microsoft SQL Server. И Application Server и Web Console ствара стандардну database конекцијуса SQL Server.

2.4.1. Потребне карактеристике за инсталацију

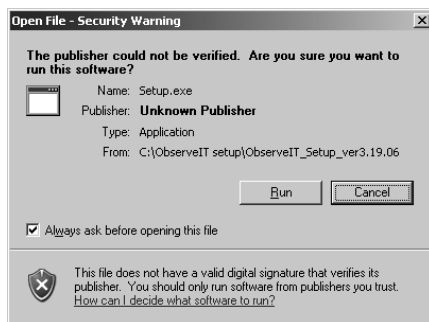
За инсталацију сваке компоненте ObserveIT програма потребно је да систем има следеће карактеристике:

- **Application Server:** Windows 2000/2003 Server, Internet Information Server (IIS), .NET Framework;
- **Web Console:** Windows 2000/2003 Server, Internet Information Server (IIS), .NET Framework;
- **Database server:** Windows 2000/2003 Server, SQL Server 2000/2005
- **Agent** Windows NT/2000/2003/XP, .NET Framework.

2.4.2. Процедура инсталације

“One click” инсталација

“One click” инсталација сеп репоручује када инсталирате све компоненте ObserveIT Server на једну платформу или ако инсталирате Web и Application Server на једну платформу и имате одвојене SQL Server платформе. Потребно је покренути setup.exe и одговорити “Yes” на упозорење за безбедност (Слика7).



Слика 7: “One click” инсталација

Појавиће се главни екран за инсталацију (Слика8).



Слика 8: Главни прозор “One click” инсталације

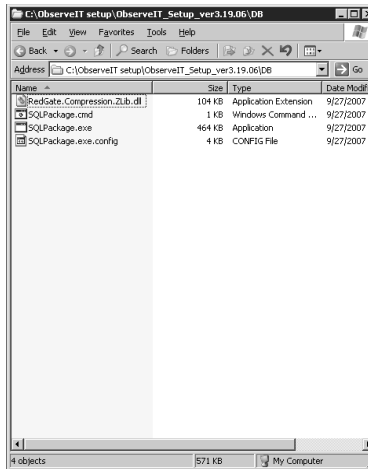
Потребно је потврдити да се слажете са условима коришћења и потврдите опцију „Install“ да би се отпочела инсталација. Како инсталација напредује, можете пратити у текстпрозору. Када је инсталација завршена, изаберите опцију „Exit“ да изађете из програма за инсталацију.

Custom инсталација

Код ове врсте инсталације свака компонента програма ObserveIT може посебно да се инсталира.

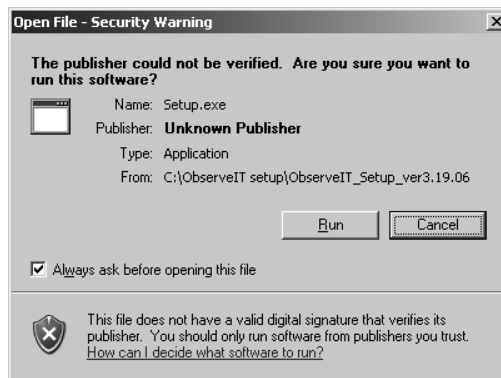
2.4.3. Инсталирање ObserveIT Database

Први корак у свакој ObserveIT инсталацији је прављење database структуре и да та базе корисник ObserveIT ће је користити да се конектује на databasu (Слика9). ObserveIT Database Installer, SQLPackage.exe су смештени у DB директоријуму.



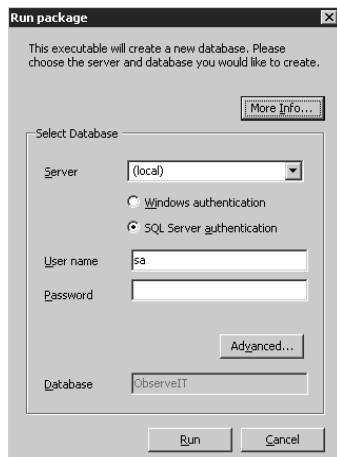
Слика 9: Custom инсталација

Након тога може се појавити сигурносно упозорење, где је потребно да се изабере опција „Run“ (Слика10).

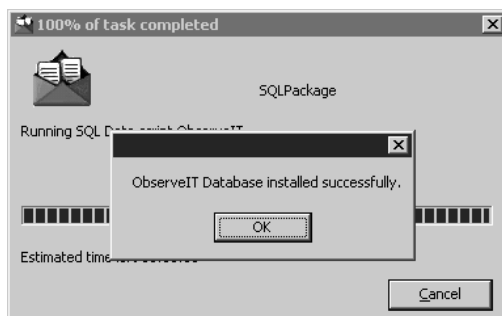


Слика 10: Custom инсталација - упозорење

На главном прозору за инсталацију треба изабрати SQL Server да се инсталира и одреди да ли да се користи Windows или SQL аутентификација да би се извршила инсталација. Ако користите SQL Server конзола, изаберите „(local)“ за име сервера (Слика11).



Слика 11: Custom инсталација SQL сервер аутентикација



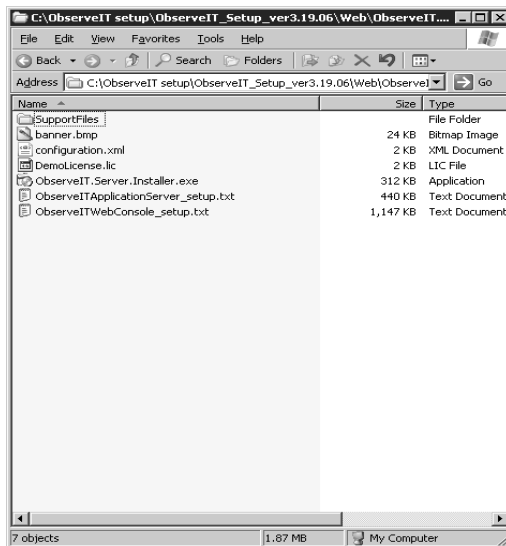
Слика 12: ObserveIT Database инсталација

Опција „More info...“ ће отворити нови дијалог прозор где се може видети који SQL скрипт ће се користити за инсталацију. Изаберите опцију Run да би започели инсталацију. Добићете поруку којом се верификује да је свака databasa инсталирана успешно (Слика12).

Овим сте завршили инсталирање SQL database и ObserveIT SQL корисника.

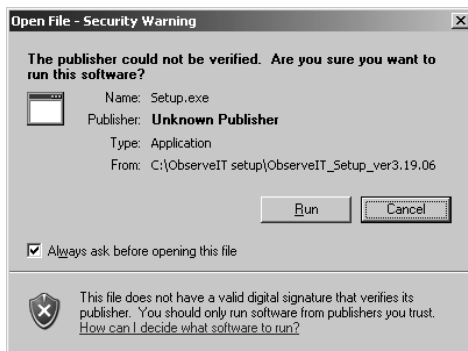
ObserveIT Web и Application Server инсталација

И Web Console и Application Server се инсталирају користећи исти installer који се налази у \Web\ObserveIT.Server.Installer који је креиран када су издвојени се ту пфајлови из архиве. Мора се вршити инсталација сваког сервера конзоле одређеног система. Ове две компоненте могу бити инсталиране у истом или различитом систему. Покрените ObserveIT.Server.Installer.exe да би почели (Слика13).



Слика 13: *ObserveIT.Server.Installer*

Може се појавити сигурносно упозорење. Избор „Run“ је за наставак (Слика14).



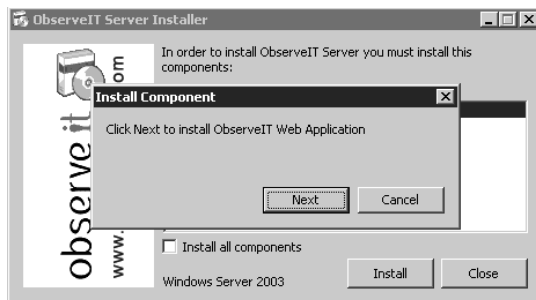
Слика 14: *Сигурносно упозорење ObserveIT.Server.Installer*

У следећем прозору треба изабрати и опцију Web Application и изабрати опцију „Install“ како је дато на Слици 15.



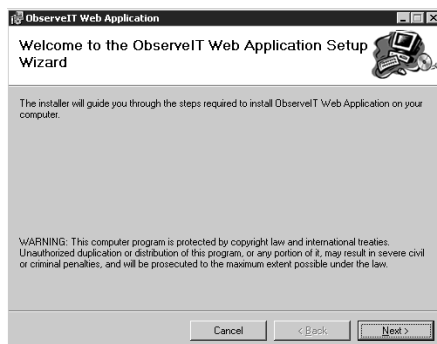
Слика 15: *Избор ObserveIT Web Application инсталација*

Појавиће се дијалог за потврду да сте изабрали ObserveIT Web Application. Изaberите „Next“ за наставак (Слика 16).



Слика 16: Потврда ObserveIT Web Application инсталације

Видећес еcranза ObserveIT Web Application Setup Wizard. Треба изабрати опцију „Next“ (Слика 17).



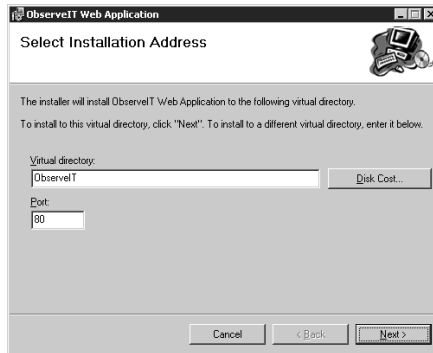
Слика 17: ObserveIT Web Application Setup Wizard

Унети име SQL сервера уз помоћ ObserveIT database и ObserveIT database корисника. Изабрати опцију „Next“ (Слика 18).



Слика 18: ObserveIT database име SQL сервера

Навести име Web Console и porti изабрати опцију „Next“ (Слика 19).



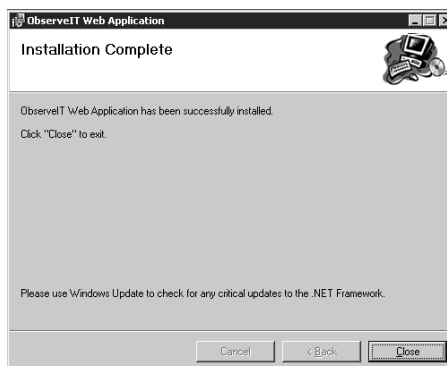
Слика 19: Избор порта

Потврдити да желите да инсталирате ObserveIT Web Application. Изаберите „Next“ да би се започело инсталирање фајлова са специфичном конфигурацијом (Слика20).



Слика 20: Потврда ObserveIT Web Application инсталације

Када се инсталација заврши, појавиће се прозор на коме је „Close“ излазак (Слика21).



Слика 21: Потврда завршетка инсталације

Application Server инсталација

И Web Console и Application Server се инсталирају користећи исти installer који се налази у \Web\ObserveIT.Server.Installer који је креиран када су издвојени setup фајлови из архиве. На главном екрану за инсталацију појавиће се листа расположивих сервера. Изабрати ObserveIT Application Server и изабрати Install. Појавиће се прозор који потврђује да је изабран ObserveIT Application Server где треба изабрати опцију „Next“ (Слика22).



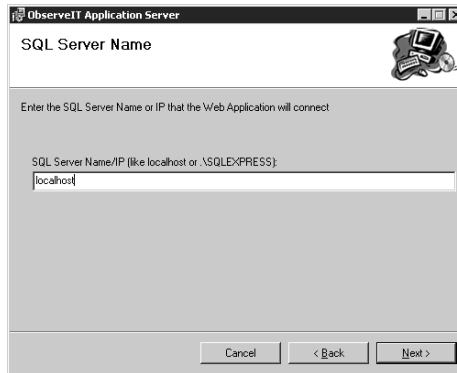
Слика 22: Прозор ObserveIT Application Server инсталације

Након тога појавиће се прозор ObserveIt Application Server Setup Wizard. Изабрати опцију „Next“ (Слика23).



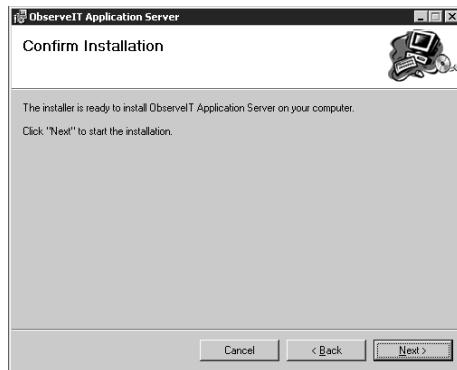
Слика 23: ObserveIt Application Server Setup Wizard

Потребно је унети име SQL Server са ObseveIT Database и ObserveIT database корисником. Изабрати опцију „Next“ (Слика 24).



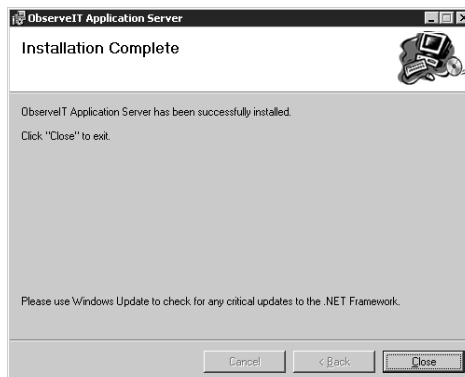
Слика 24: Унос имена SQL Server са ObserveIT Database

У следећем прозору потребно је потврдити инсталацију опцијом „Next“ (Слика 25).



Слика 25: Потврда инсталације

Када је инсталација завршена, појавиће се прозор, где треба изабрати опцију „Close“ (Слика 26).

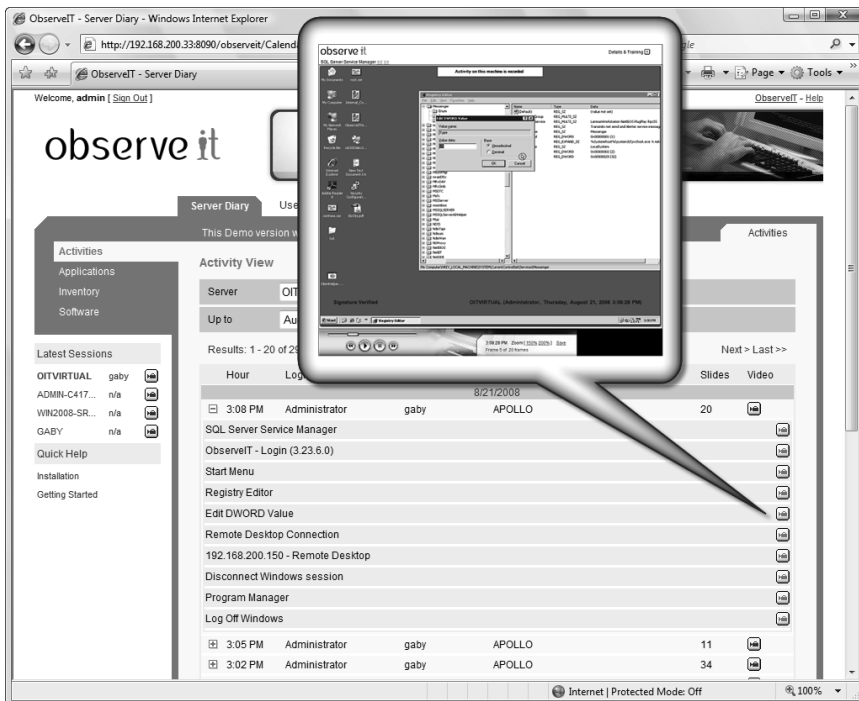


Слика 26: Потврда завршетка инсталације

2.5. Креирање упозорења са user accounts или accessed

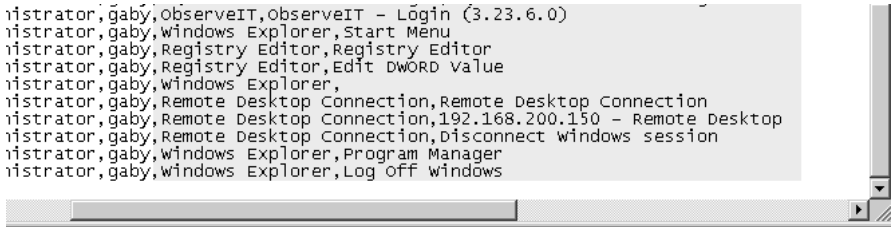
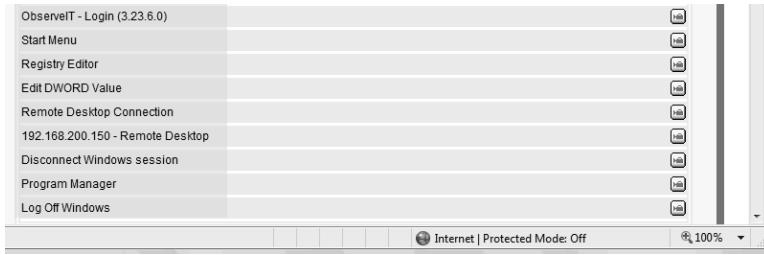
Када користите ObserveIT све акције корисника су забележене. Кад год се корисник улогује на сервер, било да је то локално или на другиначин, корисничке сесије се стварају и свака апликација коју отвори корисник, бележи се у тој сесији у потпуности. ObserveIT слика екран који види корисник и комбинацијом бројних снимака, ствара се идеоснимак.

Поред прављења слика екрана за сваку акцију корисника, ObserveIT сервери извлаче информације о стању оперативног система и коришћење апликације што омогућава ObserveIT за сервере да прецизно идентификује шта корисник ради у ваком моменту. Ови подаци се анализирају и кодирају у стандардизованом формату који се чувају у Database Server. Пошто се те информације чувају поред података који описију шта се види на екрану, може да се спроведе веома детаљнап ретрага целог подухвата (Слика 27).



Слика 27: ObserveIT информације о стању оперативног система и апликација

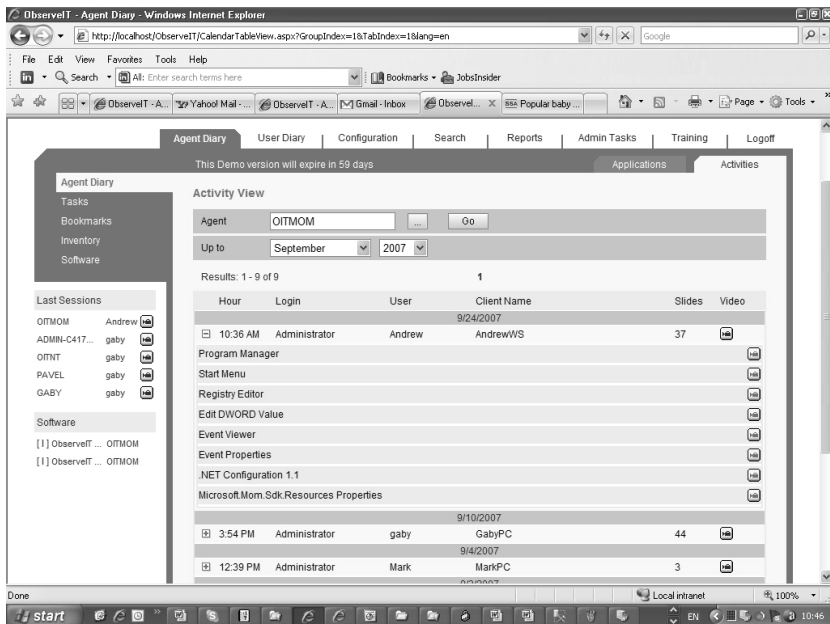
Друга могућност програма ObserveIT је способност да се прављења текстуалних логфајлова усврху надгледања (Слика 28). Ови фајлови сус мештени на хард-дискусервера.



Слика 28: ObserveIT текстуалне лог датотеке

2.6. Резиме сесије

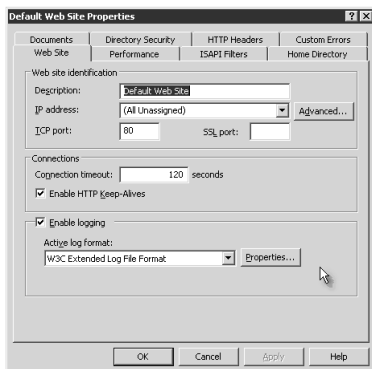
Metadata (метадаци) показују шта се тачно десило у свакој сесији (Слика 29). Није потребно оновити целу сесију да би се дошло до релевантних података. Снимање сваке акције омогућава да се понове само релевантне активности.



Слика 29: ObserveIT метадата сесије

2.7. Претрага на основу кључних речи

Показивач миша треба поставити на било који прозор апликација и притиснути тастер на тастаури F12 (Слика30).



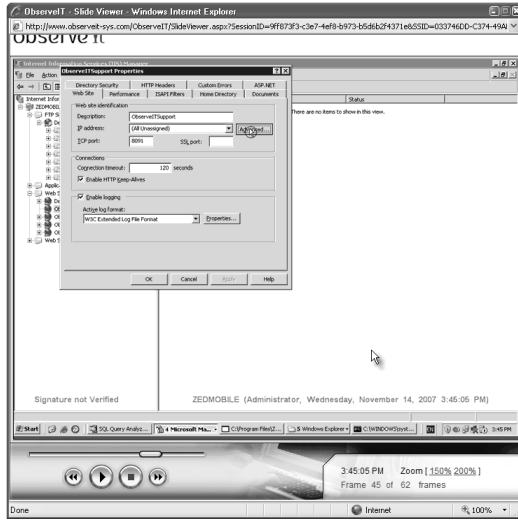
Слика30: Избор приказа сесија

У листи резултата појавиће се све сесије везане за одређену апликацију (Слика31).

Filter By	User Name	Login	Server	
Image	Description	Login Name	User Name	Server Name Date
	Administrator	gaby	ZEDMOBILE	12/31/2007
	Administrator	gaby	ZEDMOBILE	11/25/2007
	Administrator	anatoly	ZEDMOBILE	11/14/2007
	Administrator	anatoly	ZEDMOBILE	11/07/2007
	Administrator	gaby	ZEDMOBILE	10/28/2007
	Administrator	gaby	ZEDMOBILE	10/25/2007
	Administrator	gaby	ZEDMOBILE	10/24/2007
	Administrator	gaby	ZEDMOBILE	10/21/2007

Слика 31: Приказ свих сесија

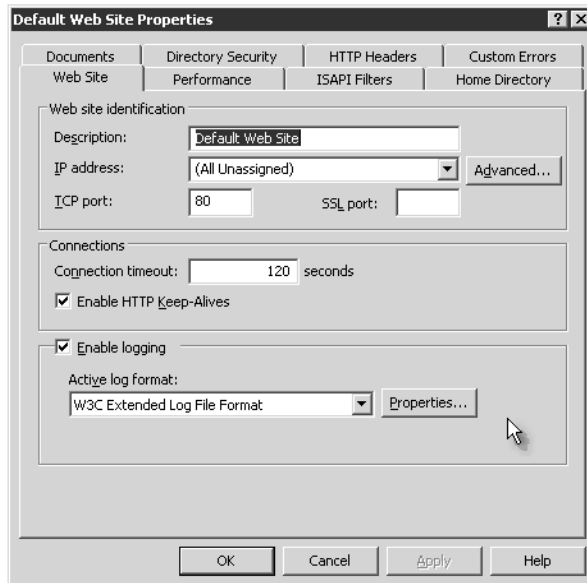
Изабрати било који фајл да би се поновила сесија или деосесија (Слика32).



Слика 32: Понављање дела или целе сесије изабраног фајла

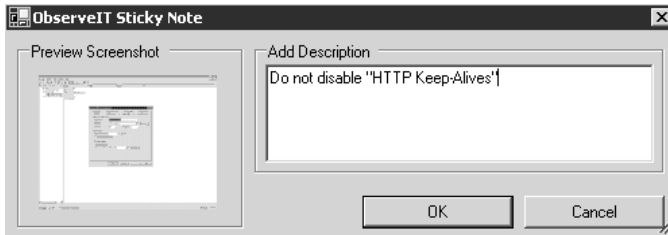
2.8. Sticky note коментари

Показивач миша поставити на било који прозор апликације и притиснути тастер на тастатури F11 (Слика33).



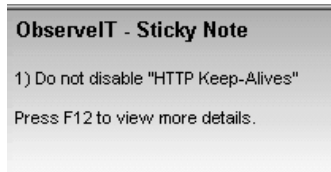
Слика 33: Припрема уноса StickyNote коментара

Откудати поруку која садржи препоруку из праксе (Слика 34).



Слика 34: Унос StickyNote коментара

Кад год корисник приступи апликацији, са било ког сервера или рачунара, моћиће да види поруку (Слика 35).



Слика 35: Приказ StickyNote коментара

3. Компарација ObserveIT и Interguard⁵

Могућности ObserveIT програма су евидентно мање од могућности програма BackTrack, Nsauditor и Nessus што се лако може утврдити простим увидом у садржаје сајтове свих ових поментух иначе бесплатних алата али предмет овог рада је ObserveIT и поређење са InterGuard програмом на основу њихових основних особина и функција.

InterGuard комерцијални програм прати и филтрира друге сајтовеи ограничава приступ небезбедних или непожељних апликација што помажемрежним менаџерима праћење појединачног корисника мреже у коју сврхуможе генерисати потребне фајлове и извештаје. InterGuard помаже IT менаџерима да елиминишу крађу поверљивих података заустављањем злоупотреба IP адреса, података о клијентима и другим поверљивим подацима. Овај софтвер за управљање Интернет саобраћајем омогућава да се спроведе и нека врста дигиталне форензике која обезбеђује дигиталне доказе о евентуалном постојању криминалног и недоличног понашању на надгледаној мрежи, а служи да открије и потенцијалне ризике скенирањем свих рачунара у мрежина местима где бораве поверљиве информације и тиме омогућава end-point security.

Дакле, на основу у раду датог детаљног описа програма ObserveIT и кратког концизног описа InterGuard мониторинг програма датог у овом поглављу рада, јасно је да су оба дизајнирани да снимају све што корисници везе на рачунарима у једној мрежи раде, као и да обезбеди централизовано праћење и извештавање.

⁵ <http://www.observeit.com/de-DE/Partners/PartnersPortal/market-analysis/ObserveIT-CompetitiveComparison-InterGuard.pdf>

Међутим, док је ObserveIT свеобухватан у смислу подржавања више платформи оперативног система, неограниченог броја рачунара које може да прати преко једне конзоле и поштовање прописа заједничких захтева, InterGuard се може разматрати само за употребу мањег броја рачунара у мрежи са једноставним потребама и искључиво за Windows програмску платформу а остале разлике се видеу подацима датим у табели 1.

Табела 1: *Поређење особина ObserveIT и InterGuard*

Особине екрана видео записа	ObserveIT	InterGuard
Може снимати видео свих активности на екрану	•	•
У реалном времену видео надзор живих сесија	•	x
Генерише резиме текста активност свих активности екрана	•	x
Кључна реч за претрагу може да лоцира видео фрејмове кроз све снимљене видео записе у систему преко имена апликација, УРЛ адреса , притисака на тастере, итд.	•	x
Преглед активности и резултати претраге су директно повезани са релевантним делом сваког снимљеног видеа.	•	x
Подржава снимања активности корисника када је без мрежне везе	•	•
Може снимати само појединачне снимке екрана на основу покретачке речи	x	•
Може да снима видео у боји или у нијансама сиве	•	x
Особине програма за снимање рада тастатуре	ObserveIT	InterGuard
Бележи све притисака корисника на тастере	•	•
Записује текстове који нису унети тастатуром (нпр. ауто-комплет, провере правописа, пречице тастера)	•	x
Снимак прозор/оквир акција мишем и тастатуром	•	x
Снима детаље садржаја измењене од кликова мишем у падајућој листи поља за потврду, кутијама, итд и имена свих кликнутих дугмади	•	x
Снима све команде прозора, чак и када су ушле преко тастера пречица	•	x
Записује Unix команде,и када се скрипт извршавају	•	x
Карактеристике екрана видео снимања	ObserveIT	InterGuard
Може снимати видео свих активности на екрану	•	•
У реалном времену видео надзор живих сесија	•	x
Генерише текстуални преглед активности свих активности на екрану	•	x
Кључна реч за претрагу може да лоцира видео фрејмове кроз све снимљене видео записе у систему преко имена апликација, УРЛ адреса , притисака на тастере, итд.	•	x
Преглед активности и резултати претраге су директно повезани са релевантним делом сваког снимљеног видеа.	•	x
Подржава снимање активности корисника када је без мрежне везе	•	•
Може снимати само појединачне снимке екрана на основу покретачке речи	x	•
Може да снима видео у боји или у нијансама сиве	•	x

Карактеристике безбедности, приватности, регулације усклађености	ObserveIT	InterGuard
Секундарна јединствена идентификација корисника приликом коришћења заједничких налога акредитива, укључујући Active Directory	•	x
Sign-on порука (са опционом обавезном потврдом корисника) да обелодани активност снимања	•	x
Опција да дозволи пријављивање само важећим бројем тикета из интегрисаног ИТ система тикета	•	x
Проактивна детекција крађе идентитета и узбуњивања	•	x
Опција приватности репродукције сесије 4-eyes (дуал лозинком)	•	x
Способност да закључа корисничку сесију у реалном времену са конзоле	•	x
Блокирање сајта дефинисаних у УРЛ црној листи	x	•

4. Закључак

Мреже, а посебно Интернет, представљају погодан тло за криминалне активности различите врсте у које спадају и оне из миљеа такозваног високо технолошког криминала који обухвата све криминалне радње везане и за друге високе технологије јер рачунарске мреже данас у информатичком друштву јесу обавезни део озбиљних информационалних система који су основа за развој свих високих технологија .

Свакодневно надгледање догађаја на рачунарима у мрежи, такозвани аудитинг, обезбеђује увид у функционисање мреже и мрежних сервиса као и свеукупно понашање корисника на мрежи и тиме сталну проверу стања сигурности и механизма заштите и истовремено мање или више документовано доказе за евентуалне криминалне радње који се могу користити у хватању починиоца тих дела као и каснијем добро аргументованом судском процесуирању.

Проучавањем програма ОбсервеИТ и његових могућности, препознати су неки битни аспекти заштите и безбедности мреже као и дигиталне форензике. Учили смо и да програм има мање могућности од нпр. BackTrack⁶ и Nsauditor⁷ и више него програмски алат InterGuard⁸, такође да су BackTrack и Nsauditor слободни за преузимање, ObserveIT слободан само у основној варијанти а InterGuard, иако најмањих могућности, комерцијалан програм.

ObserveIT има много корисника широм света што његове ауторе обавезује на стални развој и усавршавање па изласком нових верзија програма, треба да унесе многе промене које се тичу функционалности програма. На основу повратних информација од корисника, нове верзије ObserveIT доносе нове могућности и промене, које омогућавају администратору да има још бољу контролу, флексибилности прецизност када одређује конфигурацију различитих правила и извршења задатака. Креирање лог фајлова у реалном времену омогућава лаку интеграцију

6 <http://www.backtrack-linux.org/>

7 <http://www.nsauditor.com/>

8 <http://internet-management-software-review.toptenreviews.com/interguard-review.html>

са постојећом инфраструктуром за мониторинги узбуђивање и, коришћем Slide Viewer, понављање снимљених сесија је много једноставније.

На сајту <http://www.observeit.com> може се наћи више о овом програму.

Литература

1. Altheide, C., & Carvey, H. (2011). *Digital Forensics with Open Source Tools*. Massachusetts: Elsevier Inc.
2. Brown, L. T. (2010). *Computer Evidence: Collection and Preservation, Second Edition*. Boston: Course Technology.
3. Casey, E. (2004). *Digital Evidence and Computer Crime*. London: Academic Press.
4. Carvey, H. (2009). *Windows Forensics Analysis*. USA: Syngress Publishing, Inc.
5. Garrison, C. (2010). *Digital Forensics for Network, Internet, and Cloud Computing a forensic evidence guide for moving target and data*. USA: Elsevier Inc.
6. Jones, K. J., Shema, M., & Jonhson, B. C. (2003). *Antihackerski alati*. Čačak: Kompjuter Biblioteka.
7. Jones, K., Bejtlich, R., Curtis, W., & Rose, C. (2005). *Real Digital Forensics*. New York: Addison Wesley.
8. Lazarević, S. (2000). *Hakeri*. Beograd: Knjiga-komerc.
9. Randelović, D., & Bogdanović, T. (2010). *Alati za digitalnu forenziku*, NBP, 2, 25-47.
10. Randjelović, D., & Dorđević, V. (2011). *A TEST SAMPLE APPLICATION IDS OPEN SOURCE AND COMMERCIAL SOURCE*, NBP Vol. XIX, No. 3, pp. 45-65
11. Ruth, A., & Hudson, K. (2004). *Security +*, CET Computer Equipment and Trade.
12. Tanenbaum, A. (2005). *Računarske mreže*. Beograd: Mikro knjiga.
13. <http://www.observeit.com/files/pdf/ObserveIT-Datasheet-TechnologyOverview.pdf>
14. <http://www.observeit.com/files/pdf/ObserveIT-Brochure.pdf>
15. <http://www.backtrack-linux.org/>
16. <http://www.nsauditor.com/>
17. <http://internet-management-software-review.toptenreviews.com/interguard-review.html>
18. [http://en.wikipedia.org/wiki/Nessus_\(software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Nessus_(software))
19. <http://www.observeit.com/de-DE/Partners/PartnersPortal/market-analysis/ObserveIT-CompetitiveComparison-InterGuard.pdf>

APPLICATION TOOL “OBSERVEIT” PROVIDE EVIDENCE

Summary: In today’s global information society in which information is the main source and mobilizer development of human society while information technology and knowledge is the base for the development of the IT and other high technology, individual and organizations have relied good part on the Internet network, thus creating opportunities for new forms of so-called cyber crime. Internet is very unsafe “place”, perfect for all manner of activities of various criminals because of the large number of users on it, and its openness as a consequence of the transfer of packet switching using the well-known TCP / IP set of protocols.

Today, more diverse and more complex malicious programs disseminated throughout the internet and are a threat to the security computer system, whether it is a single information system, a certain network or individual computer. At the same time the advancement of information technology tools, are creating the conditions for advancing the system to detect the perpetrator of a high-tech criminal offense and with the advent of digital forensics, the conditions and the possibility of not only detecting the offender but also the collection of adequate evidence necessary for judicial prosecution of perpetrators of crimes in this area.

To be well protect your system from attack, you need to be better equipped from the attacker. In this paper are given actions necessary to attack the computer system. The paper describes a tool for auditing and that ObserveIT which besides the internal auditing software can also be used as a forensic tool for securing digital evidence from a computer as well as of criminal events. So this paper is dedicated to the problems of documenting criminal activities with the help of a software package for auditing on the computer network called Observe IT in order to provide evidence of high-tech crimes which because of its specificity significantly kill possibilities to give answers on the so-called golden questions of classical criminology (what?, where? when?, how and why it happened ?, who is the perpetrator? ...). Certainly the in addition to ObserverIT there are many other auditing software tools such as more famous BackTrack and Nsauditor but they are not the subject of discussion of this paper.

Keywords: Internet, auditing, ObserveIT, digital forensics, digital evidence.

ЗАШТИТА ВИДЉИВИХ И НЕВИДЉИВИХ ДИГИТАЛНИХ ДОКАЗА У ФОРЕНЗИЧКОЈ ИСТРАЗИ

Слободан Миладиновић¹

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: У раду је истакнут значај и утицај информационих технологија на све сегменте савременог друштва. Сагледан је значај дигиталне форензике у контексту све већег пораста сајбер криминала. Анализиране су заштита, прикупљање и коришћење тзв. осетљивих дигиталних доказа који се могу наћи на серверима или корисничким уређајима, а који су размењени интерном или екстерном комуникацијом преко локалне или јавне мреже за потребе форензичке истраге.

Кључне речи: осетљиви докази, дигитална форензика, сајбер криминал.

1. Увод

Форензика подразумева примену знања и технологија из различитих наука у решавању правних питања. Дигитална форензика је млада научна дисциплина која се бави идентификацијом, прикупљањем, чувањем и анализом дигиталних доказа као и њиховом презентацијом на суду. Она има своју техничку компоненту, односно алате у облику одговарајућег софтвера и хардвера, али и своју правну компоненту у смислу поштовања одређених принципа, правила и методологије. Неопходно је да одговорна лица која воде истрагу добро познају обе компоненте како би могла да обезбеде валидан дигитални доказ, прихватљив на суду.

Дигитални докази се могу налазити на различитим електронским уређајима (фото-апаратима, мобилним уређајима, системима за навигацију...). Како се дигитални докази не налазе искључиво на рачунарима, јасно је да ће интерес и потреба за дигиталном форензиком непрестано расти и да ће се она користити приликом истраге широког спектра криминалних радњи. Данас се свакодневна комуникација обавља скоро искључиво преко мобилних телефона, електронске поште, разних социјалних мрежа, веб-страница, форума и сл. Стога је јасно да дигитална форензика постаје незаобилазна и у истрагама класичног криминала. Треба рећи

¹ slobodan.miladinovic@kpa.edu.rs

да се дигитална форензика не користи само у сврхе криминалистичке истраге. Алата и методе специфичне за дигиталну форензику користе се и у сврху повратка изгубљених података код обичних корисника рачунара. Такође, користе се и у великим компанијама за заштиту рачунарских мрежа.

Закон којим се регулише област високотехнолошког криминала има пресудан утицај на рачунарску (дигиталну) форензику, јер садржи строга правила о прихватању прикупљених података као доказа. Нажалост, у нашој земљи прописи који регулишу ову област, још увек су у стању недоречености. Да би се прикупљене информације сматрале доказним материјалом, мора да се одржи висок ниво рада са рачунаром и подацима које користи. Свакодневни напредак технологије доводи до већег броја доказа и алата, што у неким случајевима може бити и лоше, јер докази нису јасни.

Рачунарска форензичка анализа разликује се од класичне форензичке анализе и обично је много сложенија. То је из разлога што су дигитални докази много рањивији од физичких и лицу које врши недозвољене радње је много лакше да уклони трагове свог деловања. Непажљиво или нестручно спровођење истраге, такође може довести до губитака кључних података. Дешава се да лица која нису директно укључена у процес форензичке истраге, већ помажу у откривању инцидента, непажњом или незнањем униште део драгоцених података. Методама дигиталне форензике могуће је пронаћи велике количине доказног материјала, обрисане или изгубљене податке у уобичајеном режиму рада уређаја, као и у случајевима намерног брисања истих. То се врши различитим алатима за обнављање података. Уколико тај поступак обавља стручно лице, докази се прихватају на суду и то лице може сведочити о њима. Као и код других криминалистичких истрага, форензичари морају да поштују строге процедуре како би се доказни материјали могли искористити у судском поступку (Računalna forenzika, NCERT-PUBDOC-2010-05-301).

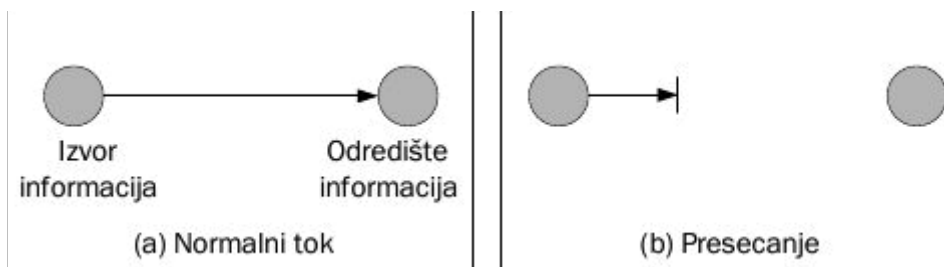
2. Напади и заштита осетљивих података

Са развојем интернет технологија и повећаним умрежавањем рачунарских мрежа расту напади и злоупотребе истих и крећу се од једноставних нарушавања регуларних сервиса, до сложених облика компјутерског криминала. Нападе могу изазвати малициозни програми који круже интернетом или непосредно хакери. Разлози за нападе су различити: од стицања финансијске и друге добити, до изазова, знатижеље, самодоказивања, крађе информација, шпијунаже, па и класичних непријатељских операција чији је циљ уништавање информационе инфраструктуре и друге информационе имовине. Ефикасна заштита, у смислу превенције, као и откривање и покретање поступака против извршилаца кривичних дела је отежано транснационалним карактером интернета. Основне карактеристике рачунарског криминалитета су да сам компјутер може бити објекат напада, и то обе његове компоненте – и хардвер и софтвер. Напад на те две компоненте остварује се на два начина. Прво, помоћу посебно створених рачунарских програма за злоупотребу других рачунара, рачунарских система и програма, а друго, помоћу посебно направљених уређаја са истом наменом.

Посебно опасни и штетни могу бити злонамерни рачунарски програми, тзв. „malware“ разних облика, који пошљаоцу омогућавају да приступи „зараженом“ компјутеру и тако стекне могућност коришћења тог компјутера по својој вољи, по правилу, без знања власника самог рачунара.

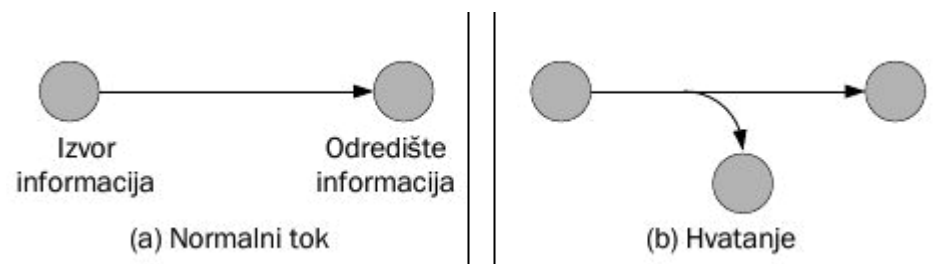
Постоје различите врсте напада, али се они уопштено могу поделити у четири основне категорије (Мачек, 2007):

- 1) Пресецање, којим се прекида ток информација, тј. онемогућава пружање неке услуге или функционисање неког система. Овакав напад је активан.



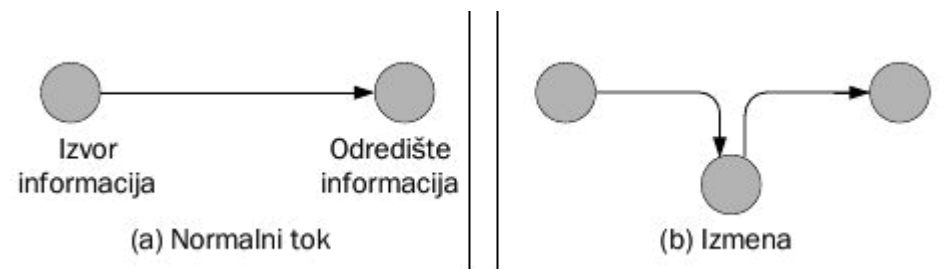
Слика 1: Пресецање

- 2) Пресретање, које представља напад на поверљивост. Оно може бити у пракси спроведено као прислушкивање саобраћаја, надзирање његовог интензитета, увид у осетљиве информације или слично. Као пасиван напад, тешко се открива јер не мења податке, тј. не утиче на унутрашње функционисање система. Овакав тип напада је често припремна фаза за неку другу врсту напада.



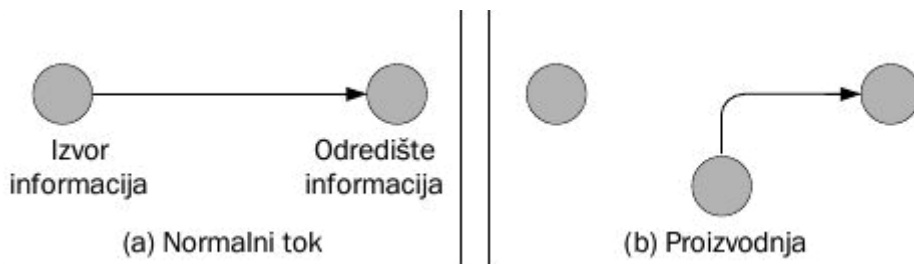
Слика 2: Пресретање

- 3) Измена, која представља напад на интегритет система. Овај напад се може обавити и унутар неког рачунарског система. Тада се ради о измени података, приступних права, начина функционисања програма или система и слично. Иако мења податке или систем, често остаје непримећен одређено време, због непажње или због сложених техника које се при овом нападу користе.



Слика 3: Измена

- 4) Фабриковање, представља напад на аутентичност система. Нападач изводи овај напад тако што ствара лажне податке, лажни саобраћај или издаје неовлашћене команде. Код овог напада често се користи и лажно представљање корисника, услуге, сервера, веб-странице или неког другог дела система.



Слика 4: Фабриковање

Анализом метода и поступака који се користе од стране хакера за напад на систем или мрежу, омогућава се правилан избор одбране од оваквих напада. Основни кораци напада могу се поделити у пет тачака (Мачек, 2007).

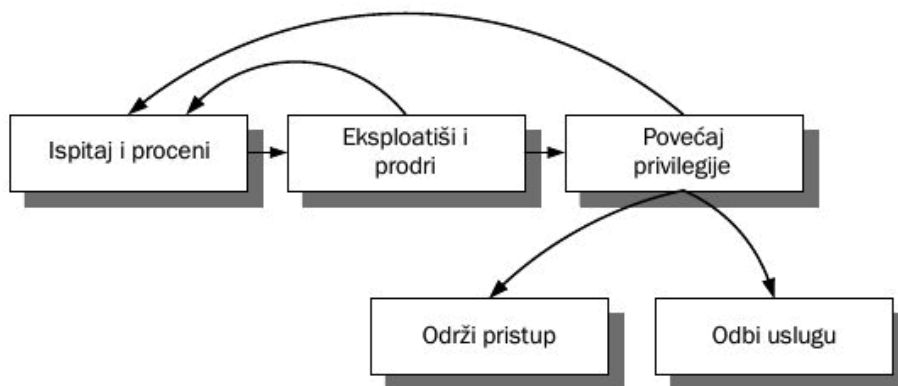
1) *Испитај и процени*. Први корак који нападач обично предузима јесте истраживање потенцијалне мете и идентификовање и процена њених карактеристика. Нападач користи информације прикупљене на овај начин како би направио план за почетни напад.

2) *Експлоатиши и продри*. Након што је истражио потенцијалну мету, нападач покушава да експлоатише рањивост и да продри у мрежу или систем. Ако су мрежа или умрежени рачунар (најчешће сервер) потпуно осигурани, апликација постаје следећа улазна тачка за нападача – најлакши начин да нападач упадне у систем јесте да користи исти улаз који користе и легитимни корисници. На пример, може се користити страница за пријављивање или страница која не захтева проверу идентитета.

3) *Повећај привилегије*. Након што нападач успе да угрози апликацију или мрежу, на пример, убацавањем кода у апликацију или успостављањем легитимне сесије на оперативном систему, одмах ће покушати да повећа своја права. Посебно ће покушати да преузме администраторске привилегије, тј. да уђе у групу корисника који имају сва права над системом. Дефинисање најмањег нужног скупа права и услуга који је неопходно обезбедити корисницима апликације је примарна одбрана против напада повећањем привилегија.

4) *Одржи приступ*. Када први пут успе да приступи систему, нападач предузима кораке да олакша будуће нападе и да прикрије трагове. Чест начин олакшавања будућих приступа јесте постављање програма са „задњим вратима“ (*back door*) или коришћење постојећих налога који нису строго заштићени. Прикривање трагова често укључује брисање дневничких датотека (*log files*) и скривање нападачевих алата. Анализа дневничких датотека често може открити ране знакове покушаја упада у систем, и то пре него што настане штета.

5) *Одбиј услугу*. Нападаци који не могу да приступе систему или рачунарској мрежи и да остваре свој циљ, често предузимају напад који проузрокује одбијање услуге (*Denial of Service attack – DoS*), како би спречили друге да користе апликацију. За друге нападаче, *DoS* напад је циљ од самог почетка.



Слика 5: Шема напада (Мачек, 2007)

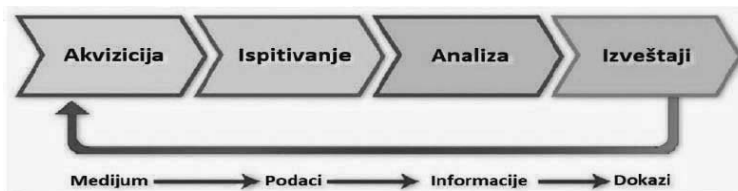
Да би се заштитили од оваквих напада користи се безбедносни механизам који треба да детектује и предупреди напад или да систем опорави од напада. Безбедносни механизми су решења, технологије, правила и процедуре које можемо уградити на систему. Ови механизми се мењају и унапређују увођењем нових технологија. Безбедност је процес одржавања прихватљивог нивоа ризика. Он се не може купити као производ или услуга, већ је то процес у коме се користе различити производи и услуге, процедуре и правила, као и други битни елементи као што су едукација, подизање свести и стално праћење стања у овој области.

3. Прикупљање и чување осетљивих података

Први потез по сазнању да је дошло до рачунарског безбедносног инцидента јесте прикупљање осетљивих података и њихова анализа ради планирања наредних корака у истрази и покушаја утврђивања даљег тока инцидента. Осетљиви подаци по правилу се чувају у меморији система, системским регистрима, кеш меморији, радној меморији и губе се уколико компјутер више није спојен на извор напајања, или се ресетује. Осетљиве податке би требало прикупити ако је примећена неуобичајена активност корисника, односно ако је повређено неко правило безбедности или добијено обавештење од стране заштитног зида или система за детекцију

упада у рачунарски систем ИДС-а. Да се осетљиви подаци не би изгубили, рачунар не треба да се искључи, јер постоје алати који омогућавају прикупљање осетљивих података са рачунара. Међутим, пракса показује да је прва реакција на информацију о безбедносном нападу искључење и осигурање рачунара.

Стални подаци се налазе на хард дисковима рачунара, као и осталим медијима за трајно или привремено чување и складиштење података (USB меморије, флеш картице, DVD и компакт дискови, екстерни тврди дискови). Када се зна да су радње и поступци везани за безбедносни инцидент рађени, онда се стални подаци налазе на за то уобичајеним местима за чување. Контаминацију сталних података је могуће избећи устаљеним и провереним методама и коришћењем проверених алата. Дигитална форензичка наука користи научно доказане методе за идентификацију, аквизицију (набавку), испитивање, анализу (доказивање) и извештавање као и документовање дигиталних података (Грубор *et al.*, 2009).



Слика 6: Процес дигиталне форензичке истраге

Аквизицијом сакупљени потенцијални дигитални докази представљају серије бајтова података са физичког чврстог диска (HD) рачунара или мрежног уређаја, узетих са најнижих апстрактних слојева рачунарског система. Да би се ови подаци могли интерпретирати, потребно их је превести тако да буду разумљиви и за људску интерпретацију. Поступак превођења врши се помоћу форензичких алата за превођење, кроз један или више слојева апстракције рачунарског система, све док бинарни подаци не постану разумљиви. Намена алата за дигиталну форензичку анализу је да тачно представи све податке на слоју апстракције и у формату које форензичар може ефективно користити за идентификацију доказа. Захтевани слој апстракције зависи од вештине форензичара и захтева истраге (Грубор *et al.*, 2009).

Код прикупљања осетљивих података, теже је избећи контаминацију, зато што коришћени алати и њихове процедуре могу променити датум и време приступа подацима, изазвати покретање злонамерних програма, или ресетовање рачунара. Приликом прикупљања података са рачунара који је у радном режиму, веома је битна хијерархија рањивости података, односно прво се морају прикупити подаци који се најбрже мењају, модификују или изгубе. Хијерархија делова система у којима се налазе рањиви подаци по осетљивости је следећа (Маркагић):

- регистри и кеш меморија,
- РАМ меморија,
- привремене датотеке система,
- хард диск,
- подаци надзирања и дневници,
- мрежне топологије и
- медији за чување података.

Дигиталне доказе потребно је прикупљати с много пажње, јер је већина дигиталних података подложна изменама. Једном када су промењени, готово је немогуће открити која се промена догодила или вратити састав у изворно стање. Због тога се ради копија диска, која се још назива и форензичка копија диска. Форензичка копија није обична логичка копија зато што не садржи само кориснику видљиве податке који се тренутно налазе на диску, него и податке који су били избрисани. Она је идентична копија сваког појединог дела (*cluster*) диска. Ствара се на посебном диску који пре копирања мора бити потпуно празан. Обично формирање није довољно, јер оно не одстрањује све податке с медија. Форензичка метода формирања састоји се у исписивању низа нула које испуњавају сваки сектор диска. На тај начин се диск у потпуности очисти. После стварања форензичке копије диска проверава се аутентичност копије уз помоћ криптографског резимеа. Резиме се користи за потврду исправности копије, као и за проверу да ли је доказни материјал био измењен после израде резимеа. Код прикупљања података примјењују се поступци за руковање дигиталним доказима који укључују:

- 1) стварање слика рачунарског медија употребом алата који забрањује писање на медију како би се осигурало да подаци не буду измењени, убачени или обрисани са уређаја који је прикупљен као доказни материјал,
- 2) успостављање и одржавање ланца доказа,
- 3) прављење документације свега што представља доказни материјал,
- 4) употребу алата и метода које су проверене и чију тачност је могуће вредновати у процентима.

Неке од највреднијих доказа могуће је добити од корисника рачунара. Много је лакше обавити форензичку анализу употребом корисникових шифри за приступ скривеним датотекама и мрежним услугама. Форензички истражитељ мора да има налог за копирање и претраживање података у истрази у којој власник дигиталног уређаја није пристао на сарадњу (Računalna forenzika, NCERT-PUBDOC-2010-05-301)

После прикупљања доказног материјала, започиње процес претраживања дигиталних записа. Начин на који се започиње истрага зависи од врсте случаја. Ако се испитује диск да се пронађе дечија порнографија, истрага започиње претраживањем фотографија. Ако је предмет истраге злоупотреба података неке компаније, претраживање се усмерава на електронску пошту. Једноставни случајеви, у којима је познат предмет истраге, одузимају мање времена, док сложенији случајеви, у којима је потребно узети у обзир податке из неколико извора, одузимају више времена.

4. Основни типови осетљивих информација

Скуп информација о тренутној конфигурацији и радном стању истраживаног рачунара представља осетљиве информације система. У односу на алате који сакупљају само одређене типове информација ове информације могу се поделити у неколико подгрупа (Маркагић):

- подаци о профилу система,

- историја приступа,
- активни процеси,
- време и датум система,
- активни документи,
- белешке,
- пријављени корисници,
- динамичке повезне библиотеке DLL и
- дељене библиотеке.

Када се говори о рањивим мрежним информацијама, оне су у ствари скуп информација о стању мреже на коју је прикључен рачунар који се истражује. Том приликом утврђују се следећи мрежни елементи: активне везе, отворени портови, информације о усмеравању и конфигурацији усмеривања.

ARP кеш за идентификацију недавно успостављених веза са интернетом даје увид са ким је корисник био у контакту, у ком временском периоду, као и послате и примљене податке (Ashwin Swaminathan, 2009). Посебна пажња се усмерава на непознате IP адресе, статички придодате усмериваче и непознате MAC адресе.

5. Прикупљање невидљивих дигиталних доказа

Један од најтежих делова дигиталне форензике јесте прикупљање скривених и прерушених, тзв. невидљивих података.

Сврха скривања података је одувек била иста: прикривање отворене информације, како она не би била доступна трећој страни у процесу размене информација. Данас се то постиже коришћењем неке од следећих метода:

- 1) метода „невидљивих података“ – скривање информације у делу простора хард диска до кога не допиру извршне команде оперативног система;
- 2) метода „прерушених података“ – скривање информације у објекат, фајл или докуменат који делује безазлено, па информација, иако доступна, остаје сакривена;
- 3) метода „нечитљивих података“ – информација се једном од многобројних познатих метода криптује, тако да је нико осим онога коме је намењена не може прочитати. Криптовање се врши једним од шифарских система, на принципу размене кључева, било да су они симетрични или асиметрични.

Ако су подаци сакривени, питање је како препознати да су ипак присутни на неком медију. Постоји више начина скривања података, па је тиме и за њихово проналажење потребно користити више различитих алата и метода. Циљ деловања форензичког истражиоца јесте да тражи параметре приступа и метода сакривања. Некад је довољно прегледати дневнике е-поште, а када се стеганографским путем сакривају подаци унутар других докумената, величина истих порасте, нарочито ако су коришћене слике. Уз коришћење алгоритама за детекцију стеганографских порука, форензичари могу открити да су у сликама скривени подаци.

6. Шифровање и компресија као облик скривања података

Постоје два основна облика модификације података: шифровање и компресија. Скривање података назива се криптографија, термин који води порекло од грчких речи *κρυπτός* (криптос), што значи скривено, и *γράφω* (графо), што значи писати – у дословном преводу реч криптографија значи „скривено писање“.

Шифровање

Шифровање (*encryption*) обухвата математичке поступке модификације података такве да шифроване податке могу прочитати само корисници са одговарајућим кључем. Процес шифровања трансформише отворени текст, оригиналну поруку или датотеку, помоћу кључа у заштићен, шифрован текст, тј. шифрат. Дешифровање је обрнут процес: шифровани подаци се помоћу кључа трансформишу у оригиналну поруку или датотеку. Шифровани подаци су заштићени од неовлашћеног приступа (корисник без одговарајућег кључа нема приступ шифрованим подацима) па се могу пренети преко несигурног канала или чувати на диску који није заштићен од неовлашћеног приступа (Мачек, 2007). Алгоритам за шифровање може се сматрати сигурним уколико сигурност шифрата зависи само од тајности кључа, али не и од тајности алгоритма.

Компресија

Метода компресије представља поступак смањења величине изворног документа. Умањени (компресовани), документ не може бити препознат када се врши упоређивање са оригиналном формом. Ова метода се користи, иако је најчешћи разлог компресије података смањење капацитета за чување и пренос, а не њихово скривање (Маркагић).

7. Методе скривања података

У пракси се користи велики број поступака за скривање података. Свака од ових метода, осим стеганографије, прилично се једноставно открива када се примењују појединачно, па се до скривених података може доћи коришћењем неког посебно намењеног алата. Проблеми настају када корисници врше комбинације технике сакривања података и својих активности. Ако се податак прво криптује користећи методе шифровања, а онда се тако криптовани податак убаци у писани документ, аудио документ или неки други, користећи стеганографски програм, веома је тешко открити да су примењене обе методе.

Скривање преко екстензије докумената

Лако примењива, једноставна за употребу и често коришћена метода сакривања података је мењање њихове екстензије на крају имена. Откривање промене

екстензије обавља се поређењем заглавља испитиваног документа са заглављем документа истог типа за који је истраживач сигуран да има исправну екстензију. Заглавље документа представља низ битова, који је смештен на његовом почетку, па приликом његовог читања програми препознају да ли се документ може отворити. Чак и када је екстензија документа промењена, програм за који је оригинално био намењен и даље може отворити документ, али са друге стране, када се промени заглавље документа, програм га више не препознаје. Заглавља је могуће мењати Хекс едиторима, програмима који дословце читају податке бит по бит, без обзира које су екстензије.

Скривени документи

Скривени документи су исто толико сакривени колико и обрисани документи. Сви оперативни системи који су данас у употреби врше доделу атрибута документима. Специфичан тип атрибута је могућност сакривања документа, или прецизније, могућност означавања документа, датотеке као сакривене, што се може изједначити са брисањем.

Скривени дељени простори

Скривени дељени простори *Hidden shares* дељења су мрежна подручја у којима се чувају подаци, али су дељена подручја сакривена, односно недоступна. Та подручја се могу налазити и на удаљеним рачунарима, и могу бити заштићена лозинкама.

Алтернативни токови података

Овај начин чувања података методом алтернативних токова података почео је виндоусом „НТ“, који је уведен као допуна компатибилности за мекинтош „НFS“ систем. Импликација ове допуне је да се подаци могу прикачити на постојеће датотеке без мењања њихових атрибута, са изузетком временске ознаке. Ови токови података омогућавају асоцијацију вишеструке форме података са датотеком или документом. На овај начин се могу сакрити велике количине података, због тога што се не откривају наредбом DIR, и веома мало антивирусних програма може открити коришћене ADS – *Alternate data stream*. Један од слободних алата на нету који открива присутност ADS скривених датотека је *Pointstone*.

Слојеви

Најпростији пример којим се може објаснити примена слојева је да се постави слика преко текста у *desktop publishing* програму. На први поглед види се само слика, а након померања слике текст постаје видљив. Још један једноставан пример је мењање текста документа у боју позадине. Уколико форензичар приликом прегледа наиђе на празан документ, препорука је да га испише, јер физичка копија може садржати информације невидљиве у дигиталном облику.

Стеганографија

Стеганографија (стего) представља комплексну верзију услојавања и сакривања података. Реч „стего“ односи се на прикривено писање, као што је метода писања невидљивим мастилом. У дигиталном свету, ова метода укључује скривање порука унутар слика, музичких или видео клипова (Jessica Fridrich, 2009)

Проблем откривања стеганографских порука лежи у томе што постоји велики број јавно доступних алгоритама и стеганографских алата. Ако форензичар не зна којим се алатом осумњичени служио, биће му веома тешко да пронађе сакривену информацију.

Још један начин провере да ли на рачунару постоје поруке сакривене стеганографским алатом, осим саме провере – постоје ли такви алати на рачунару, јесте тражење дупликата докумената, слика, аудио и видео-записа (Siwei Lyu, 2006). Велики број дуплих датотека сигурни је показатељ да је на рачунару корисник сакривао информације стеганографским алатом и немарно оставио оригинале на диску. Тип пронађених докумената може указивати на то који је стеганографски алат коришћен, јер неки алати раде само с одређеним типом података.

8. Коришћење форензичких података

Издајање података може започети анализом криптографског резимеа. Узмимо за пример прегледање једног од дискова велике компаније у којој постоји сумња да се одливају значајни подаци о њеном пословању. Власници сумњају да је неко од запослених одао неке важне информације конкурентској компанији. Компанија форензичком тиму даје све критичне податке за које се боји да су могли бити прослеђени и они их уз помоћ алгоритама криптографских резимеа упоређују с подацима на диску. Ако је алгоритам подударне датотеке, исписаће их на екрану рачунара. На тај начин ради велика већина форензичких програмских пакета који обрађују податке анализом криптографских резимеа.

Следећи корак укључује проверу потписа датотеке. Потпис датотеке се користи за идентификацију или проверу садржаја датотеке. Свака датотека има свој потпис који се састоји од магичног броја (кратког низа бајтова, обично 2–4, смештених на почетак датотеке (Računalna forenzika, NCERT-PUBDOC-2010-05-301) и он говори у којем је програмском алату настала. Дакле, потпис датотеке се користи за идентификацију формата датотеке. Ова метода је врло корисна када се проверава да ли је корисник рачунара промиенио име и екстензију датотеке, како би прикрио њен прави садржај. Датотеку у JPG формату корисник лако може преименовати у .doc формат. Обични корисник никада неће приметити да је то заправо фотографија, јер ће Word свакој .doc датотеци доделити Word икону. Форензички стручњак ће датотеку провести кроз посебан алат и уколико се покаже да тренутна екстензија не одговара њеном стварном формату, датотека иде на детаљнију анализу.

Претраживање се може наставити према кључној речи (*keyword analysis*). Ствара се текстуална датотека у коју се уписују кључне речи. Помоћу посебних алата могу се пронаћи сва појављивања речи из текстуалне датотеке, те на тај начин издвојити датотеке према садржају.

Уколико форензичар зна шта тражи, датотека се може издвојити и по:

- типу,
- величини и
- датуму настанка.

Након издвајања свих датотека које су доступне, креће се на прегледање обрисаних података, резервне датотеке (*swap file*) и неискориштених делова на диску. Резервна датотека је бинарна датотека која представља виртуелну меморију рачунара. У њу се прослеђује садржај радне меморије који се најдуже у прошлости није користио и из које се садржај по потреби поново враћа у радну меморију. Резервна датотека може да садржи податке који су форензички избрисани с диска. Због тога је врло користан извор информација.

Следеће место које је потребно прегледати је *recycle bin* (простор на диску, посебна датотека, у коју се спремају датотеке пре коначног брисања с диска). Неко је можда у страху покушао брзо да прикрије доказе и одлучио да их избрише. Међутим обрисани подаци нису у потпуности уклоњени, чак и када су избрисани из *recycle bin*-а. Ако корисник није избрисао датотеке из *recycle bin*-а, те датотеке је врло лако вратити. Датотеке које су обрисане из *recycle bin*-а још увек се задржавају на диску и опертивни програм у табlici датотека обележава њихов простор слободним. Када му тај простор буде одговарао за запис нових података, само ће их преписати преко старих. То значи да ће још неко време обрисане датотеке бити на диску. Уз то, могуће је прочитати и њихове метаподатке (податке о подацима) који садрже име, време настајања, време измене, име аутора и слично.

Битни докази се могу открити и у привременим датотекама (*temporary files*). Различите апликације их стварају током свог рада и по завршетку их бришу. *Microsoft Word*, на пример, ствара привремену датотеку сваки пут када се снимају измене на документу са којим корисник ради. То значи да ће форензички стручњак видети када и како се мењао документ и сазнати како је настала одређена датотека.

Ако се прегледа садржај електронске поште, може се сазнати са киме је и када је особа комуницирала и какве су податке разменили. Понекад се корисници служе веб-мејл услугом, па се приликом преузимања порука електронске поште с интернета оне смештају у привремене датотеке (*temporary Internet files*). С обзиром на то да се ту смештају и друге различите активности везане за коришћење интернета, могуће је пронаћи и податке као што су:

- веб-странице које је корисник посећивао,
- датум када је то било,
- колико често је посећивао веб-страницу и
- шта је преузимао с интернета и сл.

Подаци везани за активности на интернету налазе се и у *cookie* датотекама. То су подаци који настају у комуникацији онога који пружа услуге и клијента. Смештају се у рачунар у облику текстуралних датотека и имају широку примену. На пример, кориснику омогућују обављање куповине преко Интернета. Осим тога, олакшавају му пријављивање на различите веб-странице. Помоћу *cookie* датотека могуће је пратити које странице корисник посећује.

Изузетно важан извор форензичких доказа могу бити дневничке датотеке које се налазе на менију. Оне могу да садрже информације о рачунару, процесима и активностима корисника. Уколико администратор рачунара не омогући евиденцију активности на мрежи, постоји могућност да не постоје докази потребни да се извршилац повеже са сигурносним инцидентом. Нажалост, искусни криминалци знају да је једно од првих правила при упаду у рачунарски програм или систем да се обрише или измени садржај дневничке датотеке, тако да њихова активност на рачунару не буде забележена.

Све описане методе односе се на претраживање диска којег је било могуће искључити с мреже, понети у лабораторију и тамо реализовати даље поступке. Међутим, честа је појава да је рачунар немогуће искључити с мреже, и тада се истрага спроводи на лицу места, што је пуно теже, јер се садржај непрестано мења и један потез мења више од неколико ствари у садржају. С обзиром на то да се измене не могу спречити, важно је да се сведу на минимум како би се поступци и редослед претраживања реализовали према унапред одређеном плану.

Најчешће грешке које се догађају приликом прикупљања осетљивих података, а када долази до губљења података, прекида активних веза, прекида тренутних процеса и мењања реалних времена су: искључивање или ресетовање рачунара или велико поверење у ефикасан рад делова рачунарског система, не узимајући у обзир да се њиховим коришћењем могу покренути злоћудни програми који могу уништити кључне доказе.

9. Хардверски и софтверски форензички алати за откривање доказа

Ниједна форензичка лабораторијане не може се замислити без хардверских и софтверских алата, који су у сваком погледу адекватни за обављање планираних задатка. Форензички алат се бира у зависности од задатка. Сваки софтверски форензички алат мора бити компатибилан, најмање са следећом генерацијом оперативног система (ОС). Такође, форензичка лабораторија мора садржати и софтверску библиотеку, у којој се чувају старије верзије форензичких алата, оперативних система и других апликативних програма.

Приликом избора, увек је боље одредити се за специјализовани форензички алат, али треба имати и неки универзални, вишенаменски сет алата типа FTK, *Ences* и сл., који омогућава обављање више различитих задатака форензичке истраге (Милосављевић, 2008).

Хардверски форензички алат је потребно, у складу са наменом, врло пажљиво бирати и мењати на сваке две године због интензивног коришћења и развоја информационе технологије. Процес аквизиције за креирање физичке копије, обухвата блокаторе уписивања, адаптере, CD/DVD дискове за аквизицију, SCSI дискове, оптичке канале, роботе и др. Блокатори су хардверско-софтверске компоненте које онемогућавају случајно уписивање података на испитивани диск који садржи дигиталне доказе. Адаптери, дискови и оптички канали у процесу аквизиције обезбеђују форензички интегритет дигиталних података.

Софтверски форензички алати могу бити специјализовани за извршавање само једног задатка, или вишенаменски сет алата. Са аспекта радног окружења деле се у две категорије – на алате командне линије и GUI (*Graphical User Interface*) алате.

Форензички алати командне линије не заузимају много системских ресурса, што им је главна предност, али не могу претраживати архивске фајлове (ZIP и RAR) и захтевају одлично познавање MS DOS команди. Неки од њих су NTI, Mars, Ds2dump, ByteBack, SMART, TCT, TCT Autopsy, SleuthKit.

Форензички алати GUI интерфејса су много једноставнији за употребу, али неки од њих захтевају и алате командне линије (нпр. *EnCase*). Алати GUI интерфејса обављају више задатака и не захтевају познавање старијих ОС. Они заузимају велику количину РАМ меморије и користе ОС типа *Windows XP* те могу произвести неконзистентне резултате, што представља главне недостатке форензичких алата GUI интерфејса. Отуда потреба да форензичар располаже резултатима валидације и тестирања GUI алата на грешке. Наиме, по налогу судије, а да би дигитални доказ био прихваћен на суду, дигитални форензичар мора бити спреман да тестира и вреднује софтверски форензички алат који је употребљен у току истраге. NIST (*National Institute of Standards and Technology*) је развио методологију за испитивање и вредновање форензичких алата за узимање имица диска. У току је развој методологије за испитивање софтверских алата за блокирање уписивања на диск, а у плану је испитивање алата за опоравак избрисаних фајлова (Милосављевић, 2008). У процесу валидације и тестирања софтверских алата морају се користити тачно дефинисане и утврђене процедуре. NIST је развио генерални приступ и утврдио критеријуме за тестирање софтверских форензичких алата, на бази стандарда ISO 17025 – Критеријуми за тестирање компоненти за које не постоје стандарди. Стандард ISO 5725 захтева да резултати тестирања морају бити поновљиви и репродуктивни. НИСТ је развио неколико алата за евалуацију форензичких алата као што је FS-TST (*Forensic Software Testing Support Tools*) (Black, 2006). Овај алат испитује капацитет форензичког алата за узимање имица диска. FTK и *EnCase* форензички алати тестирани су и признати у правосудним системима великог броја држава, па служе као референтни и поуздани алати за верификацију других форензичких алата. Софтверски форензички алати се развијају, појављују се закрпе и новије верзије, па их је потребно ажурирати и надограђивати.

10. Заобилажење и уклањање заштитних мера

Поред форензичких алата за дешифровање, извлачења или откључавања података, користи се неколико стандардних метода за заобилажења или пробијања лозинки, као што су пробијања грубом силом, напад реником, „дуга“ (*rainbow*) напад или провером кеш меморије, јер неки оперативни системи тамо привремено чувају лозинке.

Препоручује се покушај пробијања најједноставнијих лозинки – мали број људи у тој мери мења своје лозинке, да проналазак једне неће водити откривању

осталих. Када корисник на вебу сачува своју лозинку и корисничко име, до њих се може доћи прегледом кеш смећа алатима као што су *Kain&Abel* (Маркагић).

Ипак, ако форензичар није у могућности да пробије или пронађе лозинку, могуће је доћи до неких информација зависно од апликације. Апликације као што су процесори речи, базе података и рачунске таблице, често чувају своје податке у формату који је читљив помоћу хекс едитора. Али треба узети у обзир како у хекс едиторима нема формирања, па зато већина података може бити неразумљив збир знакова, али поједини делови могу бити читљиви.

Application specific integrated circuit (ASIC) – апликација специфичних интегрисаних кола један је од најнефективнијих начина пробијања криптованих садржаја. Рачунарски чипови ASIC специфично су програмирани за дешифровање одређених типова криптовања. Овакве чипове углавном поседују владине агенције, а делотворност им је огромна – 40-битни кључ пробију у року од неколико секунди.

Механизми за софтверско самоуништење најтежи су за откривање, али и они не би требало да представљају проблем, уколико се анализа обавља на радној копији. Системи за самоуништење су програми који уништавају доказе ако је задовољен скуп параметара, као што су уношење погрешне лозинке или погрешног корисничког имена више од дозвољеног броја пута.

11. Закључак

Данашња комуникација међу појединцима и организацијама незамислива је без употребе савремених ИТ. Тиме је олакшана комуникација, број и количина података које се размењују. Такође, оставарен је огроман број софтверских алата који омогућавају лак доступ до информација на мрежама. Због лакоће доступности хардвера и софтвера, великом броју починилаца криминалних радњи омогућен је лак продор у информацијске мреже. То истовремено омогућава све чешће појаве крађе идентитета, новца и других облика угрожавања безбедности у виртуелном свету. Као одговор на тај изазов јављају се методе, поступци и софтверски алати за истраживање рачунарских инцидената. Познавање ове материје олакшава и корисницима рачунара, да у одређеном тренутку предузму мере и поступке за очување дела података, нарочито оних који се неправилним радњама могу изгубити или су скривени једном одмнобројних метода.

Литература

1. Ashwin Swaminathan, Min Wu, K. J. Ray Liu (2009). Component Forensics, *IEEE Signal Processing Magazine*, Volume 26, Number 2.
2. Black, P. E. (2006). *FS-TST 2.0 Forensic Software*, National Institute of Standards And Technology, Gaithersburg.
3. Stamenković, et al. (2014). *Visokotehnoški kriminal : Praktični vodič kroz savremeno krivično pravo i primjeri iz prakse*, Podgorica : OEBS misija u Crnoj Gori.

4. Grubor, G., Galetin, A. (2009). Digitalna forenzička istraga u korporacijskoj zaštiti informacija, *Računarstvo i informatika*, Univerzitet Singidunum, Beograd.
5. Fridrich, J. (2009). Digital image forensics, *IEEE Signal Processing Magazine*, Volume 26, Number 2.
6. Milosavljević, M., Adamović, S. (2014). *Kriptologija 2*, Univerzitet Singidunum, Fakultet za informatiku i računarstvo, Beograd.
7. Markagić, M.: Prikupljanje ranjivih i skrivenih podataka u procesu forenzičke istrage, Univerzitet odbrane, Vojna akademija, Beograd.
8. Maček, N. (2007). *Sigurnost računarskih mreža*, Osnovi informacionih tehnologija, Beograd.
9. Milosavljević, M. , Grubor, G. (2008). *Digitalna forenzika*, Univerzitet Singidunum, Beograd.
10. *Računalna forenzika NCERT-PUBDOC-2010-05-301*, CARNET Hrvatska akademska i istraživačka mreža.
11. Lyu, S. , Farid, H. (2006). *How realistic is Photorealistic*, Dartmouth College, Department of Computer Sci.

PROTECTION OF VISIBLE AND INVISIBLE DIGITAL EVIDENCE IN FORENSIC INVESTIGATIONS

Summary: The paper highlighted the importance and impact of IT on all aspects of modern society. It is considered the importance of digital forensics in the context of the increasing rise in cyber crime. We analyzed the security, collection and use of so-called sensitive evidences which can be found on servers or user devices, which are exchanged by internal or external communication via local or public network for the purpose of forensic investigation.

ТЕХНОЛОГИЈА ПРОИЗВОДЊЕ НИТРОЦЕЛУЛОЗНИХ БАРУТА – ЕЛЕМЕНТИ ЗА ФОРЕНЗИЧКА ИСТРАЖИВАЊА

Радован В. Радовановић

Весна Николић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Тома Штрк

„Милан Благојевић“, Лучани

Сажетак: У раду су анализирани битни сегменти технологије производње нитроцелулозних барута. Ови барути имају битно место у широј проблематици од интереса за форензичка истраживања. Анализирани су процесидехидрације нитроцелулозе (НЦ) у центрифугама и у пресама, ректификације алкохола после дехидрације НЦ, припреме обликовања нитроцелулозних смеша. Проблематика искоришћења растварача приказана је кроз рекулацију растварача путем кондензовања испарења, рекулацију растварача изотермалном компресијом и адсорпцију растварача на активном угљу. Разматрани су најважнији проблеми сушења под сниженим притиском, сушења на атмосферском притиску, садржаја заосталог растварача и влаге у баруту, прераде отпатка и стабиловања нестабилног барута.

Кључне речи: нитроцелулоза, барут, нитроцелулозна смеша, растварач, сушење.

1. Увод

Потисни (фугасни) експлозивни су експлозивне материје познате под именом *барути*. Облик експлозивне реакције барута је сагоревање, а изазива се пламеном – варницом. Испољавају потискујуће дејство, због чега се употребљавају као погонска пуњења, а могу се употребити и за рушење мање отпорних материјала и елемената конструкција, уз адекватно заптивање. Врло су осетљиви на влагу и пламен. Израђују се у облику ситнијих или крупнијих зрнаца, трака, листића, шупљих или пуних ваљкастих и других облика (Слика 1). Основна класификација барута је на групу *хомогених барута* и групу *хетерогених барута*.

Хомогени (колоидни) барути се добијају желатинизирањем молекула нитроцелулозе растворене у неком органском растварачу и неког другог експлозивног једињења. (Радовановић, 2012) У зависности од броја основних активних материја постоје *једнобазни* колоидни барути који су изграђени само из нитроцелулозе,¹ али у ову групу спадају и барути који садрже и динитротолуен. *Двобазни* колоидни барути су изграђени од нитроцелулозе и нитроглицерина, при чему нитроглицерина има између 12% и 45%. У ову групу барута сврставају се и нови састави који садрже октоген, хексоген и пентрит ради повећавања специфичног импулса. *Тробазни* колоидни барути садрже три експлозивнекомпоненте: нитроцелулозу, нитроглицерин и нитрогванидин. Ови барути се називају и малодимни. Малодимни барути се називају и „бездимни“, јер су барутни гасови слабо видљиви. Ови барути сагоревањем практично у потпуности прелазе у барутне гасове.

Малодимне баруте разврставамо на нитроцелулозне (НЦ), нитроглицеринске (НГ), нитрогванидинске и дигликолске баруте.



Слика 1: Барути (Радовановић, 2012)

У хетерогене (композитне) баруте сврстава се црни барут, који се добија мешањем сумпора, угљеника и калијум-нитрата. Поред црног барута, у ову групу улазе композитна ракетна горива, која се састоје од оксиданса (углавном амо-

¹ *Нитроцелулоза* се добија нитрисањем целулозе у меши азотне и сумпорне киселине. Од могућих врста целулозе у првом реду се користи памучна целулоза (линтерс). Пошто се са плода памука скину дугачка влакна намењена за текстилну индустрију, преостала кратка влакна се користе за фабрикацију нитроцелулозе. Линтерс садржи преко 90 % целулозе. Следећа сировина је дрвна целулоза, која се добија прерадом четинара (најчешће јела) или лиснатог белог дрвета. Према извршеном степену нитрације постоје две врсте нитроцелулозе:

- високонитрисана (НЦ-1) са 12,9 – 13,5 % азота (N)
- нисконитрисана (НЦ-2) са 11,8 – 12,5 % азота (N).

Нитроцелулозе НЦ-1 и НЦ-2 су различитих особина у погледу растворљивости у различитим растварачима. За производњу одређених врста барута користи се једна или друга нитроцелулоза или смеша обе. Нитроцелулоза је обавезна компонента код свих барута.

нијум-хлората, 60-80%), везива, које обезбеђује кохезију и хомогеност оксиданса и горива, која се формирају од преполимера (полибутатиен), умреживача (толуендиизоцијанат), адхезивних агенаса (триетаноламин), пластификатора (диизооктил-азелат), катализатора умреживача (фери-ацетонилацетонат, олово-хромат), затим од редуктанса (алуминијум, око 25%), убрзавача сагоревања (фери-оксид, фероцен), успоравача сагоревања (нитрогванидин, амонијум-нитрат), конзерванса (антиоксиданси на бази фенола и амина) и стабилизатора сагоревања (ацетиленска чађ, алуминијум у праху). (Радовановић, 2012)

Нитроцелулозни барути се класификују на:

- семиколоидне баруте, сачињене од растворне и нерастворне нитроцелулозе у етар-алкохолу,
- потпуно колоидне, начињене од пироколодиона (висока растворљивост у етар-алкохолу) и
- баруте Шулице-типа, који садрже неорганске соли и веома мало колоидне нитроцелулозе.

Нитроцелулозни барути који су потпуно желатинизовани помоћу растварача као што су ацетон, етил-ацетат итд., имају низ недостатака: висока цена растварача, тешкоћа са припаљивањем барута и низ проблема у производном процесу (велики вискозитет барутног теста и пријањање на металне површине, што омета екструзију или ваљање).

Барут са сферичним зрнима је један успешан пример савременог барута са скоро сасвим колоидном структуром, која је остварена применом етил-ацетата.

Полуколоидни нитроцелулозни барут садржи неорганске соли, као што су калијум или баријум-нитрат (на пример, барут Т у Француској, са 2% KNO_3) или дихромате (барут Ј у Француској са 14% амонијум-дихромата и 3% калијум-дихромата). Барут са дихроматом је веома осетљив на трење и његова прашина садржи отровне дихромате.

Нитроглицерински барути се деле у две групе: барути са испарљивим растварачем и барути без испарљивог растварача.

Семиколоидни НЦ-барути и НГ-барути без растварача су најважније врсте бездимних барута.

Овим радом имамо намеру да истраживачима у форензичким научним дисциплинама прикажемо најважније елементе технологије производње нитроцелулозних барута, уз напомену да их треба третирати само као типичне и да су често подложне изменама, имајући на уму да се многе новије методе и технике држе у тајности.²

² Делимични шематски приказ опреме за производњу нитроцелулозних барута дат је у Прилогу 1.

2. Одводњавање (дехидрација) нитроцелулозе

Због безбедносних разлога нитроцелулоза (НЦ) се испоручује у навлаженом стању, па пре деловања смеше етар-алкохол треба из ње уклонити воду, која би ометала процесе бубрења и растварања. У почетку се вода уклањала сушењем нитроцелулозе. Ова операција је опасна због велике осетљивости суве НЦ на трење, удар и статички електрицитет. Прашина суве НЦ, било да је узвиглана у ваздуху или просута по поду, или исталожена на грејним телима итд. је веома опасна, због чега су се догодили многи акциденти при сушењу влажне НЦ.

У производњи НЦ-барута вода се замењује алкохолом, методом Лундхолма и Саурса. Упркос једноставности идеје, операција одводњавања је прилично сложена. На њу утичу фактори као што су растворљивост НЦ у алкохолу и склоност НЦ да бубри при деловању алкохола: што је нижа растворљивост НЦ у алкохолу, то је лакша дехидрација алкохолом. Из тога проистиче да је дехидрација лакша код НЦ са већим садржајем азота.

Предност одводњавања НЦ са алкохолом лежи у чињеници да резидуални алкохол може касније да се искористи (укључи) као растварач. Количина заосталог алкохола у НЦ зависи не само од примењеног притиска у дехидратационој преси, већ и од типа НЦ, тј. она је нешто виша код јаче нитрисане НЦ.

Нитроцелулоза добијена од дрвне целулозе склонија је бубрењу у алкохолу него линтерсна, па је то разлог што прва задржава у себи више алкохола, али и више воде.

Процес одводњавања се базира првенствено на способности алкохола да истисне воду. Пошто вода не може сасвим да се истисне, делимично се меша са алкохолом. Уз то, део воде се адсорбује на НЦ-влакнима и не може лако да се уклони, а то узрокује даље разблаживање алкохола. Наредне порције свежег алкохола истискују разблажени алкохол, заостали алкохол адсорбован у нитроцелулози се меша са концентрованим алкохолом, овај се потискује свежим алкохолом итд. Испирање НЦ алкохолом има и друге последице - њиме се растварају и уклањају из нитроцелулозе продукти разградње за које се зна да су већином нестабилни. На тај начин, истискивање воде из нитроцелулозе је додатни процес стабилизовања. Прецизност поступка и промена концентрације алкохола зависе у великој мери од уређаја за алкохолизацију. Принос рекуперисаног алкохола такође зависи од примењеног поступка и апаратуре.

2.1. Одводњавање у центрифугама

Најједноставнији је метод одводњавања у центрифугама. Користе се разни типови, на пример, центрифуга са електромотором чији је капацитет 30 kg НЦ. Електрични погон је прилично опасан за навлажавање нитроцелулозе алкохолом, јер је цеђење врло брзо и НЦ може продрети у погонски механизам. Из тог разлога је конструисана специјална центрифуга погоњена воденом турбином. Добош ове центрифуге може да се обрће са две брзине. Брзина окретања је смањена при увођењу алкохола, након чега се иста повећава ради смањења садржаја течности. Поједине конструкције ротора имају дупли зид од перфорираног лима, а кружни

простор између зидова је покривен јаком филтерском тканином која делује као филтер који држи нитроцелулозу у добошу. После пуњења центрифуге, иста се затвара поклопцем који се причврсти стезаљкама. Добош се укључи у режим спорог обртања и кроз посебан отвор на поклопцу увлачи цев за увођење алкохола у простор између осовине и спољашњег зида ротора. Цев има бројне млазнице наспрам спољашњег зида ротора. Прво се уводи 80%-тни алкохол од претходног одводњавања, па се окретање ротора убрза ради истискивања дела воде и алкохола. После тога се додаје неколико порција алкохола, при чему се сваки пут центрифуга успори и убрзава. Када садржај алкохола у оцеђеној течности достигне око 60%, уводи се свежи 96%-тни алкохол. Ова операција се понавља 2-3 пута, како је претходно описано, док концентрација алкохола који истиче из центрифуге не достигне 92%. Количина алкохола која се додаје сваки пут одређује се експериментално за дату центрифугу. Одводњавање једне шарже НЦ до финалног садржаја алкохола траје приближно 1 сат. Завршно центрифугирање се обавља тако да садржај преосталог алкохола буде дефинисан и константан. Уочено је да се из појединих врста НЦ (на пример, на бази дрвне целулозе) тешко уклања овај резидуални алкохол. У том случају центрифугирање траје нешто дуже. Ако је садржај алкохола у НЦ сувише висок, више растварача се додаје у каснијим операцијама или се мења састав растварача.

Центрифугирана НЦ се вади заједно са тканином. Ако је тканина са оцеђеном масом сувише слеplена за зид ротора, употребљава се алуминијумски прибор за њено одвајање. Извађена НЦ се размерава и алкохолно-влажна маса издробли/уситни и ставља у цилиндричну бурад од галванизираног челика, са херметичним заптивањем. Нитроцелулоза која се шаржира у центрифугу може бити у грудвама или сабијеном стању. Да би се постигло уједначено центрифугирање, препоручује се просејавање НЦ пре шаржирања, проласком кроз сито чији је меш 1-2cm. Мануелно сејање обавља се гурањем масе кроз сито (рукама или дрвеним лопатицама).

2.2. Одводњавање у пресама

Одводњавање у хидрауличким пресама је у општој употреби. Такозвана Шампињел преса састоји се од четири цилиндра која ротирају око вертикалне осовине и од четири клипа која заузимају положаје у складу са кретањем посуда. Клипови се померају у вертикалном правцу и увек обављају исте операције, док се гарнитурa посуда заокреће, тако да свака пролази кроз четири позиције, са извршавањем различитих операција. Пречници појединачних клипова су различити. Ово је важно зато што је притисак на читав клип сразмеран квадрату пречника клипа. Данцад цилиндара чине доњи непомицни део који се не окреће око осовине и ту су смештени цевисти одводи за отицање алкохола. Рад се обавља како следи: месингано жичано сито и платнени диск се полажу на "дно" цилиндра, одозго се наспе 20kg влажне НЦ. Уобичајене врсте нитроцелулозе се слажу наизменично у слојевима, што практично представља прелиминарно мешање истих. Вршни и најнижи слој се формирају од нитроцелулозекоје количински има више. Нитроцелулозу држи доњи клип, а горњи клип се подиже и спушта, сабијајући масу после шаржирања и приморавалући сито/платно да се слепи за дно колача. Притисак клипа може да буде 25-50kg/cm². Пошто је цилиндар шаржиран у позицији 1, гар-

нитура цилиндара се заокреће за 90° при чему цилиндар 1 долази на позицију 2. Дно цилиндра формира се помоћу доњег клипа у којем су жлебове и одводи за алкохол и воду. Сада се усипа 20 l 95-96%-тног рафинисаног алкохола на слој сабијене нитроцелулозе и протискује горњим клипом, притисцима 50-100 kg/cm². Вода, разблажени алкохол и на крају нешто јачи алкохол, отичу кроз прорезе у доњем клипу.

Након што горњи клип додирне колач нитроцелулозе, тј. алкохол је принудно прошао кроз одводњену масу, горњи клип се подигне, а доњи се помери наниже и сет цилиндара поново заокрене за 90° , тако да цилиндар који је стартовао из позиције 1, преко позиције 2 стиже у положај 3. Овде се поново доњи клип смести у положај погодан за одвод истиснуте течности. Горњи клип у положају 3 има највећи пречник и може развити притисак од 200-300 kg/cm². Помоћу њега се снижава садржај алкохола на 30-35%. Након што се горњи клип подигне и доњи спусти, сет цилиндара се још једном помери за 90° . Цилиндар прелази са позиције 3 на позицију 4, где горњи клип гура колач одводњене нитроцелулозе наниже. Жичана мрежица и платно се склањају и колач издоби дрвеним чекићем и брзо протискује кроз грубо месингано сито. Просејана НЦ се мери да би се одредио њен садржај алкохола. Мрежица и платнени диск се поново стављају на дно цилиндра у положају 1, пре отпочињања наредног циклуса са новом шаржом нитроцелулозе.

Одводњавање на овој врсти преса не омогућава "опоравак" отпалог алкохола. За одводњавање се користи само 92-96%-тни алкохол. Искоришћени алкохол испод одређене концентрације (обично око 50%) се одбацује. Искоришћени алкохол са вишом концентрацијом се шаље на ректификацију.

3. Ректификација алкохола после дехидрације нц

Алкохол који потиче из операције одводњавања садржи извесну количину растворне фракције НЦ, која је разграђена и један део суспендоване нитроцелулозе.

Нитроцелулоза која је суспендована лако пролази кроз филтере и зато је треба одвојити декантирањем алкохола из резервоара у којем се држи отпали алкохол. У неким фабрикама се нитроцелулоза потпуније одстрањује путем разређивања алкохола на око 40% помоћу воде (која потиче са испирања барута, те стога садржи и малу количину алкохола). Том операцијом се исталожи део НЦ у виду муља. После таложења, одекантира се слој алкохола. Овакав метод није погодан и ретко се користи пошто су преостала растворена НЦ и трагови суспендованих честица у алкохолу подложни разлагању током дуготрајног загревања за време дестилације. Разлагање резидуалне НЦ у дестилационом казану довело је до експлозије у неколико случајева. Осим тога, у дестилату се појављују трагови нитрата, нитрита, чак и азотових оксида. Да би се све то избегло, треба додати калцијум-оксид у дестилациони казан. При том настаје хидролиза нитроцелулозе и неутралишу се продукти хидролизе.

4. Припрема и обликовање нитроцелулозних смеша

Нитроцелулоза за израду барута мора да задовољи захтеве за хемијску стабилност, садржај азота и растворљивост у смеси алкохола и етра. За израду већине врста семиколоидних НЦ-барута са испарљивим растварачем, а онедавно и за производњу "solventless" НГ-барута, употребљава се мешавина два типа нитроцелулозе: високо нитрисани "guncotton", нерастворан у смеси етар-алкохол, и ниско нитрисани ("collodioncotton"), растворљив у смеси етар-алкохол. Пошто се НЦ складишти и мери у навлаженом стању (25-30% воде), садржај воде треба тачно одредити пре употребе. Погон за израду барута уобичајено добавља нитроцелулозу у полузаптивеним судовима.

Пошто заптивање није увек исто, влага је подложна варирању. То отежава формирање полазне шарже, у смислу да је количина НЦ у њој непоуздана или сасвим нетачна. Зато је битно уједначавање навлажења нитроцелулозе њеним изручивањем у бетонске коморе, затворене херметички поклопцем од металног лима са гуменом заптивком, где НЦ одлежава неколико дана. Онда се одреди садржај воде, садржај азота и растворљивост НЦ у смеси етар-алкохол. Узорци се узимају са више места како би анализа била поузданија. После анализирања, мерења се свака врста НЦ посебно и ставља у платнене џакове које ради погодности и безбедности треба држати у заптивеном металном суду (како би се спречило исушивање НЦ и превођење у прашкасто стање). Модернији приступ мешања нитроцелулозе јесте да се дефинисани типови НЦ измешају у самој фабрици нитроцелулозе. Оба облика нитроцелулозе се мешају у води у судовима са мешалицом. Вода се после уклања центрифугирањем и НЦ-смеша одводњава помоћу алкохола.

Овај метод је неповољан за погон барута јер се губи могућност мењања састава мешања, пре свега садржаја азота и укупне растворљивости НЦ. За погон барута се тиме ограничава број расположивих параметара за подешавање захтеваних балистичких својстава барута.³ Каснијим третманом НЦ-смеше са растварачем, само се нисконитрисана компонента раствара и преводи у колоидно стање. НЦ се угради у барутну масу у виду влакана. Растворљивост НЦ-смеше у етар-алкохолу је укупна растворљивост мешања.

Садржај азота и растворљивост НЦ-смеше, сходно планираној намени барута, налазе се у одређеним распонима. Садржај азота стрељачких барута је 13,1-13,3%, барута за топове малог калибра (<90mm) 12,8-13,1%, а барута за топове великог калибра 12,5-12,9%. Укупна растворљивост мешања је 18-25%, 25-35% и 35-45%, респективно.

Што је нижи садржај азота и већа растворљивост НЦ у датом растварачу, спорије ће сагоревати барут начињен од те нитроцелулозе. Подешавањем састава регулише се да брзина сагоревања барута буде у одређеним границама.

За производњу НЦ-барута користи се испарљиви растварач алкохол/етар у тежинском односу око 2:1. Алкохол (95-96%) не сме имати киселих састојака. Већа количина киселине је штетна због неповољног утицаја на стабилност и даје тамну боју баруту. Алкохол не сме садржати ни нитрите. Погон за производњу барута мора имати постројење за дестилацију алкохола. Етар, који се обично нуди на

3 Радовановић (2012), стр. 40-42

тржишту, довољно је чист за формирање смеше са алкохолом (не сме садржати нитрите). Погон барута мора укључити постројење запољноду етра. Нитроцелулоза се боље раствара у 56° етру. Ако је нитроцелулоза веома растворна и даје барут са сувише малом брзином горења, употреба 54° етра је препоручљивија, јер након деловања таквог растварача остаје више нерастворне материје, тј. барут ће бити више влакнасте структуре. Испарљиви растварач се користи у таквој количини да тесто буде довољно меко, али и лепљиво када се притисне међу прстима.

Нитроцелулоза се желатинизује (раствара), односно барутно тесто се припрема гњеталицама где се тестаста маса потпуно измеша.

Тестаста барутна маса се обликује истискивањем из хидрауличке пресе, ваљањем кад се добијају љуспице са врло малом дебљином. Пресовањем је тешко добити траке/нити дебљине испод 0,40mm, а јавља се много отпатка услед запушавања прореза у матрици и кидања екструдованих нити. За потребе ваљања, тесто треба да садржи мало растварача ("сувље" тесто) јер се у противном лепи на површини ваљака и тешко скида са истих. Углавном се користе ваљци специјално прилагођени за производњу НГ-барута, само што се не загревају. Операција пресовања састоји се у пуњењу цилиндра тако да се постигне што већа густина и елиминише сав простор за ваздух.

Након обликовања теста, сушењем се снижава садржај растварача до 20-30%. Осушена маса издржава механичке утицаје и може се сећи без деформисања. Захваљујући заосталом растварачу, барутна маса, задржава извесну пластичност и еластичност, довољну да спречи мрвљење и стварање прашине приликом сечења. Претходно сушење треба да се обавља на што нижим температурама (15-25 °C). Више температуре сушења би довеле до надимања и прскања барута, услед интензивног отпаривања растварача. Зато се на почетку процеса одржава ниска температура, али не превише ниска, јер би могло доћи до кондензовања воде на баруту, што би довело до делимичног таложења нитроцелулозе из колоидног раствора. То би изазвало појаву светлих мрља на површини барута. Топлота испаривања растварача је висока, па температура улазног ваздуха у комору за сушење треба да је виша од температуре на којој се обавља сушење. Састав заосталог растварача се поступно мења. Етар, као лако испарљив, брзо испарава, па заостали растварач постаје све богатији алкохолом. Ипак, мала количина етра остаје у алкохолу, и не може се уклонити обичним сушењем. Зато што брзина испаривања опада услед уклањања етра, неопходно је поступно повећање температуре током сушења. Важан фактор који утиче на димензије претходно осушеног барута јесте вискозитет растворене НЦ. Што је вискозитет НЦ нижи, веће је скупљање нитроцелулозног гела при сушењу. То значи да ће произведене љуспице или цевчице бити мањих димензија него исте добијене полазећи од НЦ са вишим вискозитетом.

5. Искоришћење растварача

Искоришћење растварача је веома важно са економске тачке гледишта.

Растварач испарава из НЦ барута у разним производним фазама. Највећа количина испари током претходног сушења свеже обликоване масе, које се обавља у

специјално конструисаним ормарским сушницама. Инсталације за рекулперирацију овог растварача се одавно употребљавају у фабрикама. У осталим фазама производње барута, растварач одлази у атмосферу. Губици растварача на 100 kg нитроцелулозе су наведени у Табели 1.

Табела 1: Губици алкохола и етра при производњи НЦ барута⁴

Производна операција	Одводњавање	Гњетање	Шаржирање преса	Пресовање	Пуњење/пражњење сушница	Сечење
Губици етанола (kg)	1	5	5	22	9	7
Производна операција	Сејање	Кување	Ректиф. алкохола одводњавања	Ректиф. алкохола/етра	Складиштење алкохолаи етра	Укупно
Губици етанола (kg)	10,8	7	1	7	1,2	76 kg

Постоје две основне методе за искоришћење растварача:

- а) методе које се базирају на кондензовању пара растварача хлађењем (или компресијом);
- б) методе базиране на адсорпцији или апсорпцији растварача.

Поступци са кондензовањем су успешни само кад постоји велика концентрација пара растварача у ваздуху. Када су испарења растварача релативно разблажена у ваздуху, метод кондензације се не може применити и тада растварач мора да се рекулперише апсорбовањем.

Инсталације за искоришћење растварача се обично састоје од главних и помоћних секција. Главна инсталација обухвата опрему за рекулперирацију растварача који потиче из операције предсушења. Помоћне инсталације "хватају" растварач из разних (других) производних целина. Одводи за испарења растварача се постављају у просторима који садрже највеће концентрације растварача. Тако се поправљају радни услови одстрањивањем испарења етар-алкохола из атмосфере. Кондензовање или апсорпција су методе које се могу применити, такође, за рекулперирање растварача при вакуумском сушењу барута.

Применом најновијих метода за рекулперирање растварача, знатно се смањује утрошак алкохола и етра у производњи барута. При избору методе рекулперирања растварача безбедност рада је примарни фактор који се разматра. Кад је инсталација укључена највећа опасност потиче од мешавине ваздух/паре растварача која протиче кроз цевоводе и пролази кроз разне делове производног погона. Пошто су најопасније умерене концентрације растварача у ваздуху (4-9%), та опасност се умањује повећањем концентрација (> 9%) или смањивањем (<4%). Апсорпци-

⁴ Технолошки приручник за баруте: "Милан Благојевић – Наменска" а.д., ур. Штрк Т., Лучани, 2004.

она постројења која раде при нижим концентрацијама пара растварача омогућују већу сигурносну област рада.

Инсталације за допунско рекуперисање растварача представљају додатну опасност за погон барута, јер су разни објекти, често доста удаљени, повезани цевоводима кроз које протиче струја ваздуха помешана са испарењима етар-алкохола. Ово је у супротности са основним правилом за барутане, да сви објектиморају бити раздвојени и на сигурном растојању један од другог. Постоје уређаји за заустављање пламена који би се ширио кроз цевовод, али је њихова ефикасност ограничена, на пример када се деси слаба експлозија гасне смеше.

Постоји могућност и да се постигне безбедност система за рекулацију путем делимичне или потпуне замене ваздуха у цевоводима са гасом који не садржи кисеоник и не гради експлозивну смешу са етар-алкохолом, на пример азотом или угљендиоксидом. Овај метод је превише скуп и испитан је само на мањим постројењима.

5.1. Рекулација растварача путем кондензовања испарења

Ово је један од најстаријих поступака и добро је проверен у пракси. У Француској су коришћени уређаји који функционишу на следећи начин: Вентилатор убацује ваздух, загрејан у грејачу, у комору за претходно сушење. Ваздух у комори се засићује растварачем до садржаја приближно 700 g/m^3 (30% алкохола и око 20% етра). Одавде ваздух пролази кроз размењивач топлоте у расхладну комору, у којој се одржава температура од $-5 \text{ }^\circ\text{C}$. Овде се део растварача кондензује и отиче са косог дна коморе. Ваздух који напушта комору садржи око 300 g/m^3 растварача. Он потом пролази кроз размењивач топлоте, где се прегрева на температуру $15\text{-}30 \text{ }^\circ\text{C}$ и враћа у комору за претходно сушење. На тај начин се затвара циклус кружења ваздуха. Рекулација се зауставља када садржај растварача у ваздуху коморе за претходно сушење опадне на 10%. Просечан састав рекуперисане течности је: етар (62%), алкохол (33%), вода (5%). Састав течности варира у зависности од температуре унутар претходне сушнице. Радна безбедност овакве инсталације за рекулацију није перфектна. Познати су случајеви експлозија у сушницама изазвани: ударом челичних или бронзаних алатки по железу, трењем барутних нити преко железних ивица сушнице или услед наелектрисања барутних нити.⁵

5.2. Рекулација растварача изотермалном компресијом

Метода је примењива за рекулацију алкохола који садржи камфор, који се ослободи током производње целулоида. У случају етар-алкохола овај поступак подразумева сабијање испарења на $0,7 \text{ MPa}$, што изазива кондензовање алкохола, након чега уследи нагла експанзија. Етар се искондензује услед наглог хлађења. Постројење је веома скупо и јавља се опасност од експлозије при наглосабијању смеше ваздуха, алкохола и етра. Због свега тога, нема ширу примену.

⁵ Технолошки приручник за баруте: "Милан Благојевић – Наменска" а.д., ур. Штрк Т., Лучани, 2004.

5.3. Адсорпција растварача на активном угљу

Ово је најсавременији метод са изузетно високим степеном рекулериције до 98% растварача, који улази у постројење. Безбедност рада је знатно виша када се овај метод примени на остале (помоћне) рекулериције. Радећи са разблаженим смешама алкохола-етра у ваздуху, смањен је ризик од пожара и повећан принос растварача. Сада је уобичајена концентрација растварача испод 15 g/m^3 у ваздуху (<1%). Поступак је применљив и за помоћну и за главну рекулерицију (треба избећи затворен циклус путем увођења велике количине свежег ваздуха у сушницу, због разређивања).

Ваздух који садржи алкохол и етар уводи се одоздо кроз вентилу цилиндричан суд (адсорбер), напуњен активним угљем. Алкохол и етар се адсорбују на угљу, а ваздух ослобођен растварача излази преко вентила. Топлота адсорбовања подиже температуру угља за 30-40 °C изнад температуре околине. Кад се активни угљ приближи тачки засићења, смеша ваздух-растварач се усмерава у други адсорбер. Период засићавања адсорбера траје 5-7 h, зависно од концентрације растварача у ваздуху. Одговарајући вентили се тада затворе, а водена пара се преко отвореног вентила уводи ради уклањања адсорбованог растварача. Растварач и водена пара излазе из суда кроз за то намењен отвор/вентил. Пошто се растварач уклони, зауставља се увођење водене паре, вентил за одвод се затвара и топао ваздух (110 °C) уводи преко свог вентила. Тиме се исушује слој активног угља и ваздух засићен воденом паром излази ван. Испаравање воде из угља током сушења снижава температуру угља на ≤ 100 °C. Крај сушења се констатује по наглوم порасту температуре на 110 °C. Тај моменат је врло опасан јер угљ може да се запали. Да би се то спречило, уводе се CO_2 или N_2 у суд при крају сушења. Када је сушење комплетирано, уместо топлог ваздуха се уводи хладан ваздух. Хлађење је завршено када температура опадне на 15-20 °C, што траје 1-2h, зависно од годишњег доба. Пошто се адсорбент осушио и охладио, суд је спреман за следећи циклус адсорбовања.⁶

Велики утрошак водене паре је подстакао развој другачијег и економичнијег поступка у којем је грејач-хладњак смештен унутар адсорбера, тако да је загревање и хлађење пуњења постало много економичније. Тај систем је напуштен због недовољне безбедности кад је грејач унутар суда. Модификовани систем који је сада у најширој употреби, ефикасан је и безбедан. Време појединих операција је знатно смањено у односу на старије конструкције: адсорбовање (2h), дестилација воденом паром (45min), сушење угља топлим ваздухом (45min), хлађење (30min). Осим пуњења активног угља, у апсорбер се полаже и "термички" слој од изломљеног камена који упија топлоту, која би довела до паљења угља. Струја ваздуха и растварача се убацује вентилатором и пролази преко слојева и излази кроз други вентил. Када се угљ засити растварачем, оба вентила се затворе, уводи се водена пара кроз трећи вентил, а отвори се четврти вентил и предестилисани алкохол и етар пролазе кроз кондензатор. Кондензат, састављен од растварача и воде, сакупља се у доњој секцији кондензатора и одавде пумпом пребацује на ректификацију. После дестилисања растварача, увођење водене паре се прекида и кроз адсорбер проводи топао ваздух. Када је слој угља осушен, искључује се грејач ваз-

6 Технолошки приручник за баруте: "Милан Благојевић – Наменска" а.д., ур. Штрк Т., Лучани, 2004.

духа и пуњење се хлади помоћу хладног ваздуха, после чега је адсорбер спреман за наредни циклус адсорпције.

Заустављачи пламена се примењују ради заштите постројења од пламена, који може настати у цевоводима за транспортовање запаљиве смеше ваздуха и испарења етар-алкохола и да се одвоји сушница од цевовода који је опслужују. Заустављачи типа Sudlic су најефикаснији. Ефикасност заустављача са уграђеним разделником је велика. Он омогућава лако пролажење гаса, а начињен је од слојева метала који проводе топлоту. Бакарна мрежица се користи у виду преграде или спирала, а пуњење се врши бакарним прстеновима. Ова кутија и цевни одводи су затворени танким лимом, који се распрсне уколико дође до експлозије у цевоводу. На тај начин се спречава прекомеран притисак који би довео до експлозије гасне смеше.

Следе поступци: сечење, сортирање и завршно уклањање растварача.

6. Сушење

Претходно осушен барут сагорева веома споро јер заостали растварач делује као инхибитор. Тек кад садржај заосталог растварача буде испод одређене границе, барут стиче потребну брзину сагоревања, односно постиже и балистичку стабилност, јер нема испарљивих компонената које би спонтано испаравале и реметиле балистичка својства.

Завршно уклањање растварача из НЦ барута се може обавити на два начина:

- сушењем под сниженим притиском на $t = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ или на P_0 и на $t = 50\text{-}60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- квашењем барута у хладној или топлој води после чега следи сушење.

6.1. Сушење под сниженим притиском

Барут се ставља на дрвене рамове са затегнутом муслинском тканином, који се ређају на полице. Сушница се потом затвара и укључује вакуум-паумпа. Кад се притисак устали, одврну се вијци који држе поклопце, који остају херметички приљубљени уз сушницу због вакуума који унутра влада. Ова сигурносна мера се примењује до краја сушења. Ако би дошло до пожара, поклопци би се слободно одвојили, тј. нема услова за сагоревање барута у конфинованом простору.

Користе се у производњи ситнозрних барута (стрељачких љуспичастих барута). Барут који је осушен под вакуумом је мање порозан него барут из којег је растварач уклоњен квашењем. После сушења под вакуумом, барут се може третирати квашењем у циљу уклањања заосталог растварача и после тога опет сушити. Такви третмани не доводе до стварања додатних пора у барутним зрнима.

6.2. Сушење на атмосферском притиску

Различити типови сушница су у употреби за сушење барута на нормалном притиску. То су зграде од армираног бетона са три јака зида и једном издувном страном, начињеном од дрвета. Објекат је издељен у неколико "боксова", сваки прихвата 600-1000 kg барута који се суши. Преградни зидови морају бити довољне

дебљине да издрже висок притисак у случају паљења барута, тако да само издувна страна буде разорена. Изнад врата издувне стране изведена је коса надстрешница од армираног бетона, која штити од кише и усмерава пламен за случај да дође до пожара у просторији. Постоје отвори са месинганим решеткама на доњем делу издувног зида, затим изнад косог зида и на вратима сушнице. Ваздух улази кроз доње отворе и избацује се кроз горње отворе. Ваздух циркулише преко радијатора грејаних топлом водом. Ови су смештени испод металних полица на које се стављају тепсије са барутом. Тепсије су начињене од жичаних мрежица учвршћених у дрвеним рамовима. Када се суши ситни барут, ставља се и муслинска тканина. У посебној просторији смештен је аутоматски систем за одржавање температуре воде која константно напаја радијаторе. Температура воде је за 5 °C виша него унутар простора за сушење и обично је 60 °C.

Када је сушење окончано, прекида се довођење воде у радијаторе и врата држе отворена у току 3h ради хлађења барута пре пражњења. Ова сушница је веома економична јер нема утрошка механичке енергије. Њен недостатак је релативно слабо циркулисање ваздуха, што продужава процес сушења, па се барут дуго излаже деловању повишене температуре.

Постоје и бројне варијанте сушница са механизованом вентилацијом. Сушење у оваквим сушницама захтева приближно пола времена које се утроши са природном вентилацијом. Неповољност механизоване вентилације је чињеница да јака струја ваздуха подстиче оксидацију DPA из барута, што може лако изазвати појаву тамног обојења (тамноплаво или тамнозелено).

Сушење је раније представљало једну од најопаснијих операција, али после увођења нових поступака, та операција сада није опаснија од било које друге у поступку израде барута. Ипак, следеће мере безбедности увек треба да се поштују:

- све полице и други метални делови у објекту сушнице морају бити уземљени;
- врата на сушницама морају се затворити стезачима од дрвета или неварничег метала;
- просторије морају да се чисте (посебна пажња за уклањање просутог барута). Барут који дуго стоји на полицама или по поду подлеже спонтаном разлагању и често представља разлог паљења барута у сушницама. Одржавање чистоће радијатора је од велике важности;
- барут се не сме водити из сушнице пре него што се охлади на 30 °C.

6.3. Квашење - "кување" барута

Завршно уклањање растварача квашењем - "кувањем" је најбрже уклањање из барута. Температура квашења од 80-90 °C није препоручљива из три разлога:

- због високе температуре воде раствори се део DPA, што значи да се снижава садржај стабилизатора у баруту; уз то, висока температура погодује реакцијама оксидације DPA;
- услед високе температуре воде, нитроцелулоза делимично коагулише из колоидног стања, нарочито на површини барута;
- барут постаје порозан, што није увек пожељно.

Барут који је квашен мутан је, непрозиран (због делимичне коагулације) и сиво-зеленкасте боје је, услед реакција које претрпи DPA на вишој температури у присуству воде. Неквашен задржава извесну провидност.

Квашење је најефикасније ако је барут имао само предсушење, а не сушење на некој повишеној температури. При сушењу на 50-80 °C ствара се покорица на површини барута, а то спречава да растварач изнутра дифундује у воду. Из тог разлога најпожељније је да се претходно-осушен барут "кува" на ниској температури (15-30 °C) и да се поступно подиже температура на 50-60 °C. Дуготрајно кување на високој температури, слично дуготрајном сушењу, може да умањи стабилност барута. Снижење стабилности је наглашено када се "кува" несушен барут, који садржи велику количину растварача, јер несушен барут при кувању изгуби више DPA него сушен барут који садржи мало растварача.

Ако се барут претходно суши одмах после екструзије у влажној атмосфери која олакшава продирање влаге, стабилност бива погоршана. Ако се сушење дешава у ограниченом простору деловањем струје сувог ваздуха, без приступа влаге, стабилност се неће смањити.

Са савременом опремом за сушење, сада не постоји бојазан од смањења стабилности при "кувању" осим уколико се исто не обави сувише енергично. Понекад, ако се жели добити веома порозан барут, (на пример, спортски или вежбовни барут велике живости) барутне нити или шипке се кувају у топлој води одмах након екструзије на преси. Наглим уклањањем растварача, барутна маса бубри и стварају се шупљине унутар масе. Барут се може учинити порозним претходним уношењем соли растворних у води, која се уклања током кувања. Калијум-нитрат је уобичајен за ову сврху с тим што један његов део остаје у баруту и побољшава његову живост. Кување НЦ-барута са етар-алкохолом као растварачем треба водити тако да се растварач (првенствено алкохол) који прелази у водени раствор може рекуперисати.

6.4. Садржај заосталог растварача и влаге у баруту

Барути који се производе са испарљивим растварачем морају се на крају ослободити истог у што већој мери, јер прекомеран садржај заосталог растварача штетно делује на балистичку стабилност барута. Код НЦ барута садржај заосталог растварача мора бити <1%; у крупнијим барутима (дебље љуспице, шипке, цевчице) тај садржај може бити релативно већи, док је у ситним барутима по правилу нижи. Барути који су површински желатинизовани камфором, садрже извесну количину невезаног камфора који може да испарава током загревања или складиштења. Осим заосталог растварача, НЦ барут садржи извесну количину воде, било у оквиру заосталог навлажења, непотпуно одстрањеног током сушења, или у виду влаге коју упија сам барут. НЦ барут је благо хигроскопан јер се делимично састоји од неколоидизоване (влакнасте) нитроцелулозе која је хигроскопна. Хигроскопност НЦ барута углавном зависи од садржаја азота у нитроцелулози, која је утолико мање хигроскопна што је њен садржај азота виши. НЦ барути који су површински желатинизовани са централитом, камфором или нитро-једињењима су мање хигроскопни због желираног слоја на површини који спречава продирање влаге.

Садржај влаге, одређен сушењем на температури 60 °С у току 4h, мора бити константно у границама 1-2%.

Следе процеси површинске желатинизације, полирање стрељачких барута, завршни третмани у изради барута, мешање, влажење.

7. Прерада отпатка

Постоје две главне врсте отпадака: отпадак од некуваног и отпадак од куваног барута. Употреба ових отпадних материјала се разликује у принципу. Први се враћају у гњеталице на прераду, а други се по правилу не рециклирају у производњу барута. Кувани барут не сме се додавати у барутно тесто због снижавања хемијске стабилности барута, осим ако се не ради о примени непосредно након израде.

Отпадак се ствара при разним операцијама током израде барута:

- (а) - остаци теста из гњеталица и конвејера;
- (б) - деформисане нити или цевчице са пресе за екструзију;
- (ц) - маса заостала у преси између дна клипа и матрице;
- (д) - неправилна зрна са пребирања после сечења, а пре сушења.

Већа количина отпатка (б) и (д) настаје током израде ситнијих барута. Прерађује се поновним гњетањем, тј. растварањем у смеси етар-алкохол.

Отпадак од куваног барута се првенствено употребљава за прелиминарна балистичка испитивања. Могућа је и употреба за мање захтевне врсте барута, који би се одмах употребили (практикује се код барута за спортско оружје).

8. Стабилизовање нестабилног барута

Ако стабилност барута не одступа много од тражене вредности, иста се може поправити квашењем барута у алкохолном раствору DPA. За ту сврху се барут стави у цилиндричан суд, напуњен раствором дифениламина, затвори и остави да стоји неколико дана. Концентрација DPA мора бити таква да укупна количина не буде већа од 0,5-1,0% масе барута. Препоручује се и употреба једног алкохолног раствора уз мањи додаток етра, на пример један део етра на пет делова алкохола. Етар изазива бубрење дела НЦ што олакшава продирање раствора DPA у барутна зрна. Количина не сме бити превелика, да не би дошло до растварања НЦ.

9. Закључак

На основу чињенице да су нитроцелулозни барути веома фреквентни у широј проблематици од интереса за форензичка истраживања, форензичари су у обавези да се студиозно баве свим аспектима у вези са овим експлозивним материја-

ма. Један део ове проблематике, изузетно обиман, представља технологија производње нитроцелулозних барута, односно све њене етапе. У свим представљеним процесима је, такође, простор за евентуално поступање форензичара, било да је потребно корелирати чињенице из форензичке балистике, односно терминалне балистике у неком конкретном случају са елементима технологије производње коришћених барута или су у питању ванредни догађај или акцидент у производњи или транспорту барута.

Литература

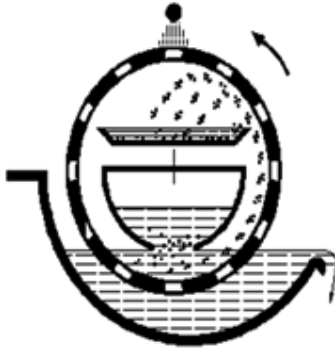
1. Јеремић, Р.: Експлозивне материје. Београд: Војноиздавачки завод, 2007.
2. Корајлић, Н.: Криминалистичка методика откривања, разјашњавања и доказивања експлозива. Сарајево: Центар за сигурносне студије, 2009.
3. Lee, H.(ур): Материјални трагови. Загреб: Министарство унутрашњих послова Републике Хрватске, 1998.
4. Радовановић, Р.: Техничка средства полиције, треће измењено и допуњено издање, Београд: Криминалистичко-полицијска академија, 2012.
5. Технолошки приручник за баруте,; "Милан Благојевић – Наменска" а.д., ур. Штрк Т., Лучани, 2004.
6. Franjić, B., Milosavljević, M.: Forenzička balistika. Banja Luka: Internacionalna asocijacija kriminalista, 2009.
7. Hristovski, M.: Eksplozivne materije. Beograd, 1994.
8. www.forceofdimamtye.cro
9. www.policensw.com/info/forensic/forensicball1.html
10. www.science.com
11. www.webbookchemistry.com

Summary: This paper analyzed the important segments of the production technology of nitrocellulose powder. These powders have an important place in the wider issues of interest to the forensic investigation. Analyzed the processes of dehydration nitrocellulose (NC) in centrifuges and the presses, rectification of alcohol after dehydration NC, preparing and shaping mixture of nitrocellulose. Problems of use of solvents is shown through the recovery of the solvent by condensing vapors, solvent recovery isothermal compression and solvent adsorption on activated carbon. Considered the most important problems of drying under reduced pressure, drying at atmospheric pressure, the content of residual solvent and moisture in the propellant, processing waste and stabilization of unstable gunpowder.

Keywords: nitrocellulose, gunpowder, mixture of nitrocellulose, solvent, drying.

Прилог

Опремаза производњу нитроцелулозних барута



Одвајач чворића

Намена: за издвајање чворића и нечистоћа из суспензије

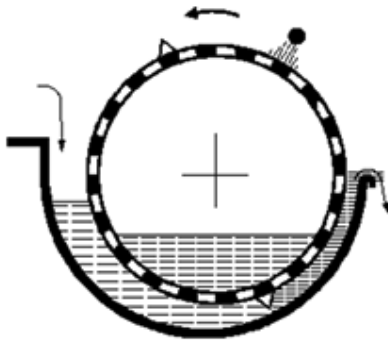
Бубањ: $\varnothing 1000 \times 2000$ mm

Број обртаја бубња: (0,7 ÷ 4,5) o/min

Снага: 2,2 kW

Фреквенција осциловања бубња: 920 min⁻¹

Амплитуда: могућност избора амплитуде (10×)



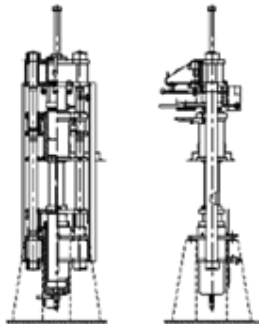
Угушћивач суспензије

Намена: угушћивање суспензије

Бубањ: $\varnothing 1250 \times 2000$ mm

Број обртаја бубња: (4 ÷ 25) o/min

Снага: 2,2 kW

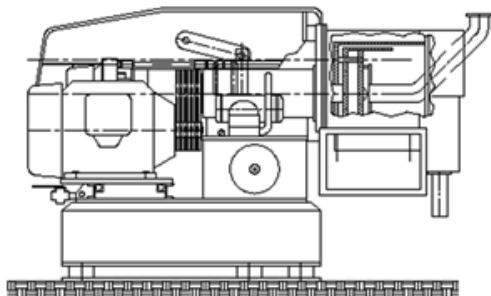


Хидрауличке пресе за истискивање

Намена: истискивање воде из нитроцелулозе и алкохолизација

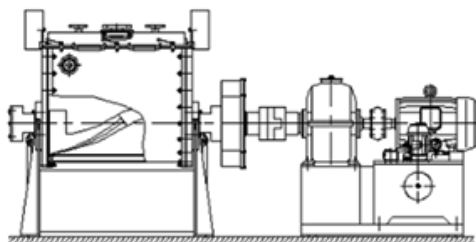
Сила пресовања: (1900 ÷ 4300) kN

Суд за масу: (75 ÷ 170) dm³



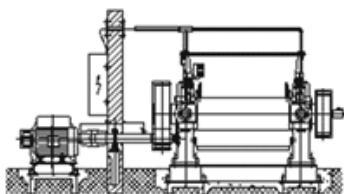
Двостепена центрифуга

Намена: издвајање чврстог дела из суспензије
Добоши: $\varnothing 550 / \varnothing 630$ mm
Број обртаја добоша: 1300 min⁻¹
Аксијални помак : 40 mm
Број аксијалних помака: (15 ÷ 36) min⁻¹
Снага: 77 kW



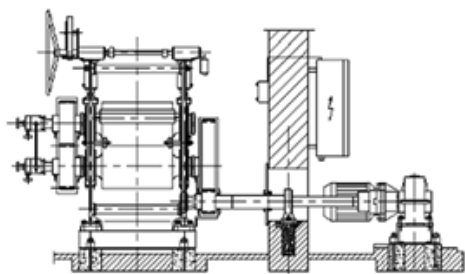
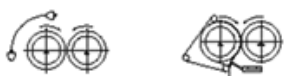
Гњеталице – мешалице

Намена: за гњетање-мешање вискозно-пластичних материјала
Мешачи: „Z” или по жељи
Укупна запремина: (20 ÷ 2400) l
Снага: (1,5 ÷ 90) kW
Прахњење: искретањем суда или пужем
Са/без темперирања и вакумирања суда



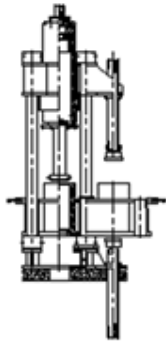
Хоризонтални двоваљци

Намена: ваљање барутне масе
Ваљци: ($\varnothing 400 \times 1000$; $\varnothing 550 \times 1500$) mm
Фрикција: 1:1; 1,39
Снага: (30 ÷ 45) kW
Са грејањем/ хлађењем ваљака
Са/без корпе за храњење
Са/без уређаја за пресавијање



Вертикални двоваљци

Намена: ваљање барутне масе
Ваљци: ($\varnothing 400 \times 700$; $\varnothing 450 \times 1200$) mm
Фрикција: 1:1;
Снага: (18,5 ÷ 37) kW
Са грејањем/хлађењем ваљака
Са/без уређаја за пресавијање платна



Хидруличке пресе за обликовање

Намена: обликовање једнобазних и више-
базних барута

Сила пресовања: (1600 ÷ 8200) kN

Суд за масу: 2 x (30 ÷ 64) dm³

Са/без грејања/вакумирања суда за масу

III део
ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ СПЕЦИФИЧНИХ МАТЕРИЈАЛА

ФОРЕНЗИЧКИ ЗНАЧАЈ ОДРЕЂИВАЊА ПАРАМЕТАРА ДЕЈСТВА ПИШТОЉСКИХ ПРОЈЕКТИЛА

Радован В. Радовановић¹

Марко З. Ристић²

Јелена В. Милић³

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Пројектили ватреног оружја продиру у циљ захваљујући расположивој кинетичкој енергији у тренутку удара, геометрији и механичким карактеристикама материјала од којих су израђени. Ефикасност зрна при пробоју (деструкцији или уништењу циља) зависи од више чинилаца, а свакако су најважнији: ударна брзина зрна, ударни угао, врста и карактеристике материјала зрна и циља, облик и геометрија зрна и циља. За анализирану врсту пиштољских пројектила разматра се модел њиховог дејства на циљ. Дефинишу се: коефицијент облика, кинетичка енергија и брзина и маса пројектила као основни параметри који карактеришу дејство на циљ. У анализи су израчунати параметри дејства за одабране врсте пројектила малих калибара. Показано је да карактеристике пројектила, маса и почетна брзина имају највећи утицај на вредности параметара дејства пројектила. Да би се повећала пробојност пројектила треба повећати његову кинетичку енергију приликом поготка, а смањити површину на коју та енергија делује. На основу анализираних величина, као и дефинисањем модела вероватноће погађања циља, може се поставити модел преживљавања потенцијалних циљева.

Кључне речи: пројектил, калибар, зауставна моћ, брзина пробоја.

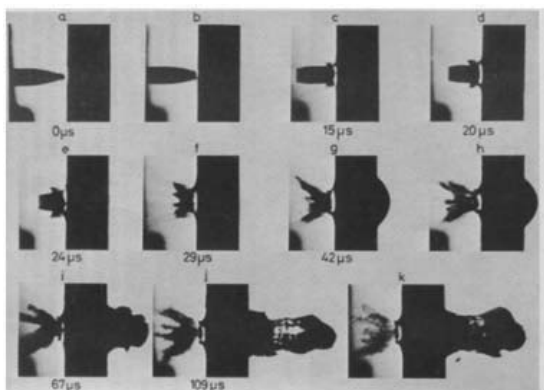
1 radovan.radovanovic@kpa.edu.rs

2 markoffh@yahoo.com

3 jelenamilimbh@hotmail.com

1. Увод

Пројектили (зрна) ватреног оружја⁴ продиру у циљ захваљујући расположивој кинетичкој енергији у тренутку удара, геометрији (облику) и механичким карактеристикама материјала од којих су израђени. Сам процес је доста сложен, па се истраживања у тој области често заснивају на експерименталним методама и рачунарским симулацијама. Ефикасност зрна при пробоју (деструкцији или уништењу циља) зависи од више чинилаца, а свакако су најважнији: ударна брзина зрна, ударни угао, врста и карактеристике материјала зрна и циља, облик и геометрија зрна и циља. На слици 1 је приказана еволуција процеса пробијања циља дебљине 20 mm стрелачким⁵ зрном с оловним језгром (Ђорђевић, 2004).



Слика 1: Процес пробијања циља (мете) од алуминијума оловним зрном (Ђорђевић, 2004)

Процес се региструје помоћу класичне рендгенске апаратуре у тренутку прилаза и контакта с метом до стварања испупчења на задњој страни мете и његове експанзије. У следећем тренутку испупчење прелази у „облак“ који се образује од фрагмената насталих одвајањем од плоче, чији је облик приближан облику елипсоида. На слици 2 је представљено дејство зрна на циљ помоћу рачунарске симулације.

4 Ватрено оружје је свака направа која је израђена, прилагођена или намењена за избацивање једног или више пројектила великим брзинама, користећи гасове добијене (развијене) сагоревањем горива експлозивне материје односно пуњења у цеви. Из форензичког аспекта, ватрена оружја се могу разврстати на фабрички стандардно израђена и оружја нестандардне израде (ручно прављена и/или преправљена оружја) (Радовановић, 2012).

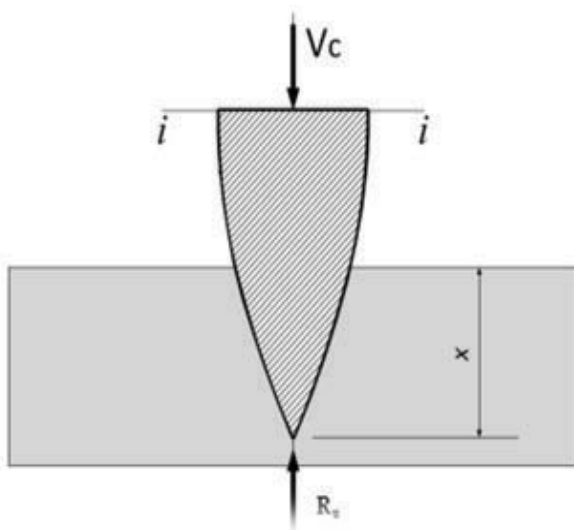
5 Посебно занимљива група с форензичког и полицијског становишта јесте стрелачко оружје. Појам *стрелачког оружја*, изузев пушке, у ширем смислу обухвата и остала ватрена оружја чији је метак сличан пушчаном како по изгледу тако и по начину вођења зрна кроз цев. Дакле, пројектил (зрно) стрелачког оружја нема водећи прстен, већ се у току вођења кроз цев урезује својом кошуљицом. Стрелачка оружја се класификују према врсти (пиштољи, револвери, аутомати, пушке, пушкомитраљези, митраљези и тешки митраљези); према калибру тј. унутрашњем пречнику канала цеви оружја, измереног између два наспрамна поља – за паран однос између поља и наспрамног жлеба, за непаран број поља и жлебова (малог калибра – до 6,5 mm, нормалног – до 10 mm и великог калибра – до 14,5 mm); према намени (бојево, спортско и ловачко); према дужини цеви (оружје с дугом и кратком цеви) и према начину рада (неаутоматско, полуаутоматско и аутоматско) (Радовановић, 2012).



Слика 2: Рачунарска симулација процеса пробијања циља зрном (Станојевић, 2010)

Данас се за симулацију дејства зрна примењују различита софтверска решења, која на основу методе коначних елемената (*МКЕ*) и механичких модела врло добро омогућавају сагледавање тог проблема. Међу њима су, на пример, *ANSYS AUTO-DYN*, *LS DYNA* и сл. Међутим, и поред тога, без адекватних експерименталних истраживања није могуће добити прецизан и тачан модел дејства зрна на циљ, као ни сасвим поуздане резултате симулације дејства.

Да би се одредили параметри продирања зрна у циљ потребно је дефинисати модел кретања зрна кроз циљ као препреку. Ако зрно погађа циљ брзином (v_c) под правим углом (слика 3), после удара у циљ предаје му кинетичку енергију која се претвара у механички рад ради уништења циља, односно разарање живог ткива.



Слика 3: Процес пробијања циља (Stamatović, 1995)

Продирање (пенетрација) зрна у циљ сопственом енергијом може се описати једначином у диференцијалном облику (Stamatović, 1995):

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -R_u \quad (1)$$

где су: m – маса пројектила, x – дубина продирања, а R_u – укупна сила отпора циља или средине.

Вредност отпора средине се одређује преко рада силе продирања у облику:

$$\frac{mv_c^2}{2} = \frac{1}{2} R_u l_p \quad \text{односно} \quad R_u = \frac{m}{l_p} v_c^2 \quad (2)$$

где су: v_c – брзина зрна у тренутку удара у циљ, а l_p – дубина продирања.

Продирање зрна кроз препреку не зависи само од дебљине препреке и почетне брзине зрна већ и од квалитета материјала зрна и препреке. Дубина продирања (l_p) обично се одређује Тејтовом (*Tate*) релацијом (Stamatović, 1995), која је прилагођена за обична зрна и зрна с пуном кошуљицом, користећи густину материјала и границу течења зрна и препреке.

Дати модел пробијања циља важи уопште за готово све циљеве као тврде препреке. У случају поготка људског организма зрном, организам доживљава шок који се, према Станојевићу (Станојевић, 2010), састоји од низа догађаја чији је крајњи ефекат смрт.

Клинички развој шока обухвата следеће: бледило, констрикцију вена, убрзани пулс и дисање, губитак рефлекса, ацидозно дисање, губитак свести и смрт. Све су то појаве које се дешавају релативно брзо, с тим што брзина њиховог одвијања и тренутак испољавања зависе од места на телу човека које је погођено зрном. На основу многобројних испитивања на животињама, установљено је да људски организам карактеришу три зоне рањивости тј. повреда (Stamatović, 1995):

- 1) 60% зона лаких повреда,
- 2) 25% зона тешких повреда (екстремитети) и
- 3) 15% зона смртоносних повреда (глава, врат, торзо и препоне).

У вези с овом класификацијом рањивости могу се дефинисати заштитна средства и опрема ради повећавања вероватноће преживљавања човека.

2. Параметри и карактеристике пројектила

Међу многобројним параметрима пројектила оружја и њиховим важним карактеристикама, наводимо само оне који су значајни за њихово дејство према циљу.

Брзина кретања пројектила (v_0) после напуштања уста цеви, односно падна брзина којом пројектил удара у циљ (v_c).

Енергија пројектила (E_k), односно расположива кинетичка енергија у тренутку удара пројектила у циљ. Она се одређује познатом релацијом према:

$$E_k = \frac{mv_c^2}{2} \quad (3)$$

У табели 1 је дат преглед почетних брзина (v_0) и кинетичке енергије (E_k) за неке врсте пиштоља (Станојевић, 2010).

Табела 1: Почетна брзина пројектила и кинетичка енергија за пиштољско оружје (Станојевић, 2010)⁶

Оружје	Ознака муниције ⁶	Калибар (mm)	Маса зрна (g)	v_0 (m/s)	E_k (J)
Beretta FS92	0.177	4,49	2	170	20
CZ 99	.40 S&W	10,16	8,7	360	575
M 83	.357Mag	9	8,1	490	960
Glock 21	.45 ACP	11,43	10,7	320	559

Облик пројектила који подразумева одређену аеродинамичку форму и димензије зрна ради смањења отпора при кретању кроз ваздух. Аеродинамичке силе и моменти који настају услед интеракције зрна и ваздуха директно зависе од облика пројектила. Облик зрна карактерише његов предњи део или врх (који може бити конус, оживал⁷, парабола, сфера или нешто сложенијег облика који настаје комбинацијом простих облика – конус и зарубљени врх, парабола и зарубљени врх, конус и сфера, конус-конус и оживал и сл.), затим тело зрна које је цилиндричног облика и задњи део зрна који може бити у облику цилиндра с равним пресеком, зарубљеног параболоида и/или зарубљеног конуса.

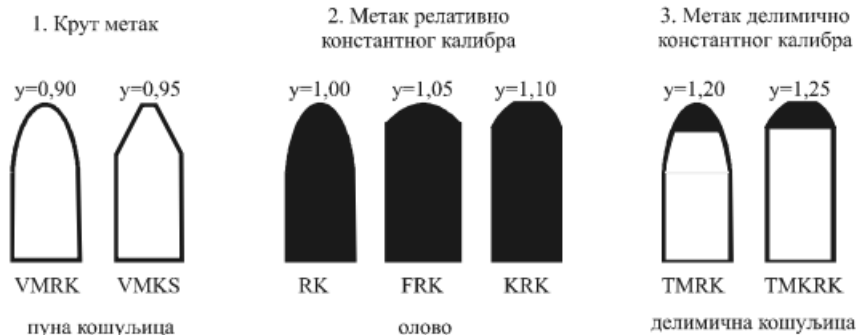
Материјал пројектила који се користи за његову израду зависи од врсте и калибра зрна. Постоји више врста пројектила: *класична, обележавајућа и панцирно-запаљива* зрна. Класично зрно се састоји од језгра и кошуљице. Кошуљица се израђује од томбака (легура бакра и цинка), а језгро од олово-антимонске легуре. Легура олова (*Pb*) и антимона (*Sb*) у проценту 87% *Pb* и 13% *Sb* најчешће се користи за израду језгра зрна. Антимон се додаје олову ради повећања чврстоће. Томбак је обично легура бакра и цинка (*Cu-Zn*) с 5–20% *Zn* који има боју и сјај налик злату. Он има добре технолошке особине: обрадивост у топлом и хладном стању, добра обрадивост резањем и добру отпорност на корозију. Температура топљења је око 1083°C, густина материјала износи 8960 kg/m³ и има веома добру топлотну проводивост (Димитријевић, 2003).

У зависности од облика зрна, материјала и кошуљице (Церовић, Суботић, 2005) дефинише се коефицијент облика и материјала (y). На слици 4 су представљени неки облици пиштољских зрна у зависности од коефицијента облика и материјала зрна.

⁶ Свака земља има свој систем означавања муниције који подразумева међународно признате ознаке. У англо-саксонском систему означавања муниције, уместо зареза се користи тачка за одвајање децимала и обично се изоставља нула испред тачке. За превођење калибра, на пример, .40 S&W у метрички систем, потребно је број 0,40 помножити с 25,4 mm (1 инч). Таква разлика у мерама може бити и због тога што се негде користи ознака калибра оружја, а не ознака муниције, тј. унутрашњи пречник цеви између супротних поља је мање димензије, а зрно је већег пречника од називног калибра како би се остварило потребно заптивање зрна у цеви оружја (Радовановић, 2012).

⁷ Појам *оживала* потиче од француске речи *ogive, ogival*, што значи шиљаст лук односно шиљаст врх цилиндричног дела зрна, који може бити тангента таквог круга или елипсе (тангентни оживал) или га може сећи (секантни оживал). Секантни оживал донекле побољшава балистичке особине зрна захваљујући мањем отпору ваздуха у лету (Димитријевић, 2003).

ОБЛИК ПИШТОЉСКИХ ЗРНА



Слика 4: Зависност коефицијента од облика и материјала (Церовић, Суботић, 2005)

3. Модел дејства пројектила на циљ

Пројектил (метак) или зрно продире у препреку у тренутку судара с њом захваљујући својој кинетичкој енергији и чврстоћи коју има. Када је реч о класичној пиштољској муницији, пробијање препреке је механичка појава коју карактерише више фаза:

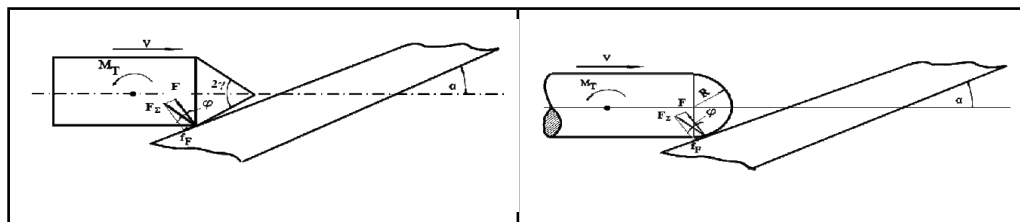
- од тренутка контакта с циљем тело зрна се окреће у вертикалној равни око његовог центра масе;
- истовремено центар масе тела наставља транслаторно кретање по путањи која је крива линија;
- окретање тела зрна престаје у тренутку изједначавања момента окретања с моментом отпора кретању који пружа препрека;
- од тог тренутка зрно наставља кретање уколико у фази закретања нису настале трајне деформације предњег дела зрна.

Приликом судара пројектила с полусферичним или конусним врхом (слика 5) настају следеће силе:

- F, fF је сила отпора којом циљ делује на пројектил и одговарајућа компонента силе трења и
- F_{Σ} је резултујућа сила интеракције зрна и циља, која ствара обртни момент M_T , чији смер и интензитет зависе од F_{Σ} .

Ако је $M_T < 0$ (кретање супротно од смера казаљке на сату), зрно ће рикошетирати⁸ (одбити се) од циља, а ако је $M_T = 0$, резултујућа сила пролази кроз тежиште тела и зрно продире без промене правца кретања.

⁸ Рикошет је последица клизања пројектила по површини циља. На месту поготка остаје елипсasti траг врло мале дубине.



Слика 5: Тренутак удара у циљ зрна: а) с конусним врхом и б) с полусферичним врхом (Станојевић, 2010)

Модели одређивања моћи пробијања

За одређивање моћи пробијања се користе још увек приближне методе, засноване на теоријским апроксимацијама и експерименталним истраживањима. Једна од значајнијих је полуемпиријска формула Де Марреа (*De Marrea*) за одређивање лимитне брзине, тј. граничне ударне брзине зрна за пробијање оклопа задате дебљине. Првенствено се користи за утврђивање пробојности када су у питању зрна већих калибара.

У свом општем облику та релација гласи:

$$V_{\text{lim}} = k \frac{e^n d^p}{m^q} \quad (4)$$

где су: m – маса зрна, e – дебљина препреке, d – калибар зрна и k – коефицијент пропорционалности. Експоненти n , p и q , према различитим ауторима, имају дефинисане вредности и зависе од масе, материјала, калибра и облика зрна и карактеристика циља, као што су димензије, облик, материјал и сл. Њихове вредности се могу илустровати у табели 2 и најчешће се односе на веће пројектиле, док је за мале пројектиле неопходно утврђивање вредности експерименталним истраживањима.

Табела 2: Вредности експонената ударне брзине пробоја зрна, према неким ауторима (Stamatović, 1995)

Аутор	Вредности експонената		
	n	p	q
<i>Jacob de Marre</i>	0,75	0,7	0,5
<i>Euler</i>	1	0,5	0,5
<i>Noble</i>	0,5	1	0,5
<i>Krupp</i>	0,8	0,6	0,5

Коефицијент пропорционалности (k) је опитни коефицијент и зависи од особина оклопа и конструктивних особина тела зрна. Стварна вредност коефицијента k се одређује искључиво експериментално.

Треба нагласити да релација (4) даје добре резултате и у случају мањих калибара зрна, уз одређена ограничења – ако се V_{lim} не разликује за више од $\pm 15\%$ и ударни угао за више од $\pm 10\%$ од ударне брзине и угла при којима је утврђена вредност

коефицијента k . Поред те релације, у литератури (Stamatović, 1995) су познате и неке друге, као што су: брзина пробијања према моделу *Gabeand*, затим модели *Lamber* и *Zukas*, модел пробијања на основу теорије одржања импулса масе итд.

4. Параметри дејства пиштољских зрна на циљ

Дејство зрна на циљ директно зависи од кинетичке енергије (E_k), а испољава се параметрима дејства приказаним у даљем тексту.

- Релативна зауставна моћ – RSP (енг. *Relative Stopping Power*) представља показатељ дејства зрна на циљ ради онемогућавања дејства противника (Церовић, Суботић, 2005). Дефинише се следећом релацијом:

$$RSP = mvSy \quad (5)$$

где су: m – маса пројектила, v – брзина зрна на путањи, S – површина попречног пресека зрна, y – коефицијент облика врха зрна и материјала (фактор облика врха пројектила).

Користи се најчешће за пиштољска зрна и у директној је вези с обликом врха пројектила и употребљених материјала за његову израду. Према слици 3, коефицијент y има вредности које се крећу у интервалу од 0,9 до 1,25 и за одређене облике врха и материјала зрна може се представити у табели 3:

Табела 3: Вредности коефицијента облика и материјала неких врста зрна (Церовић, Суботић, 2005)

Врста зрна	y
Пуна кошуљица, обли врх	0,90
Полукошуљица, врх од олова, обли врх	1,00
Зрно од олова, сферични врх	1,05
Зрно од олова, купасте врх	1,10
Зрно оловно, s/w	1,25

Релативна зауставна моћ је бездимензионални параметар и може се користити само као упоредна величина између појединих врста и калибара зрна, а не као чинилац који одређује рањивост или смртност циља.

- Релативни шок – RSW (нем. *Relative Schock Wirkung*) је метода развијена у Немачкој, с посебним акцентом на експерименталном одређивању коефицијента облика врха и материјала зрна (Церовић, Суботић, 2005).

Овај параметар показује однос уложене енергије и остварених ефеката на циљ при дејству пројектилама, тј. пиштољском и пушчаном муницијом. Омогућује квалитетнију анализу у односу на RSP.

Релација за одређивање RSW је представљена као:

$$RSW = \frac{1}{56} GFV \quad (6)$$

где су: $F = \left(\frac{yd}{2}\right)^2 \pi$, y – коефицијент облика и материјала зрна, d – калибар зрна, G – коефицијент зрна, а $\left(\frac{yd}{2}\right) = r$ – радијус у зависности од калибра, коефицијента облика врха и материјала зрна.

Анализом многобројних података из праксе одређени су критеријуми за оцењивање учинка пројектила на живом циљу. Ти подаци (Церовић, Суботић, 2005) су дати у табели 4.

Табела 4: Учинак зрна на основу релативног шока (Церовић, Суботић, 2005)

RSW	Учинак	Шок (%)	Вероватноћа преживљавања (%)
0–20	Лако рањавање	0–7,5	92,5–100
20–30	Рањавање	7,5–17,5	82,5–92,5
30–40	Тешко рањавање	17,5–35	65–82,5
40–55	Тешко рањавање са могућим смртним исходом	35–65	35–65
55–95	Тешко рањавање са смртним исходом	65–100	0–35
> 95	Моментална смрт	Тотални	0

- Густина кинетичке енергије – DKE (енг. *Density Kinetic Energy*) представља специфичну енергију, односно распоред кинетичке енергије зрна по јединици површине попречног пресека. То је усвојени критеријум оцене учинка пројектила у стандардима НАТО-а (Церовић, Суботић, 2005). Релација за израчунавање DKE је дата у облику:

$$P_{erf} = \frac{E}{A} \quad (7)$$

где су: E – кинетичка енергија зрна (J), а A – површина попречног пресека зрна (cm²).

Густина кинетичке енергије представља параметар који одређује успешност дејства зрна на одређеној даљини гађања. Ефикасни дOMET оружја директно зависи од падне брзине зрна и промене његове кинетичке енергије. У табели 5 је дат преглед учинка зрна на основу густине кинетичке енергије, дејством на живи циљ без заштитне опреме.

Табела 5: Учинак зрна на основу густине кинетичке енергије (Церовић, Суботић, 2005)

P_{erf} (J/cm ²)	Учинак на циљ
0 – 10	Нема пробијања
10 – 30	Пробија кожу
30 – 40	Ломи равне кости, напрснуће дуге кости
> 40	Ломи дуге кости

Зрна већег калибра имају већу густину кинетичке енергије (на пример, зрна калибра 12,7 mm и 14,5 mm, која имају шест до десет пута већу концентрацију енергије по површини у односу на пиштољска), па тако на живом циљу изазивају фаталне повреде и кидање ткива у већем обиму у односу на пушчана и пиштољска зрна.

5. Анализа дејства пиштољских зрна на циљ

Модел прорачуна дејства зрна је извршен у зависности од намене, калибра и облика пројектила. На основу сличности конструктивних параметара, за анализу је одабрана група пројектила мање масе (пиштољска зрна) следећих калибара:

- зрно калибра 7,62 mm, модел P1, за пиштоље 7,62 mm M57 (слика 6а) и M33 TT;
- зрно калибра 7,65 mm, модел P2, за пиштољ 7,65 mm M70 (слика 6б) и аутоматски пиштољ 7,65 mm M75/M61 (Чешка) и
- зрно калибра 9 mm, модел P3, за пиштоље 9 mm CZ 99 (слика 6в) и 9 mm M88.



а)



б)

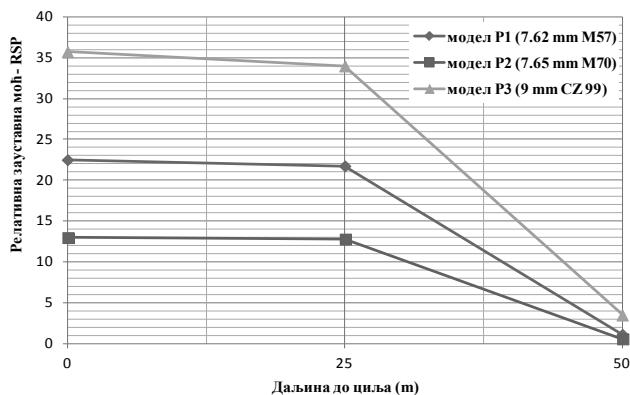


в)

Слика 6: Изглед пиштоља: а) 7,62 mm M57, б) 7,65 mm M70 и в) 9 mm CZ 99

Прорачунати су следећи параметри дејства: релативна зауставна моћ RSP према релацији (5), релативни шок RSW према релацији (6) и густина кинетичке енергије P_{erf} према релацији (7). Коефицијенти облика зрна и материјала су узети (Димитријевић, 2003; Регодић, 2013) као што је приказано на слици 4 и у табели 3. Усвојен је коефицијент облика зрна $u = 0,9$. Модели пројектила групе P који су одређени за анализу имају следеће заједничке особине: врх зрна је полусферичног облика, а зрна имају пуну кошуљицу од томбака и оловно језгро допирано антимоном.

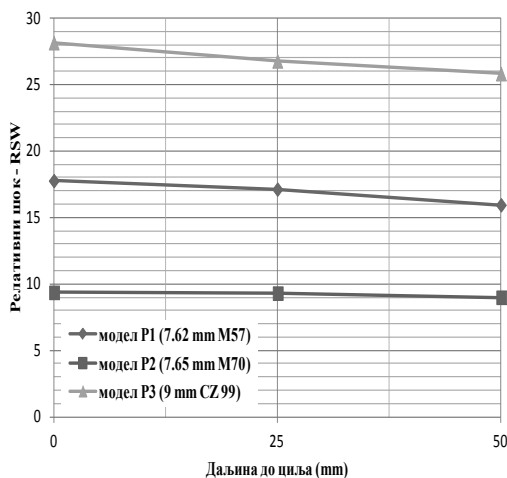
На слици 7 су представљене вредности параметара релативне зауставне моћи RSP три врсте пројектила: P1, P2 и P3.



Слика 7: Релативна зауставна моћ за пиштољска зрна

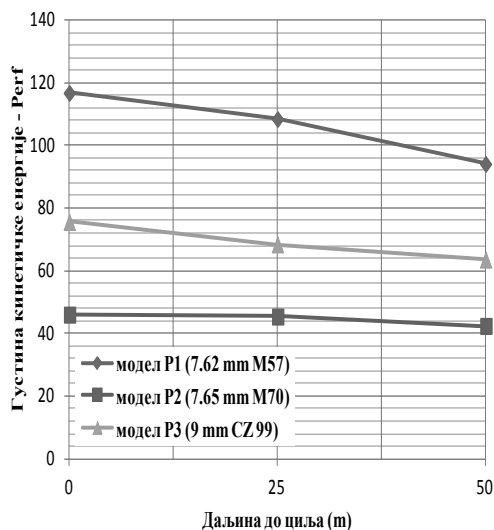
На даљини од 25 m, модел P3 (пиштољ 9 mm CZ 99) има највећу вредност RSP, а модел P2 (пиштољ 7,65 mm M70) најмању вредност RSP. На даљини од 50 m, вредности параметра RSP за сва три модела зрна су релативно мале (испод 5) и скоро исте, што показује да пиштољима не треба гађати преко даљине од 40 m.

На слици 8 су представљене вредности параметара релативног шока RSW за три врсте пројектила: P1, P2 и P3. Највећу вредност RSW има модел P3 (пиштољ 9 mm CZ99), док модел P2 има најмању вредност. Вредности параметара RSW су линеарно сразмерне даљини до циља.



Слика 8: Релативни шок за пиштољска зрна

На слици 9 су представљене вредности параметара густине кинетичке енергије P_{erf} за три врсте пројектила: P1, P2 и P3. Највећу вредност P_{erf} има модел P1 (пиштољ 7,62 mm M57), док модел P2 (пиштољ 7,65 mm M70) има најмању вредност.



Слика 9: Густина кинетичке енергије за пиштољска зрна

У табели 6 је представљен могући учинак дејства разматраних модела пиштољских зрна у случају поготка противника који није опремљен заштитном балистичком опремом.

Табела 6: Процена дејства пиштољских зрна на живе циљеве без балистичке заштите (Регодић, 2013)

Модел	Параметар дејства	Даљина до циља	
		25 m	50 m
P1	RSW	Лако рањавање	Лако рањавање
	P_{erf}	Лом дуге кости	Лом дуге кости
P2	RSW	Лако рањавање	Лако рањавање
	P_{erf}	Лом дуге кости	Лом дуге кости
P3	RSW	Рањавање	Рањавање
	P_{erf}	Лом дуге кости	Лом дуге кости

Добијени резултати указују да ће пиштољи 7,62 mm M57 и 7,65 mm M75 на даљини до 50 m постићи лако рањавање и лом дуге кости, а пиштољ 9mm CZ99 рањавање и лом дуге кости.

У табели 7 је представљена квалитативна процена пробоја заштитне опреме (заштитни прслук од кевлара) моделима пројектила, одређена према релацији (7) и стандардима за класификацију заштитне опреме⁹ (Регодић, 2013; *Ballistic*, 2008).

⁹ Амерички Национални институт за правосуђе (енг. *National Institute of Justice – NIJ*) изменио је старије балистичке стандарде 01.01.03 и 01.01.04 за тестирање заштитних прслука (енг. *Body Armor*). Нови стандард 01.01.06 је нешто строжији. Да би нови стандарди били задовољени, заштитни прслуци морају да имају један додатни слој од четири додатна слоја кевлара у односу на оне рађене према старом стандарду, чиме је знатно увећана маса прслука. Такође, треба напоменути и то да америчке безбедносне институције дозвољавају

На основу добијених резултата се закључује да модел P1 (пиштољ 7,62 mm M57) има највећу пробојност. Он може да пробије заштитни прслук заштитног нивоа друге класе на даљинама од 25 m и 50 m. Заштитни прслук заштитног нивоа треће класе (заштитне плоче од алуминијум-оксида или карбида) на даљинама од 25 m не може да пробије ниједан од разматраних модела пиштољских зрна.

Табела 7: *Квалитативна процена пробоја заштитне балистичке опреме пиштољским зрнима* (Регодић, 2013; *Ballistic*, 2008)

Нивои заштите	Модел P1		Модел P2		Модел P3	
	25 m	50 m	25 m	50 m	25 m	50 m
Класа I	да	да	да	да	да	да
Класа II	да	да	не	не	не	не
Класа III	не	не	не	не	не	не

6. Закључак

Релативна зауставна моћ као бездимензиони параметар може се користити само као упоредна величина између појединих врста и калибара пројектила, али не и као квалитативни параметар дејства на циљ.

Пројектили, према резултатима прорачуна, имају већу зауставну моћ на мањим даљинама гађања (до 25 m), док је на већим даљинама она готово безначајна.

На основу резултата прорачуна релативног шока за разматране моделе пиштољских пројектила закључује се да имају мале ефекте (односи се само на параметар релативног шока) на циљ. Преглед учинка зрна на основу густине кинетичке енергије (табела 5), а на основу прорачунских резултата, указује на то да испитивани модели пиштољских зрна остварују значајне деструктивне ефекте на живим циљевима без заштитне опреме.

Истраживање дејства зрна на циљ омогућава метода за одређивање релативног шока, заједно с прорачуном густине кинетичке енергије зрна која се односи на пробојност. Карактеристике пројектила, маса и почетна брзина имају највећи утицај на вредности параметара дејства пројектила. За повећање пробојности пројектила треба повећати кинетичку енергију пројектила приликом поготка (тј. масу пројектила и брзину којом пројектил долеће на циљ), а смањити површину на коју та енергија делује (калибар и облик врха зрна). Те методе се могу добро искористити за упоређивање (компарацију) могућности више врста оружја. На основу анализираних величина, као и дефинисањем модела вероватноће погађања циља, може се поставити модел преживљавања потенцијалних циљева. За даље истраживање треба направити моделе потенцијалних циљева (укључујући и балистичку заштиту), који би се повезали с адекватном опремом за експериментисање и обраду података, као и анализу добијених величина.

набавку заштитних прслука одговарајућег нивоа заштите без обзира на стандард према коме су израђени. Но, и поред свега тога треба нагласити да су нивои заштите према било ком од стандарда врло високи.

Литература

1. Димитријевић, Р. (2003). *Стрељачка муниција*. Београд: Генералштаб Војске Србије и Црне Горе.
2. Dragović, M., Todorić, M. (1998). *Urgentna i ratna hirurgija*. Beograd: Velarta.
3. Đorđević, M. (2004). *Karakterizacija pojava iza metalne ploče pogođene streljačkim pancirnim projektilom*, magistrarski rad. Beograd: M. Ž. Đorđević.
4. *Ballistic Resistance of Body Armor – NIJ Standard – 01.01.06*. (2008). Washington: National Institute of Justice, <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/223054.pdf> (02.05.2014.)
5. Радовановић, Р. (2012). *Техничка средства полиције*. Београд: Криминалистичко-полицијска академија.
6. Regodić, D. (2013). Analiza dejstva projektila malih kalibara na cilju. *Zbornik radova: 12. međunarodni naučni skup Sinergija 2013*. Bijeljina: Univerzitet Sinergija.
7. Stamatović, A. (1995). *Konstruisanje projektila*. Beograd: Iveyx.
8. Станојевић, С. (2010). Одређивање параметара дејства на циљу пројектила малих калибара, дипломски рад. Београд: Војна академија.
9. Carlucci, D. E., Jacobson, S. S. (2008). *Ballistics: theory and design of guns and ammunition*. New Jersey: CRC Press.
10. Церовић, П., Суботић, З. (2005). *Математичко моделирање ефикасности стрељачког наоружања у борбеним условима*. Београд: ОТЕХ.

Summary: The projectiles penetrate the target aided by the available kinetic energy at the moment of impact as well as geometry and mechanical properties of the materials they were built. The efficiency of grain in the penetration act (destruction or annihilation of the target) depends on several factors, and certainly the most important factors are: impact velocity, impact angle, type and characteristics of the grain material and target material, as well as shape and geometry of the grain and target. The models of the effects on the target for several analyzed types of pistol's projectiles are considered. The main parameters that characterize the effect of the projectile on the target are defined as: the form coefficient, kinetic energy, speed and mass of the projectile. Thus for the selected type of small caliber projectiles the parameters were calculated. It is shown that the properties such as projectile's mass and initial velocity have the greatest impact on the values of the projectile's impact parameters. In order to increase the value of the projectile's penetration, kinetic energy should be increased and the surface where the energy would act should be reduces. Based on the analyzed values as well as the defined model of probability of hitting the target, model of survival potential targets could be set.

Keywords: projectile, caliber, stopping power, velocity of penetration.

СПЕЦИФИЧНОСТИ КРИМИНАЛИСТИЧКО- -ФОРЕНЗИЧКЕ ОБРАДЕ МЕСТА ЕКСПЛОЗИЈЕ У СЛУЧАЈУ КОРИШЋЕЊА СРЕДСТВА С БРИЗАНТНИМ ЕКСПЛОЗИВОМ

Ивана Бјеловук

Тања Кесић

Милан Жарковић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Иако је сваки увиђај места кривичног догађаја, поред осталог и с обзиром на предмете и трагове који се могу наћи на њему, јединствен и специфичан, поступање поводом кривичних дела/догађаја у којима је коришћен бризантни експлозив нужно има низ посебности али и заједничких елемената. Међу посебностима су и оне које се везују за ризик од нових експлозија а, самим тим, и могућност нових жртава и материјалне штете. Ту су и тешкоће проналажења релевантних предмета и трагова на месту експлозије у условима њихове затрпаности рушевинама, знатно веће могућности повређивања током претраживања места догађаја, ризици од настанка пожара након експлозије и сл. Поред тога што су од значаја за успех форензичке обраде места експлозије и утврђивање узрока експлозије, наведене посебности обавезују на додатни опрез и дефинисање и поштовање низа специфичних правила поступања чланова увиђајне екипе. Дефинисање стандардне оперативне процедуре поступања форензичара на месту експлозије мора да прати и примена адекватних уређаја и опреме. У раду је указано на проблеме који се јављају приликом вршења увиђаја након експлозије, као и на могуће начине њиховог превазилажења.

Кључне речи: бризантни експлозив, експлозивно средство, експлозија, место догађаја, криминалистичко-форензичка обрада.

1. Увод

У случајевима терористичких напада, али и других кривичних дела у којима су ефекти експлозије коришћени за постизање циља извршиоца кривичног дела, информације које се при криминалистичко-форензичкој обради места експлозије могу добити из трагова – последица бризантног дејства експлозије, од изузетног су значаја. То може бити податак о центру експлозије, врсти и начину иницирања коришћеног експлозивног средства, маси експлозива, врсти експлозива или о извршиоцу кривичног дела. Ти подаци се могу добити испитивањем локације, облика и димензија кратера, делова експлодираног средства, трагова папиларних линија на деловима експлозивног средства, срушених, преврнутих или померених елемената или објеката, поломљених стакала и других трагова – последица експлозије, а кроз поступке форензичке обраде и анализе. Сви пронађени трагови на месту експлозије могу послужити за реконструкцију догађаја, а поједини и за идентификацију извршиоца. Податак о коришћеној маси експлозива је користан за суд јер је у директној вези с опредељењем извршиоца да учини кривично дело одређене врсте и „тежине“ тј. с мањим или већим последицама. Утврђивање масе коришћеног експлозива може бити од значаја и за опредељење суда при утврђивању одговорности извршиоца и избору врсте и „тежине“ санкције. Већа маса експлозива може указивати на намеру наношења веће материјалне штете, тешких телесних повреда или смртних последица, већег броја рањених и смртно страдалих, извршење терористичког акта и сл. (Bjelovuk, Kesić, Žarković, 2013).

2. Дејство бризантних експлозива на околину и увиђај након експлозије

Ефикасно вршење увиђаја након експлозије и проналажења трагова – последица експлозије, подразумева специфична знања о експлозијама и њиховим ефектима на околину. Ти ефекти су вишеструки и могу бити последица бризантног, фугасног, топлотног, парчадног и сеизмичког дејства, а углавном се испољавају као одбацивање и рушење објеката на путу ударног таласа, али и као различита оштећења на подлози и околним објектима. У случају постојања живих бића на месту експлозије, а у зависности од врсте и масе коришћеног експлозива, могуће су смртне последице и различите врсте повреда. Бризантно дејство експлозије је изражено дејством у непосредном окружењу експлозивног пуњења и то у виду разарања и рушења елемената, односно постојања кратера или отвора. Фугасно дејство се односи на дејство ударног таласа на извесним растојањима од локације експлозивног пуњења односно центра експлозије и манифестује се рушењем, прертањем и померањем објеката, односно смртним последицама и телесним повредама (тзв. бласт повреде). Топлотно дејство експлозије је последица егзотермности хемијске реакције разлагања експлозива и карактерише га пораст температуре која у појединим случајевима може изазвати и пожар. Остали трагови који су последица топлотног дејства експлозије манифестују се постојањем истопљених и потпуно или делимично изгорелих елемената на месту експлозије, односно

опекотинама различитог степена, зависно од положаја жртве у односу на центар експлозије и времена излагања. Парчадно дејство експлозије произилази из распрскавања експлозивног средства услед створених притисака гасовитих продуката експлозије, а последично се манифестује настанком кратера или отвора на околним објектима (секундарни кратери/отвори) и повредама на живим бићима. С обзиром на веома високе вредности притисака, услед експлозије може доћи до подрхтавања тла, нарочито у случајевима коришћења великих вредности маса експлозива (слично ефектима земљотреса, тзв. сеизмички ефекат експлозије може се манифестовати као рушење или оштећење објеката).

У прилог оправданости тог истраживања, на слици 1 је приказан број експлозија на територији Републике Србије у периоду од седам година (од 2000. године закључно с 2006. годином). Уочљиво је да су у том периоду експлозије у којима је бризантни експлозив коришћен као пуњење значајно присутне на територији Републике Србије. У периоду 2000–2004. године очигледан је тренд опадања, а потом тренд раста учесталости употребе експлозивних убојних средстава (нарочито ручних бомби). Наравно, за прецизније закључке у вези с трендом дешавања појединих врста експлозија потребно је посматрати знатно дужи период.



Слика 1: Број подметнутих експлозивних средстава (експлозив, ручна бомба М75 и др.) која су била активирани у Србији у периоду 2000–2006. године

С обзиром на опасно дејство бризантног експлозива на околину, веома је важно израдити стандардне оперативне процедуре поступања на месту експлозије, којима би се смањило ризик од нових жртава и накнадне материјалне штете. У домаћој форензичкој пракси није забележено постојање посебне процедуре која би регулисала и олакшала поступање форензичара на месту експлозије. Од значаја је кратки подсетник за криминалистичке техничаре из 2006. године, који је израдила група форензичара (криминалистички техничар задужен за послове на терену, вештак за пожаре и експлозије и наставник на предмету Криминалистичка техника), али ни у њему нема до детаља разрађених процедура. У суштини, подсетник представља кратку систематизацију знања која треба да поседује сваки криминалистички техничар након завршене основне обуке.

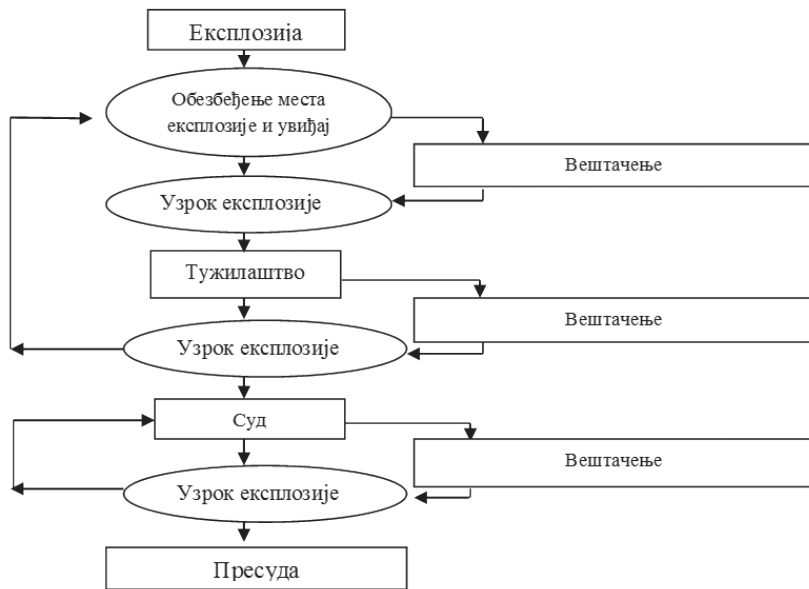
Након доласка на место експлозије, у првом тренутку се не може са сигурношћу тврдити о каквој је експлозији реч (да ли је у питању експлозија гаса под притиском, експлозија пара запаљивих течности, експлозија неког хемијског экс-

пловива и др.).¹ Испитивање експлозије започиње обрадом места експлозије, која подразумева прикупљање материјалних и личних доказа (Алексић, Шкулић, Жарковић, 2004). Обрада места експлозије је радња која се предузима у оквиру увиђаја тј. у склопу утврђивања или разјашњавања неке важне чињенице у поступку непосредним опажањем. На уму се мора имати чињеница да увиђај подразумева далеко више од непосредног опажања и да се реализује низом активности које обухватају непосредан преглед објеката и њихове повезаности, с циљем откривања трагова кривичног дела и разјашњења других околности које су од значаја за кривично дело, а од стране лица које води истрагу (Жарковић, Бјеловук, Кесић, 2012). Уопштено, вршење увиђаја је у надлежности органа поступка који, у складу с одредбама Законика о кривичном поступку, може затражити помоћ стручног лица криминалистичко-техничке/форензичке или друге струке (на пример, противдиверзионе). Увиђај након експлозије подразумева прикупљање и обраду предмета и трагова који се потом шаљу на одговарајућу форензичку анализу ради утврђивања узрока експлозије и што потпунијег и прецизнијег чињеничног основа за подношење кривичне пријаве и гоњење извршиоца.

Већ је речено да форензичка обрада и анализа места експлозије готово редовно подразумевају ангажовање стручњака из многих области. И за потребе органа поступка анализу експлозије и њених ефеката могу вршити експерти различитих струка: физико-хемикари, форензичари-инжењери, специјалисти форензичке медицине, форензичари-биолози, специјалисти дактилоскопије и други стручњаци. Уколико је потребно, током поступка се могу захтевати додатне форензичке анализе, које могу изискивати и поновни одлазак на место експлозије и његову накнадну обраду. У току поступка се може јавити потреба да се, на основу прикупљеног доказног материјала – увиђајне документације и документације већ извршених вештачења, затражи мишљење другог вештака/институције за вештачења. Иако се тај поступак назива и „супер вештачење“, реч је о само још једном вештачењу које се ни по једном критеријуму не мора нужно подвести под вештачење меродавнијег стручњака. Иако се вештаци међу собом разликују по нивоу образовања, годинама радног искуства, броју урађених предмета вештачења и другим параметрима, по правилу је реч о стручњацима који имају одговарајући ниво образовања и раде у акредитованој форензичкој лабораторији, што подразумева и коришћење стандардних метода вештачења, опреме, потрошног материјала и сл. На тај начин прибављени и протумачени материјални докази, а у склопу разматрања и вредновања осталих доказа која спроводе органи поступка, дају и основ за доношење одговарајуће процесне одлуке, па и пресуде суда.

Дијаграм тока утврђивања узрока експлозије приказан је у виду алгорита на слици 2. На њему се види да након сазнања за експлозију започињу поступак обезбеђења места експлозије и увиђај – тзв. примарна криминалистичко-форензичка обрада места експлозије.

¹ Аргументован одговор на то питање и друга питања у вези с експлозијом може дати само стручно лице/вештак, који ауторитетом свог знања, вештина и искуства из одређене области даје свој налаз и мишљење у вези с чињеницама које се утврђују у поступку (Žarković, Kesić, Bjelovuk, 2011).



Слика 2: Дијаграм утврђивања узрока експлозије

Вршење увиђаја подразумева да је место експлозије претходно адекватно обезбеђено и да су уклоњени сви ризици од нових експлозија. Безбедност увиђајне екипе и других присутних на месту догађаја представља приоритет. Полицијски службеници који први стигну на место експлозије, уз поступање с присутним лицима, дефинишу његове границе уважавајући распрострањеност видљивих предмета и трагова, односно других ефеката експлозије, изјаве лица, али и закључке мисаоне реконструкције о релевантним околностима, па и могућим ризицима. Детаљно претраживање места експлозије се спроводи након његовог прелиминарног прегледа и подразумева планско поступање. У светској форензичкој пракси, место експлозије се најчешће претражује линијски, мада се може реализовати и спирално или у концентричним круговима. Без обзира на изабрани начин и постављени план претраживања, битно је да се место експлозије детаљно прегледа и да се пронађу релевантни трагови који указују на врсту експлозије, коришћено експлозивно средство, генерисани притисак продуката експлозије, створена оштећења и др. Другим речима, ради избегавања пропуста, преглед места експлозије не треба обављати насумице, већ према одређеном реду. Ово и стога што су последице и трагови експлозије најчешће разбацани по широком подручју, а могу бити и прикривени различитим предметима и маскирани другим траговима који додатно отежавају њихово проналажење. Након уочавања предмета и трагова на месту експлозије, они се обележавају тако што се сваком од њих додељује ознака која мора да их прати у целој увиђајној документацији.

Да би се форензичка обрада места експлозије квалитетно извршила, од виталног је значаја да се у најкраћем року место експлозије и сви релевантни предмети и трагови фиксирају адекватним методама (вербално, односно писањем записника, извештаја и белешки, фотографисањем и видео снимањем, мерно-графич-

ким фиксирањем и методом изузимања трагова с лица места и изливањем рељефних трагова (Yallop, Kind, 1980; Lipovac, Bjelovuk, Nešić, 2010). Другим речима, квалитетно документовање места експлозије подразумева израду записника о увиђају (као јединог елемента увиђајне документације од кривичнопроцесног значаја), с прилозима у виду скице, ситуационог плана, фотодокументације, видео снимка и извештаја о форензичком прегледу лица места.

С обзиром на то да је записник о увиђају једини процесно валидни документ и да без њега сви остали елементи увиђајне документације не би имали никакав доказни значај на суду, записник о увиђају треба писати с нарочитом пажњом. У последње време, а у складу с појавом нових технологија на тржишту, у форензичкој пракси развијених земаља се користи дигитални диктафон којим се бележи глас форензичара који описује затечено стање на месту догађаја. Након доласка у службене просторије, дигитални запис се преслушава и претаче у текстуални запис, односно службену белешку, извештај о форензичком прегледу лица места или записник о увиђају. У домаћој форензичкој пракси примена дигиталног диктафона није заживела.

Предмети и трагови на месту експлозије се фотографишу према утврђеној методологији снимања на месту догађаја, тј. непосредно пре обележавања и маркирања трагова, након обележавања и маркирања трагова и пре напуштања места догађаја. Није неопходна али се може применити и метода видео снимања као метода фиксирања затеченог стања на месту догађаја.² Крајњи резултат је фотодокументација с пропратним текстуалним садржајем који појашњава фотографије. У извесним случајевима, када су неповољни услови снимања, може се користити и неки од програма за обраду слике, с обавезном напоменом да се не сме мењати садржај слике. Примена тог програма би омогућила бољу видљивост појединих, испрва нејасних детаља на фотографији. Такав вид поступања с фотографијама стандардна је пракса у развијеним земљама.

При изради скице и ситуационог плана места експлозије треба навести позицију места експлозије, тако да се за вршење увиђаја након експлозије може користити и уређај за глобално позиционирање – GPS (*Global Positioning System*). У конвенционалном приступу мерењу се примењују мерне траке и, ређе, ручни ласерски даљиномер (Lipovac *et al.*, 2010).

Препознатљиви проблеми који се јављају приликом обраде места експлозије су:

- ризици од могућности појаве нових експлозија;
- место експлозије садржи остатке експлозивног средства који могу бити веома малих димензија, деформисани и тешко препознатљиви, а који су разбацани на великом простору (отежано одређивање зоне места експлозије и проналажење трагова);
- центар експлозије може бити затрпан, нарочито ако је у питању затворен простор, и самим тим тежак за проналажење;
- избор пронађених трагова које треба анализирати у форензичкој лабораторији захтева врло озбиљну селекцију;

² У случају тонског или оптичког снимања неке доказне радње, јавни тужилац или суд могу одредити да се снимак у целини или делимично препише, након чега ће препис прегледати, оверити га и прикључити записнику о предузимању одређене доказне радње (члан 236, ставови 1 и 7 ЗКП).

- пронађене трагове, због њихове специфичности, треба транспортовати у херметички затвореним кутијама до форензичке лабораторије, јер је већина трагова који садрже експлозивну супстанцу испарљива;
- неизреаговани експлозив из кратера треба узорковати темељно и пажљиво, јер се у пракси често дешава да су донесени узорци неадекватни, па су и резултати анализе потпуно неупотребљиви.

Превазилажења тих и сличних проблема подразумева адекватно образовање и обуку стручњака за експлозије, као и примену стандардне процедуре приликом вршења криминалистичко-форензичке обраде на месту експлозије.

Посебну пажњу заслужује ризик од нових експлозија, а самим тим и угрожавања живота чланова увиђајне екипе и настајања додатне материјалне штете. С тим у вези, форензичар који врши увиђај након експлозије мора бити посебно оспособљен за поступање у таквим ситуацијама како би се истражили и неутралисали постојећи ризици те врсте. Он непрестано мора имати на уму могућност присуства неексплодираних средстава и располагати специјалном заштитном опремом, која подразумева заштитно одело, заштитне ципеле, рукавице и шлем. С обзиром на то да је опрема израђена од материјала несвакидашњих карактеристика и да има неуобичајену масу, њено коришћење отежава кретање по месту експлозије. Треба нагласити и то да онај ко врши увиђај након експлозије не треба да користи мобилни телефон на месту експлозије, нити да укључује светла у просторији док се не увери да нема опасности од нових експлозија.

Због саме природе експлозије, изглед места експлозије се прилично разликује од других места на којима се врши увиђај, тј. предмети и трагови могу бити разбацани по веома великом простору, али и затрпани другим предметима. Стога је проналажење предмета и трагова отежано и захтева време и велику дозу стрпљења и упорности. За проналажење трагова – на пример, делова експлозивног средства, веома корисни могу бити уређаји као што су теренски детектори метала, детектори експлозива, али и специјално обучени службени пси.

Значај квалитетне обраде и анализе места експлозије почива у правилном започињању ланца кретања доказа, што значи да сваки форензички доказ мора задовољити тачно одређене стандарде да би га суд прихватио. Од изузетног значаја је и дефинисање јасне и прецизне процедуре поступања с форензичким доказима од тренутка уочавања предмета/трага на месту догађаја до његове презентације на суду. То подразумева сведочење свих особа које су биле у контакту с доказом о томе да доказ није уништен, замењен или контаминиран. Такође, потребно је и фотографисати доказ у свим фазама његовог кретања – од тренутка када је пронађен (фотографија у склопу других доказа на месту догађаја и детаљ фотографије на којој се доказ налази сам и на којој је мерна трака у равни доказа због могућности одређивања његових димензија с фотографије). Како је већ речено, ланац кретања доказа подразумева праћење кретања материјалног доказа од тренутка његовог проналажења на месту догађаја, преко фиксирања стандардним методама, паковања и транспорта, па све до изласка из лабораторије и презентовања резултата анализе на суду. У домаћој форензичкој пракси ланцу кретања доказа није поклоњена потребна пажња, па се дешава да се многи докази на суду оспоре.

Међународни стандард ISO 17020, под који би требало подвести поступање на месту догађаја уопште, подразумева примену стандардних оперативних процеду-

ра које тек треба да се разраде у домаћој форензичкој пракси. Циљ стандардизације поступања с материјалним доказима је међународно признање доказа на суду (Milošević, Bjelovuk, Kesić, 2009; Žarković, Bjelovuk, Nešić, 2010). Стандардизација поступања с материјалним доказима у случају експлозије подразумевала би најпре безбедан приступ месту експлозије, квалитетно обезбеђење места догађаја без нарушавања изгледа места експлозије и остављања нових трагова, форензичку обраду места експлозије према процедурама – од прегледа лица места и проналажења релевантних предмета и трагова уз употребу савремених светлосних уређаја и детектора, означавања и евентуалног маркирања релевантних предмета и трагова, фотографисања места експлозије и израде фотодокументације, мерно-графичке обраде места експлозије и израде скице и ситуационог плана, израде записника о увиђају, до паковања предмета и трагова у адекватну амбалажу с обавезном ознаком која их прати. Поступак паковања и кључних фаза транспорта предмета и трага до лабораторије, као и поступак отварања амбалаже непосредно пре анализе у форензичкој лабораторији, обавезно треба фотографисати. Тим фотографијама, али и сведочењем свих који су били у контакту с трагом, осигуран је форензички ланац, а тиме и осујећен сваки покушај оспоравања доказа на суду.

Како у домаћој пракси има много нерасветљених кривичних дела и догађаја у којима су коришћена експлозивна средства, уз бележење и извесних пропуста у обради места догађаја, неминовно је унапређење послова обраде места експлозије. Притом, на уму треба имати и то да квалитет криминалистичко-форензичке обраде места експлозије зависи од услова места догађаја (метеоролошких), квалитета обезбеђења места експлозије, нивоа обучености и стручности чланова увиђајне екипе (различити профили стручњака), али и од опреме којом увиђајна екипа располаже (савременост, квалитет, адекватност и сл.).

Најчешће грешке при обради места експлозије су последица људског фактора – незнање, немар и други пропуси. У домаћој форензичкој пракси стручна лица одговарајуће специјалности (вештаци – форензички инжењери)³ не одлазе увек на место експлозије, тако да се у лабораторију доносе неадекватни узорци за анализу и одређивање врсте експлозива. С обзиром на то да се у таквим околностима не може утврдити који је експлозив коришћен за израду средства, самим тим се не може поуздано утврдити ни маса експлозива. Такође се дешава да се вештаку доставе неадекватне димензије кратера, због чега долази до великих одступања при процени масе експлозива.

Стандардна опрема за обраду места експлозије обухвата: универзални несесер за увиђаје, специјалне несесере с опремом за обележавање и маркирање предмета и трагова, несесере за осветљавање лица места у ноћним условима, несесере за проналажење латентних трагова, несесере с фото-опремом, несесере с опремом за мернографичку обраду места догађаја и позиционирање у простору, несесере за дактилоскопирање лица на терену, за изазивање латентних трагова папиларних линија, за фиксирање рељефних трагова, за изузимање трагова стопала електростатичком методом, усисивач за микротрагове, брисеве за ДНК узорковање и

³ Форензички инжењери су највећи познаваоци форензичке обраде и анализе места експлозије, те је њихово ангажовање на месту експлозије и то одмах по сазнању за експлозију веома пожељно.

другу опрему⁴. Најпрактичније је да комплет опреме за форензичку обраду лица места буде смештен у специјално комби возило, што и јесте пракса у многим државама.

Специфичност трагова пронађених на месту експлозије у односу на друге трагове пронађене на месту догађаја је у томе што су ти трагови углавном од испарљивих супстанци, те треба водити рачуна о њиховом изузимању с места догађаја. Наиме, те трагове је пожељно паковати у херметички затворену амбалажу ради спречавања могућег испаравања, а тиме и оштећења трага, односно делимичног или потпуног губитка његових својстава. Такође, уколико се на месту експлозије пронађу делови експлозивног средства, потребно је такве предмете (трагове) спаковати у амбалажу из које они не могу испасти током транспорта.

3. Дискусија

На основу презентованих чињеница очигледно је да постоје извесне специфичности када је у питању криминалистичко-форензичка обрада места експлозије. Стога, обради места експлозије треба приступити на посебан начин и с посебном опрезношћу, с обзиром на постојање вишег степена ризика за живот, здравље и материјална добра, а према посебној процедури. Како у домаћој форензичкој пракси није забележено постојање посебне процедуре која би детаљно уредила и олакшала поступање форензичара на месту експлозије, потребно је унапредити постојећи подсетник за криминалистичке техничаре из 2006. године за све врсте криминалистичко-форензичке обраде места догађаја и израдити посебно упутство за поступање у случају вршења увиђаја након експлозије. Форензичари који врше обраду места експлозије треба да буду додатно и посебно обучени и опремљени.

Како су трагови који се пронађу и изузму с места експлозије окарактерисани као специфични и нестабилни, потребно је развити специјалан несесер за паковање таквих трагова, у коме би се налазила амбалажа различитих облика и величина израђена од специјалног непропусног материјала. Такође, у службеним просторијама које користе ти профили стручњака мора бити места за специјалне ормаре с вентилацијом ради уклањања непотребних мириса из специјалних одећа, а како би се заштитило здравље ангажованих службених лица.

С обзиром на константан пораст броја нових технолошких решења и уређаја на тржишту, у стандардну процедуру вршења увиђаја након експлозије требало би увести и неке нове уређаје који се користе у развијеном свету. Уколико би се за примену вербалне методе за фиксирање затеченог стања на месту експлозије користио дигитални диктафон, увиђајној екипи би у великој мери био олакшан посао, а таквим приступом би истовремено одавала и снажнији утисак о нивоу своје стручности.

⁴ Опширније о опреми за вршење увиђаја видети на сајтовима: www.bvda.com, доступан 15. фебруара 2014, www.projectina.ch, доступан фебруара 2014. и другим сајтовима, као и у каталозима форензичке опреме других произвођача.

Примена уређаја за глобално позиционирање на месту експлозије у криминалистичко-форензичкој обради места експлозије могла би дати корисне податке о вредностима координата локације на којој се врши увиђај.

4. Закључак

Разматрања и предлози изложени у овом раду представљају покушај унапређења криминалистичко-форензичке обраде места експлозије с обзиром на указане специфичности које не постоје код осталих увиђаја. У раду је предложена процедура поступања на месту експлозије која би се могла увести и у домаћој пракси, а која је у складу са у свету устаљеном праксом праћења ланца кретања доказа. Такође, овим радом су наглашене и могућност и потреба увођења савремених уређаја у стандардну процедуру поступања на месту експлозије, а с циљем унапређења форензичке праксе (дигитални диктафон и уређаји за позиционирање у простору – GPS). Дат је и предлог за иновирање опреме за увиђаје предвиђањем специјалних величина и врста амбалаже, као и употребом специјалних заштитних одела, чиме би се смањио ризик за живот и здравље чланова увиђајне екипе.

Литература

1. Алексић, Ж., Шкулић, М., Жарковић, М. (2004). *Лексикон криминалистике*. Београд: Ж. Алексић.
2. Bjelovuk, I., Kesić, T., Žarković, M. (2013). Consequences of explosive devices' activation on victims and their criminal justice importance. In G. Meško, A. Sotlar, and J. Greene (Eds.), *The ninth biennial international conference: Criminal justice practice and research*. Ljubljana: Faculty of Criminal Justice and Security.
3. Жарковић, М., Бјеловук, И., Кесић, Т. (2012). *Криминалистичко поступање на месту догађаја и кредибилитет научних доказа*. Београд: Криминалистичко-полицијска академија.
4. Žarković, M., Bjelovuk, I., Nešić L. (2010). Naučni dokazi i uloga veštaka u krivičnom postupku – evropski standardi kvaliteta. U Ž. Nikač (ur.), *Suzbijanje kriminala i evropske integracije* (str. 235–244). Beograd: Kriminalističko-policijska akademija, Hans Zajdel fondacija.
5. Žarković, M., Kesić, T., Bjelovuk, I. (2011). Savremene tendencije u veštačenju kao obliku međunarodne krivičnopravne pomoći. U Ž. Nikač (ur.), *Suzbijanje kriminala u okviru međunarodne policijske saradnje* (str. 29–37). Beograd: Kriminalističko-policijska akademija, Hans Zajdel fondacija.
6. Yallop, H. J., Kind, S. S. (1980). *Explosion Investigation*. Harogate: The Forensic Science Society, and Edinburgh: Scottish Academic Press.
7. Lipovac, K., Bjelovuk, I., Nešić, M. (2010). Primena savremenih uređaja i opreme u forenzičkoj obradi mesta događaja. U Ž. Nikač (ur.), *Pravo i forenzika u kriminalistici* (str. 28–37). Beograd: Kriminalističko-policijska akademija.

8. Milošević, M., Bjelovuk, I., Kesić, T. (2009). Quality Management System in Forensic Laboratories. *NBP: Journal of Criminalistics and Law*, 14(2), 1–10.
9. www.bvda.com доступан 15. фебруара 2014.
10. www.projectina.ch доступан 15. фебруара 2014.
11. <http://www.sirchie.com/> доступан 15. фебруара 2014.
12. <http://www.dojes.com/> доступан 15. фебруара 2014.

PECULIARITIES OF BOMB SCENE INVESTIGATION IN CASE OF DEVICES WITH HIGH EXPLOSIVES

Summary: Although each crime scene investigation is unique and specific with respect to evidences that can be found at the scene of the event, in cases where high explosives are used, there are some specific features but also common elements. Among the special features are those that are related to the risk of new explosions, and therefore the possibility of new casualties and damage. Also, there are difficulties to find relevant evidences on the scene due to the possibility of being buried in the ruins much greater risk of injury during a search of the scene, risks of fire after the explosion, and the like, etc. In order to do better processing of the bomb scene and determine the cause of the explosion, it is necessary to point out certain peculiarities in crime scene investigation and an increased level of caution and defining the specific rules of conducting of the investigative team. Defining the standard operating procedures for processing the bomb scene must be accompanied by the application of appropriate tools and equipment. The paper points out the problems that arise during the investigation of bomb scene and the possible ways to overcome them.

Keywords: high explosive, explosive device, explosion, crime scene, bomb scene investigation.

IV део
КРИМИНАЛИСТИЧКО-ФИНАНСИЈСКЕ ИСТРАГЕ

ФОРЕНЗИЧКИ АСПЕКТИ КРИМИНАЛИСТИЧКИХ ИСТРАГА УБИСТВА

Дарко Маринковић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Кривично дело убиства, с обзиром на своју природу, начин извршења и последицу, као и све пратеће манифестације, припада категорији кривичних дела у чијем расветљавању и доказивању изузетан значај имају материјални докази, тј. предмети и трагови у вези с извршеним кривичним делом. Предмети и трагови с лица места су носиоци информација о злочину, учиниоцу и жртви, које форензичари адекватно тумаче у складу с правилима одређене науке и струке како би добили доказни кредибилитет. Задатак криминалисте је да успостави адекватну везу између лица места, жртве и учиниоца како би овај последњи био идентификован. У успостављању тих веза од пресудне важности су форензичка обрада и тумачење предмета и трагова с лица места, укључујући и анализу и тумачење стања леша.

Круцијални значај у проналажењу и тумачењу трагова убиства који се налазе на жртви, као и у сагледавању целокупног стања леша, има обдукција као експертска радња, односно лекар судске медицине – обдуцент. Зависно од начина и средства извршења, поред обдуцента, већи или мањи допринос у уочавању и анализи трагова на жртви могу дати и форензичари из других области, као што су балистичари, ентомолози, антрополози, ботаничари и сл.

Кључне речи: убиство, криминалистичка истрага, форензика, лешне промене, време смрти, идентификација леша.

1. Увод

Криминалистичко-форензичка истрага (КФИ) места криминалистички релевантног догађаја¹ представља систем оперативних, доказних и форензичких мера и радњи, којима се систематично и сврсисходно сагледава и анализира целина

¹ Под појмом криминалистички релевантног догађаја подразумева се догађај са штетном последицом, за који постоји сумња да га је узроковао човек и да се може подвести под биће одређеног кривичног дела. Сумња у могућност постојања кривичног дела у криминалистички релевантном догађају захтева и иницира криминалистичко поступање како би се такав догађај расветлио. Другим речима, криминалистички релевантан догађај представља одређену манифестацију релевантну за криминалистику и криминалистичко поступање у смислу спровођења криминалистичке истраге с циљем њеног разјашњења (Маринковић, Лајић, 2012: 6–8).

просторног оквира на коме се догађај десило, односно на коме се налазе предмети и трагови тог догађаја, као и сваки појединачни релевантан предмет и траг на њему. КФИ је суштински сазнајна делатност, која има за циљ расветљавање испољеног криминалистичког догађаја. Поред тога што првенствено има доказни карактер, који се огледа у проналажењу и процесном уобличавању предмета и трагова, КФИ места криминалистички релевантног догађаја има и велики индицијални значај и карактер, с обзиром на то да се њеном реализацијом утврђују и бројне индиције о учиниоцу, жртви и самом поступку извршења кривичног дела.

Истраге убиства су професионалне и специјализоване делатности које захтевају године практичног искуства у комбинацији с непрестаним образовањем и обуком лица која их реализују. Њихов успех често и готово пресудно зависи од активности у којима, према правилу, учествују стручњаци одређених профила образовања, који у складу с правилима науке и струке анализирају одређене предмете и трагове и утврђују закономерности њиховог испољавања и припадности. Преглед места проналаска леша и многобројне форензичке анализе биолошких и других трагова на њему, као и на самом лешу, имају кључну улогу у разјашњењу кривичног дела убиства.

2. Криминалистичко-форензичка истрага лица места

У већини случајева конкретизација дискусије о појму *места извршења кривичног дела* управо се води кроз призму кривичног дела убиства. Ако је извршилац своју жртву ударио ножем на месту А, а она успела да побегне до места Б где је убица сустигао и лишио живота, након чега је њен леш однео у подрум своје куће (место Ц), раскомадао и закопао на пет различитих локација у шуми, нож сакрио испод камена на оближњем гробљу заједно с крвавом кошуљом – шта у таквом случају подразумева простор релевантан за криминалистичку истрагу и на коме треба реализовати КФИ? Најједноставнији одговор на претходно питање садржан је у појму лица места који је најраспрострањенији у нашој криминалистичкој теорији и пракси, али истовремено и најобухватнији.² Под лицем места се подразумева место где је предузета радња извршења криминалистички релевантног догађаја, место где је наступила последица, као и свако друго место на коме се налазе предмети и трагови (материјални докази) који су у вези с тим догађајем. Једноставније, лице места је свако место на коме се налазе или се претпоставља да се на њему налазе предмети и трагови у вези с криминалистички релевантним догађајем. Реч је о делу простора, отвореног или затвореног, које подлеже криминалистичко-форензичкој истрази (КФИ) с циљем разјашњења да ли је криминалистички релевантан догађај релевантан и за примену кривичног закона, односно да ли је реч о кривичном догађају и којем (конкретно кривично дело).

Лице места је примарни извор информација о извршеном кривичном делу, односно криминалистички релевантном догађају. Докази с лица места су носиоци информација о злочину, учиниоцу и жртви. Задатак криминалисте је да успостави адекватну везу између предмета и трагова с лица места и карактеристика жртве

² Појам *лице места* одговара појму *места криминалистички релевантног догађаја*.

и непознатог учиниоца с циљем његове идентификације. Како лице места у целини тако и сваки траг и предмет појединачно носе информације о настанку и испољавању кривичног дела. Први корак сваке криминалистичке истраге кривичног дела убиства односно сумњиве смрти јесте идентификација самог лица места. Најчешће се место злочина (*crime scene*) дефинише као локација где се одиграо криминални чин (Turvey, 2002: 438–439). Узимајући у обзир чињеницу да се радња једног кривичног дела може предузети на више локација, што је нарочито карактеристично за серијска убиства, неки аутори место кривичног дела убиства деле на примарно, секундарно и терцијарно. У таквој диференцијацији *примарно место* је локација где је дело извршено, *секундарно место* је било која друга локација где могу постојати докази о криминалној активности изван примарног места, док се термин *терцијарно место* користи да би се означило место где је пронађено тело жртве које је учинилац сакрио након убиства (Turvey, 2002: 440–447). При томе треба имати у виду да тело након убиства може остати на примарном лицу места или бити пренето на другу локацију како не би било откривено.³

Лице места кривичног дела убиства односно сумњиве смрти⁴ несумњиво је једна од најважнијих локација на којима се може наћи криминалиста, како због чињенице да је (можда) реч о најтежем кривичном делу против живота и тела, тако и због потребе за што ефикаснијим предузимањем оперативних, доказних и форензичких мера и радњи с циљем откривања узрока и расветљавања убиства односно сумњиве смрти као криминалистички релевантног догађаја. Одговор на питање *шта се догодило* могуће је дати само након пажљиве претраге лица места и стручне оцене многобројних предмета и трагова, као и других сазнања у облику индиција или доказа које је прикупила истражна екипа. Место на коме је пронађено тело као и само тело представљају основу криминалистичко-форензичке истраге, с обзиром на то да на њима реално треба очекивати обиље материјалних доказа и најразноврснијих индиција.

Истрага убиства је најчешће иницирана на месту где је тело убијене жртве пронађено и то је просторни оквир од кога истрага почиње. Поред тог места могу постојати и друге локације које су у непосредној вези с убиством и од којих зависи даљи ток истраге и то (Geberth, 2006: 2):

³ Техничка радна група о истрази места кривичног дела у Националном институту правде САД-а (National Institute of Justice) један део свог извештаја је посветила појму места кривичног дела и анализи већег броја локација где се могу наћи елементи последице радње кривичног дела убиства. Место кривичног дела је дефинисано као две физичке локације или више њих где се могу наћи докази повезани с радњом кривичног дела (Ђурђевић, 2008: 172). Други аутори као критеријум класификације лица места узимају хронологију испољавања догађаја. Према том критеријуму, класификациона шема места кривичног дела убиства би могла бити следећа: 1) лице места 1: место где се десио сусрет учиниоца и жртве (на пример локал); 2) лице места 2: место где је жртва лишена живота (подземни пролаз); 3) лице места 3: средство транспорта тела жртве (возило извршиоца) и 4) лице места 4: место скривања леша и средства извршења, уклањања трагова кривичног дела са себе (удаљена локација). Ова шема узима у обзир сваку локацију на којој се могу пронаћи релевантне информације о извршењу убиства као место кривичног дела (злочина) (Scotia, Bruce, 2006: 138).

⁴ Израз *лице места кривичног дела убиства* је примерен ако је на основу изгледа леша, трагова на лицу места или исказа сведока сасвим извесно да је смрт резултат извршења кривичног дела убиства. Уколико то није случај, криминалистички коректно би било рећи *лице места сумњиве смрти* као криминалистички релевантног догађаја.

- 1) место где се десио напад који је узроковао смрт;
- 2) место где су пронађени било који предмет или траг који је у вези с убиством (то може бити и део тела);
- 3) возило којим је тело транспортовано до места на коме је пронађено;
- 4) место насилног уласка извршиоца у објект у коме се десио напад;
- 5) пут бекства извршиоца с лица места итд.

Оно што је важно за криминалистичко поступање и што је изван терминолошких дискусија јесте чињеница да се кривично дело убиства у потпуности може испољити у једном просторном оквиру (радња извршења, последица и сви релевантни предмети и трагови), али исто тако и у два просторна оквира или више њих (лице убијено на једном месту, леш однет на друго место, на трећем месту сакривено средство извршења), те да ту чињеницу и такав *плуралитет* лица места увек треба имати у виду у практичном раду у сваком конкретном случају.

2.1. Предмети и трагови кривичног дела убиства – локацијска припадност као критеријум класификације

Кривично дело убиства, с обзиром на своју природу, начин извршења и последицу, као и све пратеће манифестације, припада категорији кривичних дела у чијем расветљавању и доказивању изузетан значај имају материјални докази тј. предмети и трагови у вези с извршеним кривичним делом. Још на самом почетку истраге, оперативни радници и полицијски службеници који обезбеђују лице места, а посебно чланови увиђајне екипе, морају бити свесни чињенице да сва лица и предмети на лицу места, због динамике и различитих контаката, остварују неку врсту међусобне размене или трансфера трагова и то:⁵

- 1) извршилац оставља своје трагове на жртви и на лицу места;
- 2) извршилац са собом односи трагове од жртве и лица места;
- 3) жртва задржава трагове од извршиоца и лица места и оставља своје трагове на извршиоцу и лицу места.

Практично, при прегледу лица места и тражењу предмета и трагова као потенцијалних доказа треба се водити искуством да буквално све о чему постоји и најмања вероватноћа да може бити у вези с конкретним кривичним делом треба узети у обзир и третирати као доказ, док ће се његова стварна релевантност или ирелевантност утврдити касније. Управо се због непоштовања тог начела често дешава да се криминалисти враћају на лице места у потрази за новим доказима након сазнања да су првобитно безначајни предмети и трагови у ствари били важан доказни материјал. Зато је императив да се место злочина и након КФИ што дуже обезбеђује и чува од промена и контаминације.

Предмети и трагови у вези с кривичним делом убиства, с обзиром на њихову изузетну бројност и разноврсност, најједноставније се могу класификовати према месту на коме се налазе. У том смислу, према *локацијској припадности* генерално се могу разликовати:

⁵ Упоредити: Geberth, V. (2006). *Practical homicide investigation: Tactics, procedures and forensic techniques*. Boca Raton: CRC Press, str. 5.

- 1) предмети и трагови који се налазе на телу и у телу жртве, укључујући и њену гардедобу (жртва односно леш као носилац доказа);
- 2) предмети и трагови који се налазе на телу и у телу учиниоца, укључујући и његову гардедобу (учинилац као носилац доказа);
- 3) предмети и трагови који се налазе у простору који окружује жртву и
- 4) предмети и трагови који се налазе на било ком другом месту односно простору.

Круцијални значај у проналажењу и тумачењу трагова убиства који се налазе на жртви, као и у сагледавању целокупног стања леша, има *обдукација* као експертска радња, односно лекар судске медицине – обдуцент. Зависно од начина и средства извршења убиства, поред обдуцента, већи или мањи допринос уочавању и анализи трагова на жртви могу дати и форензичари из других области – балистичари, ентомолози, антрополози и др.

Поред трагова с тела жртве, који настају дејством средства извршења, на жртви се могу пронаћи и трагови борбе с учиниоцем, попут исцепаног одела, сломљених наочара, покиданог ланчића и слични, као и остаци коже, власи косе и длаке под ноктима или у руци, одломљени делови ноктију, трагови гребанја и угриза. Зависно од конкретног убиства, на телу и у телу жртве могу се пронаћи трагови крви, сперме, мокраће, пљувачке, отровне супстанце и сл. У таквим случајевима се посебно наглашава обавеза обдуцента да обрати пажњу на такве биолошке трагове, да их опише, изузме и сачува за биолошко вештачење ако оно буде одређено. Упоредивање профила ДНК већине таквих трагова с профилем ДНК биолошких трагова нађених на лицу места, као и с профилем ДНК потенцијалних учинилаца (осумњичених), има за циљ откривање учиниоца. Такође, на телу жртве и њеној гардероби могу се пронаћи и трагови самог лица места на коме се десио злочин, попут трагова земље, траве, прашине и сл.

Лицу осумњиченом за убиство се узимају отисци прстију, који се затим пореде с траговима нађеним на лицу места, жртви или оружју (ватрено оружје, нож, секира итд.). Такође, од осумњиченог се узима и биолошки материјал за вештачење ДНК – у случају постојања биолошких трагова на лицу места или лешу који не припадају жртви. Упоредивањем спорног профила с неспорним профилем ДНК могу се обезбедити круцијални докази. Посебно су значајни детаљан телесни преглед осумњиченог и узимање подноктног садржаја ради вештачења. На телу осумњиченог се могу пронаћи трагови гребанја или угриза, настали у току борбе са жртвом. Који и какви трагови и предмети извршеног убиства ће се наћи код учиниоца, односно на потенцијалном учиницу, у великој мери зависи од дужине временског интервала између тренутка извршења кривичног дела и проналажења учиниоца. Зависно од конкретног случаја, на одећи коју је учинилац носио за време извршења кривичног дела могу се пронаћи трагови крви (жртве или самог учиниоца), барутних гасова и неизгорелих барутних честица (уколико је кривично дело извршено ватреним оружјем), борбе са жртвом (поцепана одећа), земље, прашине или траве с лица места итд. Форензичким испитивањима се утврђује да ли је било контакта осумњиченог и жртве преко одеће – при блиском контакту два одевна предмета размењују се микрочестице материјала од којих су направљени. Те микрочестице се дуго задржавају на предметима – носиоцима и не губе се лако ни у неповољним спољним условима.

Под четвртном категоријом предмета и трагова у вези с убиством (подела заснована на локацијској припадности) подразумевају се предмети и трагови који се не налазе на жртви, учиниоцу и месту проналаска леша, већ на неком другом месту. Таква места су најразноврсније локације и управо их је зато најлакше дефинисати на негативан начин – то нису ни жртва ни учинилац као носиоци предмета и трагова, као ни место на коме се налази леш. У случају када место проналаска леша није истовремено и место извршења кривичног дела, ти предмети и трагови се првенствено односе на предмете и трагове на месту извршења убиства – на пример, трагови крви, трагови средства извршења, као и само средство извршења, трагови борбе и сл. Поред тога, у ову категорију предмета и трагова се убрајају и сви други предмети и трагови у вези с кривичним делом, ма где се налазили ван претходно наведених локација. Тако, на пример, то може бити нож као средство извршења који је учинилац сакрио у својој кући, крвава одећа коју је убица бацио у контејнер преко пута зграде у којој живи, писмо у радном столу наручиоца убиства у којем плаћени убица тражи одређену суму новца за услугу, мобилни телефон у кући убице којим је жртва позвана да сиђе испред зграде где је убијена, мејл претеће садржине у компјутеру жртве који се налази у њеној кући, а који је послао убица итд.

2.2. Неки криминалистичко-форензички аспекти предмета и трагова с лица места

Зависно од средства и начина извршења убиства може се очекивати да се на месту проналаска жртве налазе и трагови крви који, по правилу, потичу од учиниоца и/или жртве. Тако, на пример, уколико је убиство извршено ватреним или хладним оружјем, услед чијег дејства су жртви нанете *механичке повреде*, доћи ће до крварења из организма. Ако је пак убиство извршено задављењем или тровањем, до крварења узрокованог средством извршења неће доћи. Одсуство трагова крви на месту проналаска леша, у случајевима када је, с обзиром на стање и повреде леша, њихово присуство обавезно, представља снажан индикатор да је убиство извршено на другом месту, с кога је леш пренет на место где је пронађен (тзв. место скривања, одлагања леша).⁶

Крв се може налазити на жртви, на њеној одећи, подлози (земља, трава, снег, камење, паркет, тепих), околном простору (зид, намештај, папир), као и на оруђу и оружју (секира, нож и сл.). Обрада трагова крви пронађених на лицу места обухвата *примарну* и *секундарну обраду* – примарна се обавља на месту проналаска трага, док се секундарна одвија у лабораторији. Примарна обрада трага крви обухвата његово препознавање, утврђивање изгледа, изузимање и паковање.⁷ Када је реч

⁶ Реч је о тзв. негативној чињеници – одсуство предмета и трагова који би, с обзиром на затечено и констатовано стање на лицу места, морали постојати.

⁷ Траг крви се прво оцењује у смислу да ли је реч о крви људског порекла, након чега се осушени трагови појединачно пакују. Осушена крв се саструже с предмета на коме се налази и пакује у папирне кесе, при чему се посебно пакује и комад предмета без трага ради контроле. Такође, комадом навлажене тканине се може неколико пута прећи преко трага, након чега се тканина осуши и пакује. Када је реч о течном трагу крви, он се узима пре згрушавања помоћу шприца или пипете и преноси у епрувету с антикоагулансом, која се затим држи на хладном месту док не стигне у лабораторију. Течни траг се може покупити и стерилном белом тканином, након чега се суши и пакује.

о препознавању, указује се на боју трага крви – по правилу он је црвен, док протеком времена тамни. Траг крви може бити свеж, када је крв у течном стању или у форми угрушка, или стар, у ком случају је крв сасушена. Облик трага крви има велики криминалистички значај и првенствено говори о положају тела односно ране у тренутку отицања крви из организма.

Траг крви може бити у облику *сливања, капи, прскотина, брисотина, локви* или *комбиновани траг*. До сливања крви долази када крв цури из ране према земљи, у облику пруга (низ лице, врат). С обзиром на то да ће смер пругастог трага бити различит код усправног и лежећег става повређеног, може се закључити да ли је повређени након наношења повреде још стајао или ходао, или је одмах пао и остао да лежи. У случају да је извор крварења прекривен одећом, крв ће делимично бити упијена у тканину. Локва крви настаје као резултат обилног крварења тела које мирује на равnoj подлози. Капи крви као траг настају услед пада крви с одређене висине на подлогу. Када кап под правим углом падне на подлогу, она се подједнако разлива у свим правцима, док се у случају удара у косу површину, зависно од угла подлоге, разлива у смеру пада, тако да настаје траг који по изгледу представља комбинацију пруге и капи. Мрље које настају када је рањени у покрету сличне су онима које настају када кап пада на косу површину, при чему се издужују у смеру кретања рањеног, што указује на правац кретања жртве. Прскотине крви настају када, услед оштећења артерије или снажног удара тупог предмета о тело (најчешће главу), крв прска по околним предметима или зидовима. Прскањем могу настати веома ситне мрље крви које учинилац и не примети на средству извршења, свом телу или на гардероби, тако да и не предузима мере да их уклони или уништи. Брисотине као траг крви настају брисањем или повлачењем окрвављеног предмета или дела тела о други предмет или део тела.

На месту убиства (проналаска леша) могу се наћи и различите људске излучевине – сперма, мокраћа, измет, желудачни садржај, пљувачка, зној, слина, вагинални секрет. У случају да је реч о сексуално мотивисаном убиству, на лицу места се могу пронаћи трагови сперме (на жртви или на самом месту) (Marinković, Mijalković, 2013). Обично су сиве боје и по правилу се уочавају УВ лампом, јер је сперма под УВ светлом флуоресцентна. Мора се водити рачуна о томе да при паковању, трагови сперме, као уосталом и сви други биолошки трагови, буду суви. Мокраћа се на лицу места идентификује преко карактеристичне боје и мириса, односно креатинина и урее. Исто важи и за трагове измета који поседују мирис и боју и који се идентификују хемијским пробама на присутност уробилиногена. Треба имати у виду да се код жртава током самртног ропца често јављају невољна дефекација и уринирање. Из криминалистичког аспекта, присуство мокраће или измета на лицу места може бити снажан индикатор психолошког аспекта личности учиниоца и мотива убиства – учинилац уринира по телу жртве или уз тело обавља дефекацију. Такође, и трагови желудачног садржаја на лицу места могу потицати како од жртве тако и од учиниоца. Они могу указати на тровање жртве или психичку реакцију учиниоца након убиства, која се манифестује неконтролисаним повраћањем.

Посебан значај на лицу места имају трагови пљувачке који се, по правилу, налазе на опушцима цигарета, муштикама, марамима и чашама, али и у форми испљувка на подлози или околним стварима. Предмети на којима се налазе тра-

гови пљувачке прикупљају се помоћу пинцета и рукавица и стављају у кесе, након чега се шаљу на форензичку обраду. Када је реч о траговима других људских излучевина, на лицу места убиства се још могу срести трагови зноја (на одећи нађеној на лицу места или на предметима у виду капљица), трагови слине (на марамичама, одећи) и трагови вагиналног секрета.

Сви трагови људских излучевина представљају биолошки материјал из кога се потенцијално (зависно од контаминације и деструкције трага) може одредити профил ДНК оставиоца.

Посебну категорију предмета и трагова на лицу места представљају трагови који указују на боравак актера кривичног дела на лицу места као (дела) одређеног отвореног или затвореног простора. У такве трагове се убрајају трагови стопа, трагови дланова и прстију (отисци), трагови возила којима су учинилац или жртва дошли на лице места (трагови гума), односно којима се учинилац удаљио с лица места, трагови вучења и преношења леша и сл. У трагове борбе учиниоца и жртве на лицу месту, уколико је било непосредног контакта, спадају разбацане и поломљене ствари и предмети, угажена трава, изломљено шибље, поцепани делови одеће, откинута дугмад, одбачени и изгубљени предмети који припадају учиниоцу или жртви итд.

Предмети и трагови који потичу од средства и начина извршења убиства настају као резултат дејства самог средства којим се лице лишавља живота и чија примена оставља одређене трагове како на жртви тако и на учиниоцу и лицу места. Који ће предмети и трагови везано за средство извршења у конкретном убиству бити присутни зависи од средства које је употребљено, као и начина његове примене. Тако, на пример, ако је убиство извршено ножем, на лицу места се може пронаћи само средство извршења тј. нож, затим одломљени делови ножа, трагови у виду убода или линија на предметима на лицу места настали дејством ножа и сл.; ако је убиство извршено задављењем, на лицу места се може пронаћи уже као средство извршења, покидани делови ужета, влакна с ужета као микротрагови и сл.; ако је убиство извршено пиштољем, на лицу места се може пронаћи пиштољ којим је кривично дело извршено, делови пиштоља, чауре, пројектили, делови пројектила, трагови ударца пројектила у предмете, трагови гарежи и дима, као и несагорелих барутних честица итд.

2.3. Форензички аспекти дејства ватреног оружја

Опаљењем односно пуцњем, из ватреног оружја излазе пројектил, дим и гареж, несагореле барутне честице и чаура. Проналазак чауре на лицу места има велики значај у дефинисању одговора на многобројна питања, од којих се посебно издвајају следећа:

- 1) Место проналаска чаура представља снажан показатељ места с ког је пуцано, уз претпоставку да након опаљења чаура остаје у близини оружја. У случају проналаска већег броја чаура, може се одредити више места с којих је пуцано, као и реконструисати путања кретања учиниоца на лицу места (на основу распореда чаура).

- 2) На основу пронађене чауре може се идентификовати оружје из кога је пуцано, односно из кога је чаура избачена.
- 3) Број чаура, под условом да су након опаљења све чауре избачене из оружја, као и да су све чауре пронађене, одговара броју испалених хитаца.

Треба имати у виду да револвери аутоматски не избацују чауру из добоша, тако да се у случају да добош на месту пуцања није испражњен, неће ни пронаћи чауре. С друге стране, постоје посебни уређаји, тзв. *хватачи (скупљачи)* чаура, који се могу уградити на аутоматско или полуаутоматско оружје, тако да се након опаљења метка чаура не избацује изван, већ одлази у хватач. Ти уређаји се користе како би се смањила могућност идентификације оружја преко чаура пронађених на месту пуцања и готово по правилу их користе професионални извршиоци или плаћеници.

Једна од кључних ствари у КФИ лица места убиства извршеног ватреним оружјем јесте проналажење чаура и зрна (пројектила), као и трагова гаражи и дима, односно несагорелих барутних честица. Када је лице места отворен простор, претрагу за чаурама и пројектилима треба започети од места проналаска леша или погођеног објекта и ићи спирално у ширину. При томе треба имати у виду да већина пиштоља избацује чауре удесно, док ширина лепезе расипања чаура по правилу не премашује 6 m од места опаљења. Успех претраге за чаурама у кључној мери зависи од чињенице да ли је место проналаска леша истовремено и место употребе ватреног оружја или је, на пример, лице убијено на једном месту да би леш био однет на другу локацију. Ако је место проналаска леша у природи с бујном вегетацијом или је тло покривено високом травом, снегом, водом, жбуњем и сл., или се претпоставља да су чауре бачене у воду која се налази у близини, у таквим случајевима, с циљем проналаска тешко уочљивих чаура, обавезно ће се користити *метал детектори*. У близини пронађених чаура треба тражити и трагове гаражи, дима и несагорелих барутних честица, који излазе из уста цеви након опаљења. Свакако да је потрага за чауром или чаурама отежана ако је реч о хицу који је испален из даљине. Тада се треба оријентисати према тзв. траговима пуцања, на пример, према евентуалним оштећењима предмета који су се нашли на путањи пројектила.

Пре узимања и паковања чаура с лица места сваку појединачну чауру треба фотографисати размерном фотографијом, након чега се мере њено растојање од фиксне тачке, као и њихово међусобно растојање. Чауре се изузимају с лица места и пакују редоследом којим су бројчано означене, уз евидентирање евентуалних оштећења на чаури, нечистоћа и сл. Када је реч о чаури као трагу употребе ватреног оружја, треба имати у виду чињеницу да је данас могуће добити отисак прста особе која је дотицала метак пре његовог испаливања из оружја. Наиме, контакт прстију с метком, тачније његовом чауром, изазива мању корозију метала, која се појачава због високе температуре при испаливању зрна. Таква корозија остаје чак и уколико се чаура обрише или опере сапуном и врућом водом. Да би се добио отисак прста, кроз чауру се пропушта једносмерна струја и наноси угљени прашак. Услед разлике напона између кородираних и некородираних површина, прашак се боље везује за кородирани део метала, што доводи до визуелизације остатака отиска на чаури метка, пиштољу или пушци.

Проналазак пројектила на месту убиства односно месту употребе ватреног оружја изузетно је сложен и тежак посао. У њему се полази од познатих односно утврђених координата места на коме се налазе чауре и места на коме је леш, да би се мисаоном реконструкцијом покушао одредити правац путање пројектила и њихово одредиште. Поред тела жртве, пројектили се могу наћи у предметима или стварима у које су након опаљења ударили и у којима су остали. Уколико је предмет у који пројектил удари изузетно чврсте и компактне структуре, он ће се најчешће одбити, односно рикошетирати, уз већа или мања оштећења, па чак и прскања на ситне комаде. У тим случајевима, пројектил или његови делови се могу наћи на поду или другој врсти подлоге, намештају и сл. Пројектили пронађени на лицу места, као и пројектили који се обдукцијом ваде из тела жртве, међусобно се пореде, на основу чега се изводи закључак о томе да ли су испаљени из истог оружја, односно цеви.

Након доласка до оружја за које се претпоставља да је из њега извршено убиство, спроводе се вештачење и упоређивање неспорне чауре или пројектила, испаљених у контролисаним условима из пронађеног оружја, са спорном чауром или пројектилом с лица места или из тела жртве. На тај начин се може утврдити да ли су спорна чаура или пројектил испаљени из пронађеног оружја.⁸

3. Криминалистичко-форензичка истрага леша

3.1. Обдукција и ексхумација леша

Порекло и узрок смрти се поуздано утврђују обдукцијом, која је по својој природи судскомедицинско вештачење. Све насилне смрти нису узроковане кривичним делом, нити их увек прати сумња да су последица кривичног дела. С друге стране, нису ретки случајеви да се наизглед јасна природна смрт одређеног лица, након одређених сазнања, изроди у сумњу о насилној смрти као последици кривичног дела. У таквим, као и у многим другим случајевима, обдукција представља једину методу којом се могу обезбедити докази и отклонити или потврдити верзије о узроку смрти. Независно од чињенице да ли је предмет обдукције сумња у природну смрт, самоубиство, убиство или задес, односно несрећни случај, она ће увек имати истраживачки и сазнајни карактер, чији кредибилитет произилази из медицинске науке и струке.

Обдукција (аутопсија, некропсија, лат. *sectio*) је медицинска метода која подразумева спољашњи преглед леша, отварање телесних дупљи одређеним редоследом, сечење и преглед органа и ткива, с циљем утврђивања обољења или повреда на њима, односно утврђивања и објашњења узрока смрти (Lukić, Pejaković, Marić, 1990: 30). Обдукцијом треба прикупити и утврдити одређене чињенице и стања у вези с лешом, како би се њиховим појединачним и систематским тумачењем омо-

⁸ Проналажење пројектила испаљених на отвореном простору је знатно отежано. Често се с циљем њиховог проналаска, као и проналаска чаура, на местима где се претпоставља да би се могли наћи, прекопава и просејава земља. По правилу, пројектили који су пали у дубоку воду се сматрају изгубљеним, што не значи да за њима не треба трагати. У затвореним просторијама, што је и логично, много се лакше долази до пројектила.

гућило расветљавање одређеног догађаја – смрти лица. У том смислу, обдукцијом треба утврдити следеће:

- 1) узрок смрти;
- 2) постојање обољења и повреда на лицу (лешу);
- 3) механизам умирања и узрочност (степен узрочности) између евентуалних обољења и повреда и наступеле смрти лица;
- 4) време наступања смрти;
- 5) трагове на лешу (органиске и неорганиске природе);
- 6) податке важне за идентификацију леша итд.

У већини случајева, обдукцијом се може утврдити порекло (природна или насилна смрт) и узрок смрти. Када су у питању насилне смрти, на основу обдукционог налаза и с мањом или већом вероватноћом закључиваће се о томе да ли је у конкретном случају реч о задесу, самоубиству или убиству. У неким случајевима, на пример, када су у питању лешеви у стању одмаклих трулежних промена, обдукцијом и другим дијагностичким поступцима није могуће утврдити порекло и узрок смрти. Међутим, и у тим ситуацијама обдукције треба да буде обавезно, с једне стране због поузданог утврђивања идентитета леша, а с друге стране због искључивања повреда које се на лешу могу констатовати и поред изражених пост-морталних промена (нпр. устрелине, убодине и секотине, преломи костију и др.) (Roulson, Benbow, Hasleton, 2005).

Ексхумација (лат. *ex humus* – из земље) представља ископавање из земље претходно закопаних лешева или њихових делова, с циљем утврђивања идентитета леша, узрока смрти, обдукције и реобдукије, провере сумњивих околности или других чињеница које могу имати правно-медицински, односно криминалистички карактер. Ексхумација се обавља у случајевима када претходно није уопште урађена обдукција или када се установи да обдукција није адекватна. Потреба за ексхумацијом најчешће се утврђује на основу анализе података из предметних списа, у случају сумње у карактер смрти или утврђени идентитет леша, или с циљем узимања материјала за одређене анализе (анализа ДНК, токсиколошки преглед и сл.). Предмет ексхумације може бити леш закопан на гробљу или ван гробља, леш жртве коју је закопао убица с циљем прикривања злочина и сл. Посебан проблем чине ексхумације тела из масовних гробница, с обзиром на то да захтевају ангажовање великог броја стручњака, као што су археолози, форензички антрополози, одонтолози, ентомолози и др.

3.2. Утврђивање времена наступања смрти

Утврђивање времена наступања смрти је од огромног и вишеструког значаја. *Када је дошло до смрти жртве* – питање које се често поставља пред криминалисту с мањим или већим изгледима за давање прецизног одговора. Како то истичу поједини аутори, утврђивање времена смрти је истовремено и вештина и наука (Lyle, 2011). У његовом дефинисању почетни корак представља поуздано утврђивање двају изузетно важних информација. Прва, која се може означити као време T1, односи се на тренутак када је преминули последњи пут виђен жив (на пример,

на улици се поздравио с колегом с посла), односно за који се поуздано зна да је био жив (на пример, разговарао телефоном са супругом). Друга информација, означена као време T2, односи се на време када је леш жртве пронађен. Поузданим утврђивањем тих двају чињеница, с 100% сигурношћу се може тврдити да је време смрти унутар периода T1–T2, чиме се успоставља добра полазна основа за даље мере и радње којима ће се смањити и додатно конкретизовати дефинисани временски оквир (Prahlow, 2010: 179).

Осим ако не постоје сведоци догађаја, или је сам догађај забележен аудио-видео снимком који садржи и временске референце (датум и време), тачно време смрти је практично немогуће одредити. Експерти судске медицине и други стручњаци могу само проценити приближно време смрти. *Процењено време смрти* је временски оквир у коме је, с извесним степеном тачности, наступила физиолошка смрт. Утврђује се применом знања о декомпозиционим променама које се дешавају у људском телу након смрти, као и других знања којима се првенствено тумаче промене и стања средине (места) у којој је леш пронађен. Што је краћи период од тренутка наступања смрти до тренутка проналаска леша (*постмортални период*), биће краћи и временски оквир за који се процењује да је у њему наступила смрт.

Утврђивање времена смрти у криминалистичком смислу подразумева синтезисовану примену егзактних форензичких наука у анализи самог леша (пре свега судске медицине), затим других наука у анализи и тумачењу места где је леш нађен (на пример, ботанике, хемије, молекуларне биологије), као и криминалистичко-оперативних сазнања до којих се долази прикупљањем и анализом информација везаних за личност жртве. У том смислу, чињенице које се користе у процењивању времена наступања смрти генерално могу потицати из три извора:

- 1) тела (чињенице које се налазе на лешу);
- 2) места проналаска леша (чињенице које се налазе у окружењу леша) и
- 3) анамнезе личности преминулог (чињенице засноване на анализи уобичајених навика, кретања и свакодневних активности).

У прикупљању и тумачењу чињеница које потичу из првог и другог извора неопходна су одређена експертска знања, док се у раду с чињеницама из треће групе користе криминалистичке мере и радње и правила њихове реализације (прикупљање обавештења, криминалистичка провера, реконструкција догађаја, криминалистичка анализа дневника, писама и сл.). Сва три извора доказа треба детаљно проучити, упоредити и ускладити пре давања мишљења о томе када је наступила смрт или како су нанете фаталне повреде.

Процена времена смрти на основу стања леша подразумева примену метода форензичке патологије (судске медицине), којима се утврђује степен лешних промена које се дешавају одређеном, унапред познатом динамиком. У случајевима када је од наступања смрти до тренутка проналаска леша прошло више од 48 сати, време смрти се примарно одређује на основу трулежних промена леша (Saukko, Knight, 2004).

Знања форензичке ентомологије о развоју и расту ларви мува и других инсеката (бубе, црви, лептири) који се излетну из јајашца положених на телу убрзо након смрти или су привучени запахом леша у току распадања, могу послужити за одређивање времена смрти. Анализом инсеката који се налазе на лешу или његовој близини, као и помоћу њихових јаја и ларви, форензичка ентомологија

може одредити интервал *post mortem* с тачношћу унутар једног дана, тачно место убиства, где је тело бачено након убиства, као и да ли је померано (Forensic, 2011). Ентомологија је корисна форензичка техника због тога што су животни циклуси инсеката у науци добро познати и предвидљиви. Осим тога, насељавање (колонијација) леша од стране инсеката временски се разликује у зависности од тога о којој врсти инсеката је реч.

Карактеристике протеина хемоглобина, попут боје и растворљивости, често се користе за одређивање старости крвних мрља. Међутим, приликом коришћења те методе јављају се потешкоће, јер је пре њеног спровођења неопходно утврдити врсту од које потиче крв, а на анализу утиче и величина мрље. Једна нова метода која пуно обећава када је у питању анализа мрља крви користи РНА (рибонуклеинску киселину) која се налази у крви. Крајње поједностављено, иако се преносна РНА (*messenger RNA*) лако распада, истраживањем је откривено да се иста може детектовати и више од шест месеци након настанка мрље. Поред тога, уколико се на узорцима крви примени метода којом се појачава присуство ДНК (деоксирибонуклеинске киселине), такозвана ланчана реакција полимераза (*PCR – Polymerase Chain Reaction*), без тешкоћа се може утврдити врста од које потиче крв (Stacey *et al.*, 2004). Сва три типа рибонуклеинске киселине – mRNA (*messenger RNA*), tRNA (*transfer RNA*) и rRNA (*ribosomal RNA*) – разликују се по времену распадања (World, 2011). Новија истраживања су показала да однос између mRNA и rRNA може указати на старост мрље крви због тога што се распадање rRNA одвија много спорије у односу на распадање mRNA.⁹

Време смрти се утврђује и на основу анализе и тумачења места проналаaska леша. У том смислу, одређена знања из ботанике могу обезбедити драгоцене временске одреднице у погледу времена боравка леша на одређеном месту на отвореном простору, а тиме и о времену наступања смрти. Полегнутост, степен увенућа и одумрлости биља, заостатак у расту у односу на околне биљке и сл., могу бити значајни показатељи времена боравка леша на одређеном месту (Geberth, 2006: 251). Стање земље испод мртвог тела и његово поређење с околином такође могу послужити у те сврхе. Уколико је леш прекривен лишћем у шуми, може се утврдити да ли слој лишћа потиче од једногодишњег или вишегодишњег падања с дрвећа (Marinković, Stevanović, 2011). Уопштено, знање експерта из области ботанике у претходним као и многобројним другим случајевима може помоћи у одређивању временског оквира у коме је наступила смрт, дефинишући га као одређени месец у години, годишње доба или целу годину (Dix, Graham, 2000: 16).

3.3. Идентификација леша

Независно од узрока смрти, тј. од тога да ли је у питању убиство, самоубиство, задесна или природна смрт, прва ствар коју треба урадити јесте да се утврди идентитет преминулог. Она посебно добија на значају када је реч о убиству као узроку смрти, чиме се ствара замајац за даље активности у правцу разјашњавања дела. Иако на први поглед изгледа апсурдно, с обзиром на то да *мртва уста не говоре*, у већини случајева најважније информације о убици пружа управо сама жртва односно убијени, због чега је неопходно прво утврдити о коме је заправо реч, а

9 Stacey A. *et al.* (2004). *A method for determining the age of a bloodstain.*

затим истражити његову личност и друштвене односе. Тиме ће се трасирати пут ка дефинисању круга особа које су имале најразличитије односе са жртвом и ка утврђивању средине у којој се она кретала и боравила.

Људи се уопштено могу идентификовати на основу нечега што поседују (идентификациона документа, кредитна картица и сл.), нечега што знају (лозинка, ПИН број итд.) и нечега што јесу (карактеристике људског организма – биометрија). Када је реч о утврђивању идентитета леша, у обзир долазе прва и трећа метода идентификације, с обзиром на то да, по логици ствари, утврђивање идентитета на основу нечега што лице зна у том случају није могуће. Ако је леш читав, идентификација се обавља на исти начин као и када је реч о живим особама. Ипак, за разлику од идентификације лица, идентификација лешева подразумева више тешкоћа у раду због брзих промена које се дешавају на лешу. Колико ће идентификација бити успешна углавном зависи од стања у коме се леш налази, као и примењених идентификационих метода.

У те сврхе се најчешће користе следеће методе:

- 1) метода увида у идентификациона и друга документа која се налазе код леша;
- 2) метода препознавања леша непосредним предочавањем или посредно, на основу фотографије и личног описа;
- 3) метода дактилоскопирања и компарације отисака прстију;
- 4) метода утврђивања и поређења профила ДНК;
- 5) метода поређења зубних отисака;
- 6) остеолошке методе утврђивања идентитета леша (на основу костију);
- 7) метода идентификације препознавањем одевних предмета нађених на лешу и остале неспецифичне методе.

Када је реч о поступку идентификације леша, треба указати на потребу разликовања двају ситуација. У првој, криминалиста одмах након проналаска леша располаже одређеним подацима о његовом идентитету, које додатно треба допунити, проверити или верификовати, како би се његов идентитет утврдио дефинитивно и неспорно. Такви подаци обично потичу из личних исправа и других документа који се налазе код леша и на основу којих је, у случају да се утврди њихова оригиналност, сам идентитет леша у великој мери утврђен. Као метода коначне верификације идентитета преминулог у том случају се обично практикује позивање чланова његове уже или шире породице или блиских пријатеља, који кроз процедуру препознавања треба да потврде његов идентитет. Подаци о могућем идентитету леша, у случају одсуства личних исправа, могу потицати и од особа које су познавале преминулог и које су на неки начин, на пример, на основу фотографије или личног описа објављених у медијима, истражним органима указале на могући идентитет. На такве информације, слично као и у претходном случају, надовезује се позивање чланова породице преминулог, с циљем његове визуелне идентификације. Да би таква идентификација била неспорна, додатно се могу предузети одређене методе анализе и упоређивања идентификационих обележја леша с раније утврђеним обележјима преминулог (на пример, отисак кажипрста леша с отиском из картона личне карте или биометријске личне исправе, отисак зуба леша са зубним картоном пацијента), или с обележјима чланова његових крвних сродника (на пример, упоређивање профила ДНК).

Потпуно различита ситуација постоји у случају када је идентитет леша након његовог проналаaska непознат у правом смислу те речи, односно када се не располаже било каквим сазнањима, чак ни на нивоу индиција, о могућем идентитету. По правилу, у том случају се код леша не налазе личне исправе или неки други документ који би могао помоћи у одређивању његовог идентитета. У том случају, леш се дактилоскопира, односно узима се узорак крви или друге телесне течности за одређивање профила ДНК, сачињава отисак зуба и сл., након чега се тако добијено идентификационо обележје (отисак прста, профил ДНК) упоређује с идентификационим обележјима садржаним у одговарајућим базама података. Такве претраге су по правилу аутоматизоване, тако да се и базе података које садрже милионске записе могу прегледати релативно брзо. У случају да се идентификациона обележја НН леша поклапају с обележјима садржаним у бази података која потичу од одређеног лица, идентитет леша биће утврђен. Треба поменути да саме базе података могу садржати идентификациона обележја непознатих или познатих лица, тако да ће утврђивање идентитета на тај начин бити могуће само у другом случају.

Методe идентификације лешева највећим делом одређује форензичка медицина. Форензичка, односно криминалистичка медицина примењује знања патологије, антропологије, одонтологије и сличних форензичких дисциплина, с циљем идентификације непознатих лешева. Форензичка антропологија проучава коштану ткиво односно људске кости и зубе. На основу пронађених људских остатака могуће је идентификовати лица и утврдити узрок и начин смрти. У неким случајевима је потребна и комбинација метода и знања форензичке патологије (усмерена ка меким ткивима) и форензичке антропологије (остеолошки остаци).

4. Закључак

Истраге убиства припадају категорији најсложенијих делатности с којима се криминалиста среће у свом раду. Већ на самом почетку, због природе догађаја (карактер и различити узроци смрти), одговор на питање *шта се догодило* прилично је сложен и може се дати тек након пажљиве и студиозне анализе многобројних чињеница. Такве чињенице могу бити предмети и трагови нађени на лицу места, искази осумњичених и очевидаца или резултати аутопсије тела преминулог. Истраге убистава су високо професионалне и специјализоване делатности које, да би биле успешне, захтевају године практичног искуства у комбинацији с континуираним образовањем и обуком лица која их реализују. Међутим, треба имати у виду чињеницу да оне нису у потпуности у надлежности криминалисте специјализованог за расветљавање убистава. У ствари, њихов успех често и готово пресудно зависи од активности у којима, по правилу, учествују стручњаци одређених профила образовања, који у складу с правилима одређене науке и струке анализирају одређене предмете и трагове и утврђују закономерности њиховог испољавања и припадности. У том смислу, огроман и немерљив допринос истрагама убистава дају многобројни форензичари, почев од лекара судске медицине, до хемичара, биолога или токсиколога. Тако, на пример, анализа РНК и форензичка ентомологија имају велику применљивост у области истраживања убистава. Форензичка ентомологија се већ показала веома корисном у различитим случајевима

ма, а питање је времена када ће се и метода коришћења РНК, уз још нека додатна истраживања, показати исто толико корисном. Поред тога, хемијске анализе крви, лимфе и ткива преминулог, с циљем утврђивања времена наступања смрти, већ годинама уназад представљају подручје рада истраживача. При томе се највише пажње усмерава ка методи мерења концентрације и степена раста калијума у организму након смрти. Ипак, као и примена других метода, и та метода још не даје задовољавајуће резултате, пре свега због велике индивидуалне варијације и немогућности уопштавања.

Иако се од криминалисте који истражује убиства или сумњиве смрти не може очекивати да има знање форензичког патолога, свакако је добро да поседује основне информације из те области како би разумео промене које се дешавају у људском телу након смрти, као и утицај времена, атмосферских прилика и других околности на леш. Таква знања ће му бити од велике помоћи у правилном и потпуном сагледавању стања ствари на лицу места, као и у даљем раду на расветљавању предмета истраге

Литература

1. *World of Forensic Science: Time of Death*. (2011). Preuzeto sa: <http://www.enotes.com/forensic-science/time-death>
2. Geberth, V. (2006). *Practical homicide investigation: Tactics, procedures and forensic techniques*. Boca Raton: CRC Press.
3. Dix, J., Graham, M. (2000). *Time of Death, Decomposition and Identification: An Atlas*. Boca Raton: CRC Press.
4. Ђурђевић, З. (2008). *Кривичноправни и криминалистички аспекти насилничког криминалитета*, докторска дисертација. Београд: З. Ђурђевић.
5. Evans, C. (2004). *Murder Two: The Second Casebook of Forensic Detection*. Hoboken: John Wiley & Sons.
6. Lukić, M., Pejaković, S., Marić J. (1990). *Pravna medicina*. Београд: Naučna knjiga.
7. Lyle, D. P. (2011). *Timely Death*. Preuzeto sa: <http://www.dplylemd.com/Articles/timelydeath.html>
8. Marinković, D., Mijalković, S. (2013). Ubistva iz seksualnih pobuda – kriminalistički aspekti. *Pravni život*, 61(9), 221–233.
9. Маринковић, Д., Лајић, О. (2012). *Криминалистичка методика*. Београд, Криминалистичко-полицијска академија.
10. Marinković, D., Stevanović A. (2011). Utvrđivanje vremena nastupanja smrti – kriminalističko-forenzički aspekti. *NBP: Žurnal za kriminalistiku i pravo*, 16(2), 177–178.
11. Prahlow, J. (2010). *Forensic Pathology for Police, Death Investigators, Attorneys, and Forensic Scientists*. South Bend: Humana Press.

12. Roulson, J., Benbow, E. W., Hasleton, P. S. (2005). Discrepancies between clinical and autopsy diagnosis and the value of post mortem histology; a meta-analysis and review. *Histopathology*, 47(6), 551–9.
13. Saukko, P., Knight, B. (2004). *Knight's Forensic Pathology*. London: Hodder Arnold.
14. Stacey, A. et al. (2004). *A method for determining the age of a bloodstain*. Интернет: <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/213892.pdf>
15. Scotia, J. H., Bruce, D. S. (2006). *Criminal profiling: Developing an Effective Science and Practice*. Washington: American Psychological Association.
16. Turvey, B. (2002). *Criminal profiling: An introduction to behavioral evidence analysis*. San Diego: Academic Press.
17. *Forensic Entomology: Insect in Legal Investigation*. (2011). Интернет: <http://www.forensicentomology.com/definition.htm>

FORENSIC ASPECTS OF CRIME INVESTIGATION OF MURDER

Summary: Given its nature, mode of perpetration and outcome, as well as all accompanying manifestations, the criminal offence of murder falls within the scope of criminal offences in the resolution of which a special place is given to physical evidence, i.e. items and traces related to the perpetrated criminal act. The objects and traces from a crime scene provide information about the crime, the perpetrator and the victim and forensic officers treat the information in keeping with certain scientific and professional rules in order to secure the credibility of evidence. The task of the crime investigating officers is to establish an adequate links among the crime scene, the victim and the perpetrator, so that the latter can be identified. When establishing these links, forensic processing and interpretation of objects and traces from the crime scene are of vital importance and will typically include analysing and interpreting the condition of a corpse.

An autopsy as an expert procedure and the pathologist or a doctor who performs an autopsy have a crucial role in detecting and interpreting traces that can be found on a victim in a murder case. In addition to the pathologist, and depending on the mode and means of perpetration, forensic scientists specialising in other fields, such as ballistics, entomology, anthropology, botany, etc., may also contribute, to a certain extent, to the detection and analysis of traces on the victim.

Keywords: murder, crime investigation, forensics, bodily changes, time of death, body identification.

КРИМИНАЛИСТИЧКА АНАЛИЗА РАЧУНОВОДСТВЕНЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ – ИДЕНТИФИКАЦИЈА ЧИЊЕНИЦА ЗНАЧАЈНИХ ЗА ФИНАНСИЈСКУ ИСТРАГУ ОРГАНИЗОВАНОГ КРИМИНАЛА

Горан Бошковић

Ненад Радовић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Имовинским криминалним активностима се *генеришу* значајне суме криминалних прихода. Нелегална средства се трансферишу, улажу, *мешају* с легалним средствима или се на други начин инфилтрирају у легалне економске токове. Ради прикривања постојања и порекла криминалног профита, организовани криминал тежи ка томе да се инфилтрира у легалне финансијске токове криминалним радњама у домену привредно-финансијског пословања. Те активности стварају *папирнате* трагове, који се могу пратити коришћењем криминалистичке анализе рачуноводствене документације у финансијским истрагама као истражним техникама које суштински *извиру* из финансијске администрације и рачуноводства. Ефикасном применом тих метода у истрагама организованог криминала прибављају се значајне информације, које су путокази у финансијским истрагама и које могу да укажу на прикривање порекла и постојање нелегално стечене имовине, коришћење противправно стечених средства и *маскирање* криминалне делатности финансијским трансакцијама.

Кључне речи: рачуноводство, финансијска истрага, криминалистичка анализа, организовани криминал, прање новца.

1. Увод

Апстрактно посматрано, за остваривање циљева сваке организације, била она и криминална, потребна су финансијска средства која се прибављају вршењем одређених делатности (законитих или незаконитих), која се затим евидентирају, улажу и трансферишу, при чему као резултат таквих финансијских активности

настају одређени *папирнати* трагови у различитим облицима документације.¹ Такви трагови се могу открити употребом истражних техника које суштински *извиру* из финансијске администрације и рачуноводства. Примена метода финансијске истраге омогућава откривање финансијских операција организованог криминала, лоцирање незаконито стечених средстава и стварање основе за покретање поступка одузимања незаконито стечених средстава.

Организовани криминал настоји да користи легалне економске токове да би прикрио сопствену криминалну делатност, порекло и постојање нелегално стечене имовине. Истраживања спроведена у Белгији указују на то да 75% криминалних организација познатих полицији, које делују у тој земљи, у својој активности користе легалне пословне структуре. У 49,1% случајева то су легална привредна друштва која су основале криминалне организације које се баве легалним и нелегалним активностима (Ponsaers, 2002: 194). Велике количине нелегално стечених средстава које поседују криминалци и криминалне организације потенцијално се могу користити за корумпирање државних органа и укључивање у легалне економске токове, а нарушавају и интегритет финансијских институција.

Један од кључних доказа у већини истрага кривичних дела имовинског криминала, нарочито организованог, јесу пословне књиге и евиденције. Већина појединаца и фирми води неку врсту књига и евиденција, било да се баве законитом било незаконитом делатношћу. Књиге и евиденције могу да буду једноставне (препродавци дрога нижег ранга) или сложене (међународне корпорације у чије пословање је укључен организовани криминал). Књиге и евиденције се често могу предвидети током истрага кривичних дела организованог криминала. Наиме, књиге и евиденције представљају значајне материјалне трагове који истражитељима омогућају праћење *новчаних трагова*.

Појединци или фирме (било да се баве законитим било незаконитим активностима) морају да воде књиге и евиденције да би могли да утврде да ли зарађују или губе новац, односно због праћења извора и расположивости средстава. Књиге и евиденције воде многобројна правна лица која послују у привреди и финансијском сектору али и појединци. Финансијске установе користе књиге и евиденције, пре свега финансијске извештаје, како би одредиле да ли ће појединцу или фирми одобрити кредит. Улагачи се на основу књига или евиденција одлучују о томе да ли су њихова улагања довољно уносна, односно да ли у неки посао треба уложити средства. Државни органи (пореска служба) процењују и прикупљају порезе на основу података из финансијских извештаја (пореска пријава), које предају појединци и фирме.

Коришћење рачуноводствених и ревизорских вештина и начела у финансијским истрагама и криминалистичкој обради кривичних дела организованог криминала омогућава прикупљање *финансијских* информација оперативног и доказног значаја, које имају велики значај за ефикаснији криминалистички рад.

¹ Детаљније у: Van Duyne, P. C., & Levi, H. (2005). *Drugs and Money: Managing the Drug Trade and Crime Money in Europe*. London: Routledge Publishing Company.

2. Значај познавања рачуноводственог поступка за криминалистичку анализу

Рачуноводство се бави евидентирањем, разврставањем и сумирањем економских информација у облику новчаних јединица, чиме се омогућава реално доношење одлука корисницима тих информација.² У даљем тексту биће наведени рачуноводствени појмови који се најчешће срећу у примени метода финансијске истраге у криминалистичкој обради током криминалистичке анализе рачуноводствене документације.³

Имовина (средства) обухвата све физичке предмете (покретне) или правна средства (нематеријална/непокретна) која имају неку вредност. *Финансијске обавезе/расходи* представљају дугове зајмодавцима и другим повериоцима и често се описују као рачуни за наплату односно дугови. *Власнички капитал* означава разлику између власниковог улагања у имовину предузећа и износа његових финансијских обавеза (дуговања). *Приходи* се одређују као повећање власничког капитала на основу зараде од продаје услуга или продаје производа. *Трошкови* подразумевају смањење власничког капитала због трошкова потребних за постизање прихода.

Ради што ефикаснијег евидентирања, разврставања и резимирања економских информација користе се два рачуноводствена система. Први је просто рачуноводство (с једноструким књижењем) пошто је тај метод најједноставнији да се све евидентира на једном месту. Када се пословна збивања евидентирају само једном и приказују само на једном рачуну, такав рачуноводствени систем се назива једноставно рачуноводство. Тај начин вођења књига није једнообразан. Основно обележје простог књиговодства је да оно нема способност аутоматске контроле књижења. Користећи евиденцију простог књиговодства може се добити само стање делова активе и пасиве за које се воде рачуни у главној књизи. У случају да треба сагледати право стање активе и пасиве, потребно је извршити попис да би се дошло до пословних резултата. Наиме, пошто је тај систем поједностављен, обично га примењују појединци и мали предузетници (мање фирме) које не држе залихе. Лица које се баве незаконитим пословањем, као што су трговци наркотика, често користе систем једноставног рачуноводства приликом вођења евиденције.

Двојно рачуноводство (с двоструким књижењем) је сложеније, евиденција се води на најмање два рачуна и захтева израчунавање салда. Специфичност двојног рачуноводства је у томе што свака пословна промена истовремено обухвата у

2 Опширније у: Jovanović-Škarić, K. (2007). *Finansijsko računovodstvo*. Beograd: Ekonomski fakultet.

3 Криминалистичка анализа рачуноводствене документације је ужи појам од *форензичког рачуноводства*. Наиме, *форензичко рачуноводство* подразумева коришћење рачуноводствених и ревизорских вештина и начела у потенцијалним или стварним цивилним и кривичним стварима, с циљем утврђивања превара, губитака профита, прихода, имовине или штете, као и вршење процена интерних контрола, али и друге активности које захтевају вршење рачуноводствених експертиза за потребе правног система. Детаљније у: Kranacher, M., Riley, R., & Wells, J. (2010). *Forensic Accounting and Fraud Examination*. New Jersey: John Wiley & Sons.

истом износу леву и десну страну једног или више рачуна.⁴ Аутоматска контрола формалне исправности спроведених књижења произилази из равнотеже збирова између леве (дуговне) и десне (потражне) стране рачуна. За разлику од простог рачуноводства, систем двојног рачуноводства омогућава да се на основу исказаног стања на рачунима у главној књизи сагледа укупно имовно стање предузећа у сваком тренутку. Међутим, систем двоструког рачуноводства не гарантује да су све трансакције евидентирани у књигама и евиденцијама. Уколико је нека трансакција испуштена из евиденције, износ дуговања ће бити једнак потраживањима. У савременом свету пословања привредне организације углавном користе систем двојног рачуноводства.

Рачуноводствени поступак почиње улазним документима, а завршава се финансијским извештајем. Састављање финансијског извештаја биланса стања, биланса успеха, извештаја о новчаним токовима, извештаја о променама на капиталу и статистичког анекса, подразумева уважавање *међународних рачуноводствених стандарда* и начела уредног билансирања.⁵ Пословне књиге се најчешће воде коришћењем рачуноводствених софтвера, док је ручно вођење пословних књига врло ретко. Пословне књиге имају карактер јавне исправе и сваки пословни догађај односно промена морају бити исказани у њима. Први корак је провера улазних докумената, разврставање трансакција и њихово евидентирање у одговарајућим дневницима. Подаци садржани у дневницима се збирно евидентирају у главној књизи. Финансијски извештаји се припремају на основу стања свих рачуна у главној књизи.

Улазни документи нису ништа друго до материјални трагови који потврђују постојање неке трансакције. То су рачуни/фактуре који се односе на продају или куповину, уговори, чекови или потврде за издату готовину и друго. У криминалистичкој обради они могу бити најзначајнији доказни материјал у појединим предметима. Улазни документи у финансијским истрагама могу да се користе за:

- утврђивање власништва над имовином (средствима);
- утврђивање трансакција с имовином;
- утврђивање покушаја прикривања имовине;
- потврђивање постојања односно непостојања одређене трансакције;
- доказивање непријављених трансакција;
- утврђивање фалсификовања докумената и
- давања лажних информација о документима.

Књиге почетне евиденције (дневници) су у ствари дневници пословања. Већина фирми води дневнике примљене готовине, исплаћене готовине, продаје, набавке, затим општи дневник и друго. У дневник примљене готовине се уписује сва примљена готовина и у њему се приказују извори и износи примљеног новца. Дневник исплаћене готовине садржи податке о чековима и другим средствима плаћања које је издало неко предузеће (датум чека, његов серијски број, износ на чеку и назив доносиоца). У дневник продаје се евидентирају рачуни и фактуре о

⁴ Пословном променом се сматра свака промена која је већ настала и, као таква, довела до измена у активи односно пасиви у било којем виду, а која се може изразити новцем.

⁵ Детаљније у: *Практична примена међународних стандарда финансијског извештавања у Републици Србији* (2008), Београд: Савез рачуновођа и ревизора Србије.

продаји по редном броју, као и рачуни који се издају за продају на кредит. Дневник набавке садржи детаљне податке о набавкама извршеним за потребе предузећа. Општи дневник садржи податке о трансакцијама које не покривају претходно наведени специјални дневници. У тај дневник се уносе исправке износа који су били погрешно евидентирани и подаци који нису везани за пријем односно исплату готовине, продају и куповину.

Из криминалистичког аспекта посебно је значајно да се пажљиво провере уписи у општу књигу. Наиме, одговорна лица у предузећима могу да промене трансакције након њиховог евидентирања у књигама и евиденцијама. Подаци о трансакцији се могу накнадно исправити уписом у општи дневник и та могућност се може злоупотребити и користити за прикривање незаконитих радњи. Анализа настанка пословних догађаја евидентираних у књигама почетне евиденције може да има велики значај у откривању криминалних радњи, јер приказује тачан редослед књижења и свако накнадно исправљање. Књиге почетне евиденције се разврставају хронолошки, а књиге завршне евиденције према економској припадности.

Књиге завршне евиденције (главне књиге) су врста евиденција које месечно сажимају рачуне трансакција и то оних које се евидентирају у дневницима. Постоје две врсте завршних књига – главна и помоћна. Главна књига је евиденција свих рачуна које нека фирма или предузеће користи (готовина, градња, плативи рачуни, продаја и др.) Помоћна књига је збир појединих рачуна чији је укупан збир једнак салду/износу рачуна главне књиге. Те књиге садрже додатне детаље који оправдавају износ на одговарајућем рачуну у главној књизи. Обично је ту реч о помоћним књигама рачуна потраживања и помоћним књигама плативих рачуна. Које ће се помоћне књиге користити зависи од врсте делатности којом се бави привредни субјект.

Биланс стања приказује финансијско стање појединца или предузећа на одређени дан и то стање имовине појединца или предузећа, врсту имовине и њену вредност односно власнички капитал. *Биланс успеха* приказује приходе, расходе и нето добит које су неки појединац или предузеће имали у одређеном периоду. *Извештај о токовима готовине* исказује прилив средстава и њихов одлив из пословних активности, активности инвестирања и активности финансирања у одређеном периоду. На основу тог извештаја се може утврдити да ли укупне активности остварују позитивне токове готовине. *Извештај о променама на капиталу* исказује аналитички преглед промена на основном капиталу до којих се дошло у обрачунском периоду. *Статистички анекс* представља додатни извештај и садржи податке о периоду пословања, броју запослених лица, величини правног лица, ближе податке о ставкама биланса стања и биланса успеха, и то о основним средствима и обрачуну амортизације, обртним средствима, капиталу, обавезама, трошковима и приходима.⁶

Основни методи који се користе у вођењу рачуноводства су метод вођења рачуноводства на основу готовине и метод вођења рачуноводства на основу пословних збивања. Према рачуноводственом методу на основу готовине, рачуна се да су приходи зарађени у периоду у којем су и наплаћени, док се трошкови узимају у обзир у периоду када је извршено плаћање. Кључни елемент рачуноводственог

⁶ Опширније у: *Припремање финансијских извештаја* (2008). Београд: Савез рачуновођа и ревизора Србије.

метода на основу пословних збивања (обрачунских токова) јесте евиденција прихода у тренутку када су били зарађени (без обзира на то када су наплаћени) и евиденција трошкова у периоду када су настали (без обзира на то када су плаћени). Основна разлика између рачуноводственог метода на основу готовине и оног на основу пословних збивања је временско разграничење.

3. Индиције у рачуноводственој документацији значајне за криминалистичку анализу

Током криминалистичке обраде случајева организованог криминала у области привредно-финансијског пословања и других облика имовинског криминала, коришћењем метода финансијске анализе откривају се криминалистички значајне чињенице најчешће садржане у документацији, које могу да укажу на незаконито пословање и прање новца (Levi, Reuter, 2006). Познавањем тих криминалистички значајних чињеница убрзава се поступак криминалистичке обраде, јер се њиховим правилним тумачењем долази до значајних информација и смањује информациони дефицит на почетку криминалистичке обраде и финансијске истраге. У даљем тексту се наводе неке од индиција у рачуноводственој документацији које указују на незаконито пословање и које су значајне у поступку доказивања криминалних активности и ефикасног спровођења финансијских истрага.

Индиције које могу указивати на криминалне радње у финансијским извештајима, али које могу бити и последица несавесног рада и грешака⁷, најчешће настају као исход намерног непоштовања рачуноводствених процедура. Испољавају се у трансакцијама које нису благовремено евидентирани, које су евидентирани у периоду на који се догађај не односи или у погрешним износима, или које нису евидентирани у целокупном износу и слично. Затим, на криминалне радње посебно могу да укажу и:

- непостојање или недоступност документације;
- куповина робе без одговарајуће документације;
- књижења на основу фотокопираних или фалсификованих документација;
- фалсификовање пописних листа;
- фиктивно фактурисање;
- неоверени и документи у електронској форми без постојања оригиналних;
- фаворизовање одређених поверилаца различитим незаконитим радњама;
- непотписани финансијски извештаји;
- трансакције с повезаним правним лицима;
- увећање цене у фактури;
- лажна требовања, фиктивне продаје и испоруке;

⁷ Грешке су ненамерни и погрешни искази и пропусти који су видљиви и који се могу исправити (грешке изостављања, погрешан рачун, принципијелне грешке, погрешно књижење, грешке пребијања и сл.). Детаљније у: Андрић, М., Крсмановић, Б., Јакшић, Д. (2004). *Ревизија: теорија и пракса*. Бечеј: Пролетер.

- нетачно књижење и неевидентирање пословних догађаја;
- фалсификовање потписа на документима;
- неслагање у пословним књигама;
- постојање интерне документације која се не уноси у пословне књиге;
- несклад у редоследу књижења, честа вршења сторнирања;
- незаконите исплате у готовом, односно исплате фиктивних рачуна;
- онемогућавање или ограничавање приступа одређеним евиденцијама заинтересованим странама (ревизорима);
- постојање неуобичајених пословних трансакција у односу на износ и време настанка и слично.

Једна од најснажнијих индиција злоупотреба у рачуноводственој документацији јесу вођење двоструких књига односно евиденција и њихово уништавање. За вођење двоструких књига и евиденција не постоји никакав законит пословни разлог, јер сва лица која прегледају књиге и евиденције треба да имају приступ свим подацима. Уништавањем књига и евиденција уклањају се и докази (Wells, 2007: 237).

Подаци садржани у дневнику готовинских примања, дневнику продаје и улазним документима указују на то да постоје следеће чињенице:

- добијање кредита од компанија које су смештене у земљама познатим као *офшор* финансијски центри⁸;
- обављање великих и честих новчаних трансакција у предузећу чије пословање није готовински интензивно;
- фалсификовање рачуна о продаји и
- улози у банци чији се извор не може открити праћењем новца.

Подаци садржани у дневнику готовинских исплата, дневнику набавке и улазним документима указују на то да постоје следеће чињенице:

- фалсификовање рачуна за набавке;
- давање зајмова с високим износима запосленима или појединцима под веома повољним условима;
- исплата предузећима *шкољкама* или непостојећим лицима,⁹
- плаћање личних трошкова средствима предузећа и
- отплата кредита финансијским установама које своје седиште имају у офшор финансијским центрима.

⁸ Термин *офшор* финансијски центри се односи на земље где се банкарске, корпорацијске и друге финансијске операције воде под строгим режимом поштовања дискреционих права банака, с минималним надзором власти. Најчешће навођени разлог за оснивање офшор финансијских центара јесте пружање одређених *фискалних погодности* физичким и правним лицима која користе њихове услуге. Такве *фискалне погодности* се најчешће користе за легализацију или скривање нелегално стечених средстава (Бошковић, 2005: 48).

⁹ Предузеће *шкољка* је правно лице које нема активу и не послује у месту где је регистровано, већ се у злоупотребама користе рачуни, *бланко* документација и печати.

Коришћењем метода финансијске анализе у криминалистичкој обради утврђено је да постоје следеће чињенице:

- прикривање имовине/средстава;
- коришћење услуга лица која имају пуномоћ и
- често коришћење благајничких чекова.

Један од разлога што појединци прикривају средства и користе услугу лица с пуномоћјем је тај што су уплетени у незаконито пословање и не желе да се проверава извор њиховог богатства. Поред прикривања имовине, опуномоћеници се користе и када се жели сакрити приход од пореских власти.¹⁰ Благајнички чекови се често користе с намером да се отклоне материјални трагови, јер их је тешко открити и пратити.

Поред наведених индиција, на злоупотребе могу указивати и следећи изузеци и необичности у документацији:

- неслагање салда с главном књигом;
- коришћење књиговодственог програма који омогућава двоструко књижење и исправке без налога *сторно*;
- мањак на залихама;
- неодобрене измене у документацији;
- непостојећи запослени (фиктивни радници);
- вишкови и мањкови готовине;
- притужбе и рекламације потрошача;
- корекције на рачунима купаца и добављача;
- повећање износа доспелих потраживања;
- повећани шкарт и отпад;
- двострука исплата по истој трансакцији;
- активирање раније дуго неактивираних рачуна и слично (Robertson, Lowers, 2002: 307).

Књиге и евиденције су пресудан извор доказног материјала у криминалистичким обрадама случајева организованог економског криминала. Њиховом анализом се могу открити многобројни трагови који омогућују праћење новца и откривање незаконитости у пословању. Зато је у сваком појединачном случају битно да се провери и пословање лица која су предмет криминалистичке обраде, јер се применом метода финансијске анализе може доћи до значајних информација које се не могу прикупити другим криминалистичким методима.

4. Закључак

Организовани криминал у савременим условима тежи ка коришћењу привредно-финансијског сектора да би замаглио границе између легалних и нелегалних

¹⁰ Опширније у: Golden, T., Skalak, S., & Clayton, M. (2005). *A Guide to Forensic Accounting Investigation*. New Jersey: John Wiley & Sons.

активности и тиме омогућио интеграцију криминалног профита у легалне економске токове. Међутим, из аспекта истраге случајева организованог криминала значајно је истаћи да коришћење финансијских институција у криминалној активности оставља *папирнате* трагове и ствара могућност да се шири круг људи упозна с деловањем криминалне организације (потенцијални сведоци).

Делотворна примена метода финансијске истраге омогућава откривање постојања и проналажење нелегално стечених средстава криминалном делатношћу и ствара основе за покретање поступака за одузимање тих средстава. Примена метода финансијске истраге има изузетан значај у борби против организованог као и других облика имовински мотивисаног криминала, с обзиром на то да нелегално стечена средства представљају економску полугу моћи криминалних организација и појединаца.

Применом финансијске анализе рачуноводствене документације може се доћи до информација о улагању незаконито стечених средстава у легално пословање, о привредним субјектима који се користе као *паравани* криминалне делатности, додатних информација о криминалној вези других предузећа и лица која су повезана, чињеница које упућују на друге финансијске информације, као и других информација од значаја за криминалистичку обраду случајева организованог криминала.

Коришћење рачуноводствених начела, ревизорских вештина и истражних техника у криминалистичкој анализи рачуноводствене документације има за циљ да пружи увид у стварну слику финансијског пословања конкретног привредног субјекта који је повезан с организованим криминалом. Наиме, често се дешава да је та слика потпуно другачија од стварног стања, тачније да скоро никада стварно и књиговодствено стање нису потпуно исти.

На основу претходно реченог може се закључити да се коришћењем рачуноводствене анализе *финансијских трагова* криминалних организација може доћи до значајних информација, које могу усмерити криминалистичку обраду у правом смеру, омогућити примену других криминалистичких метода и створити основе за покретање кривичног поступка и ефикасно спровођење финансијских истрага.

Литература

1. Андрић, М., Крсмановић, Б., Јакшић, Д. (2004). *Ревизија: теорија и пракса*. Београд: Пролетер.
2. Бошковић, Г. (2005). *Прање новца*. Београд: Беосинг.
3. Golden, T., Skalak, S., Clayton, M. (2005). *A Guide to Forensic Accounting Investigation*. New Jersey: John Wiley & Sons.
4. Jovanović-Škarić, K. (2007). *Finansijsko računovodstvo*. Београд: Економски факултет.
5. Kranacher, M., Riley, R., Wells, J. (2010). *Forensic Accounting and Fraud Examination*. New Jersey: John Wiley & Sons.
6. Levi, M., Reuter, P. (2006). *Money Laundering*. Chicago: The University of Chicago Press.

7. *Практична примена међународних стандарда финансијског извештавања у Републици Србији* (2008). Београд: Савез рачуновођа и ревизора Србије.
8. *Припремање финансијских извештаја* (2008). Београд: Савез рачуновођа и ревизора Србије.
9. Ponsaers, P. (2002). What is so organized about financial-economic crime? The Belgian case. *Crime, Law & Social Change*, 37(3), 191–201.
10. Robertson, J. C., Lowers, T. J. (2002). *Auditing & Assurance Services*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
11. Crumbley, L., Heitger, L., Smith, S. (2007). *Forensic and Investigative Accounting*. Chicago: CCH.
12. Van Duynе, P. C., Levi, M. (2005). *Drugs and Money: Managing the Drug Trade and Crime Money in Europe*. London: Routledge Publishing Company.
13. Wells, T. J. (2004). *Corporate Fraud Handbook*. New Jersey: John Wiley & Sons.

CRIMINALISTIC ANALYSIS OF ACCOUNTING DOCUMENTS – IDENTIFICATION OF FACTS RELEVANT TO THE FINANCIAL INVESTIGATION OF ORGANIZED CRIME

Summary: Profit-oriented criminal activities generate a significant amount of criminal income. Criminal profits are transferred, making, mixed with legal means or otherwise infiltrate the legal economy. In order to conceal the existence and origin of criminal profits organized crime tends to infiltrate into the legal financial flows using criminal activities in the field of accounting. These activities provide a paper trail that can be followed using criminalistic analysis accounting documents in financial investigations. Effective application of these methods in the investigation of organized crime, we receive important information as guidelines for financial investigations and may indicate – concealing the origin and existence of illegally acquired property, unlawful use of the acquired assets and disguise criminal activity.

Keywords: accounting, financial investigations, criminalistic analysis, organized crime and money laundering.

ПРЕТРЕСАЊЕ СТАНА И ЛИЦА У ФИНАНСИЈСКИМ ИСТРАГАМА

Оливер Лајић
Милан Жарковић
Звонимир Ивановић

Криминалистичко-полицијска академија, Београд

Сажетак: Аутори се у раду баве теоријским и практичним питањима везаним за претресање стана и лица у контексту финансијских истрага. Након увода, излагање почиње општим напоменама о теоријском одређењу претресања, а затим се указује на посебности које се тичу неопходног степена сумње да би се предузеле поменуте радње у том, специфичном истражном поступку. Централни део рада се односи на криминалистичке аспекте претресања стана и лица, при чему се апострофира практична разрада тактичких одредница од раније познатих у криминалистичкој литератури и указује на посебности које такво претресање носи у себи захваљујући чињеници да је реч о специфичним предметима за којима се трага, најчешће у облику формалних докумената о власништву (уговори, решења надлежних државних органа и сл.), докумената који произилазе из власништва (на пример, рачуни за стамбено-комуналне услуге), као и својеручних бележака и рачунарских података.

Кључне речи: финансијске истраге, одузимање имовине стечене криминалом, обезбеђивање доказа, претресање стана, претресање лица.

1. Увод

Институт одузимања имовине стечене криминалом данас се сматра незаменљивим инструментом у борби против организованог криминала. Концепт примене института одузимања имовине стечене криминалом почива на увођењу посебног истражног поступка, познатог као финансијска истрага, у чијем се средишту у првом реду налази расветљавање околности везаних за стицање и даље кретање криминалом стеченог богатства, затим на успостављању контроле над имовином за коју се сумња да је незаконито стечена, као и на коначном доношењу

судске одлуке на основу чињеница и околности које су несумњиво утврђене у претходном поступку. Промена фокуса истраживања у односу на традиционална решења, у којима је примарно место заузимало кривично дело, несумњиво је захтевала модификације и у оквирима организационе структуре надлежних истражних субјеката, као и прилагођавање њихових овлашћења посебностима тог поступка, како би се могао остварити прокламовани циљ.

Посматрано у домаћим правним оквирима, Закон о одузимању имовине проистекле из кривичног дела¹ (ЗОИПКД) одређује као циљ финансијских истрага прикупљање доказа о имовини, законитим приходима и трошковима живота окривљеног, сведока сарадника и оставиоца, као и доказа о имовини коју је наследио правни следбеник, односно доказа о имовини и накнади за коју је имовина пренета на треће лице (члан 15, став 2 ЗОИПКД). Да би се обезбедили ти докази, Јединица за финансијске истраге (ЈФИ), под руководећом улогом јавног тужиоца, може на основу изричитих законских овлашћења предузети низ радњи којима се обезбеђују докази, с циљем поткрепљивања односно оповргавања иницијалне сумње о поседовању знатне имовине проистекле из кривичног дела. Предузимањем радњи које имају доказни значај, дакле, ствара се одговарајући чињенични склоп који омогућује јавном тужиоцу да донесе материјално утемељену одлуку о подношење захтева за трајно одузимање имовине, или да првобитна сазнања оцени као нетачна и одустане од даљег поступка.

Током финансијских истрага могу се предузимати радње обезбеђења доказа, као што су *привремено одузимање предмета, претресање лица и претресање стана и осталих просторија*. Међутим, каталог потенцијалних радњи није тиме исцрпљен. Поред поменутих, традиционалних радњи обезбеђења доказа, законодавац је у Закону о одузимању имовине проистекле из кривичног дела предвидео и неке савременије радње, чија се примена у већини правних система веже за кривична дела организованог криминала, а затим и корупције или других тешких дела, попут радње *достављања података о стању пословних и личних рачуна власника од стране банкарске или друге финансијске организације и аутоматске обраде тих података*. Уз то, раније је већ поменута околност да законодавац предвиђа само неке од радњи обезбеђења доказа које се предузимају у кривичном поступку, али да то не значи да је искључена могућност коришћења осталих, при чему се не искључује ни могућност употребе доказа који су за потребе кривичног поступка (за кривична дела из члана 2 тог закона) прикупљени специјалним истражним техникама уколико се односе на имовину проистеклу из кривичног дела (Илић, Мајић, 2009: 83).

Свака од наведених радњи врло често привлачи пажњу научне, стручне па и опште јавности, у првом реду због задирања у основна људска права и слободе и могућих злоупотреба које се могу јавити током њиховог предузимања. У наставку излагања детаљније ће се разматрати претресање стана и лица, првенствено у контексту реализације финансијских истрага.

¹ Службени гласник Републике Србије, бр. 32/13.

2. Уопште о претресању стана и лица и предузимању тих радњи у финансијским истрагама

У савременим демократијама начело неповредивости стана је прокламовано највишим уставним актима. Исто је и у нашем правном поретку у којем је неповредивост стана зајемчена Уставом (члан 40, став 1 Устава²). Тај правни акт, наиме, одређује да нико не може без писмене одлуке суда ући у туђи стан или у друге просторије против воље њиховог држаоца, нити у њима претресати, као и право држаоца стана да присуствује претресању, заједно са заступником, и уз још два пунолетна сведока (члан 40, став 2 Устава). Детаљне одредбе о улажењу у туђи стан и предузимању радње претресања стана и лица садржане су у Законнику о кривичном поступку (чланови 152–160 ЗКП-а), у оквиру седме главе, која се односи на доказе.

Претресање је важна кривичнопроцесна радња, која се најчешће обавља током истраге или као истражна радња у предистражном поступку³ (Алексић, Шкулић, 2009: 69). Оно представља материјално истраживање над лицима или стварима које се предузима с циљем проналажења трагова кривичног дела или предмета важних за кривични поступак (укључујући ту и леш), или с циљем хватања окривљеног (Грубач, 2002: 377). У складу с изнетом дефиницијом може се рећи да је претресање стана материјално истраживање стана и других просторија, које се предузима ради остварења циља одређеног у Законнику – хватање окривљеног, односно проналажење трагова кривичног дела или предмета важних за поступак (члан 152, став 1 ЗКП-а). У питању је принудна, правно регулисана радња. Наредба за претресање стана садржи у себи и наредбу за издавање и одузимање предмета (Грубач, 2002: 382), што указује на међусобну повезаност тих радњи.

Претресање лица је материјално истраживање на телу и у телу лица различитим начинима (чулом вида, чулом додира, испитивањем телесних шупљина механичким средствима, средствима за пражњење, радиоскопијом), или на ономе што лице носи на себи или са собом (Vasiljević, 1971: 390). Циљ предузимања те радње је одређен у ЗКП-у на исти начин као и циљ претресања стана или других просторија (видети претходни пасус). Манинг (Manning) наводи да објект истраживања обично задржава у свом поседу неки компромитујући доказ, било да се он налази у његовом стану, било у пословном простору (Manning, 2005: 491), и управо та

2 Устав Републике Србије, у даљем тексту Устав (*Службени гласник Републике Србије*, бр. 98/06).

3 Треба приметити да истраживање полицијске праксе, које је уследило након доношења ЗКП-а из 2001. године, говори у прилог чињеници да се претресање стана, иако као радња доказивања, неупоредиво више пута предузима у предистражном (тадашњем преткривичном) поступку у односу на истрагу и главни претрес. Тако, у узорку од 500 предмета с подручја четири виша суда у Србији, у периоду од почетка примене поменутог ЗКП-а па до краја 2004. године, та радња је била предузета у преткривичном поступку у укупно 116 предмета (у 40 предмета на основу законског овлашћења полиције, а у 76 предмета по наредби истражног судије), а у истрази у свега четири предмета. Из тога произилази да се радња претресања (стана) предузима готово по правилу у предистражном поступку, а изузетно у истрази. Када је у питању претресање лица, то правило је још израженије, с обзиром на то да је та радња предузимана искључиво у (тадашњем) преткривичном поступку и то у 109 предмета, од чега у 63 предмета самоиницијативно, на основу законског овлашћења, а у 46 предмета по наредби истражног судије (Лајић, 2006: 158–159).

чињеница, уколико је поткрепљена другим, раније прикупљеним сазнањима, даје основа за веровање да ће се претресањем одговарајућих простора односно лица пронаћи предмети и трагови значајни за финансијску истрагу.

У практичној реализацији финансијских истрага, Уставом прокламована неповредивост стана повлачи за собом обавезно постојање судске одлуке којом се налаже претресање стана и осталих просторија (формални услов), уз испуњење материјалног услова који се огледа у вероватноћи проналажења доказа о имовини, законитим приходима и трошковима живота, доказа о наслеђеној имовини, односно накнади за коју је имовина пренета на треће лице⁴ (члан 20, став 1 ЗОИПКД). Под вероватноћом се подразумева степен уверености о чињеницама који је јачи од основане сумње, а слабији од извесности (Vasiljević, Grubač, 2005: 156). Илић и Мајић уочавају проблем у тумачењу вероватноће на тај начин, с обзиром на то да је за покретање финансијске истраге довољно постојање основа сумње (индиција) о постојању имовине проистекле из кривичног дела, а да се за касније предузимање радње претресања у истој тој истрази ипак захтева њен виши степен (Илић, Мајић, 2009: 90).

Но, чини се да је став законодавца о том питању ипак утемељен на ваљаним разлозима. Наиме, степен вероватноће о постојању криминалне имовине, који постоји у време доношења наредбе јавног тужиоца о покретању финансијске истраге, током предузимања криминалистичких провера може расти и приближавати се извесности или смањивати се, односно означити почетна сазнања неистинитим. У највећем броју случајева, ипак, предузимањем тих провера се потврђује и додатно увећава иницијална сумња о постојању такве имовине, те се основано може претпоставити да ће приликом обраћања јавног тужиоца суду, с циљем добијања наредбе за претресање стана (члан 20, став 1 ЗОИПКД) или лица (члан 20, став 2 ЗОИПКД) у финансијској истрази, степен сумње премашивати основе сумње који су постојали пре њеног започињања, а који су послужили као разлог за њено покретање. То, у крајњем случају, резултира закључком да се претресање стана или лица неће моћи предузети одмах након доношења наредбе јавног тужиоца о покретању финансијске истраге уколико та сумња истовремено није поткрепљена додатним доказима, односно да ће се претресање моћи предузети тек након одговарајућих провера и прибављања других доказа који ће подићи степен вероватноће изнад прости и другим доказима непотврђене сумње о постојању имовине стечене криминалом.

⁴ Иако се у Закону говори о проналаску доказа, заправо је реч о проналаску предмета или трагова који могу послужити као доказ, што у правно-техничком смислу више одговара суштини ствари. Таква редакција текста је извршена и у ЗКП-у, па би се законодавцу могло приговорити да није био доследан приликом креирања текста Закона о одузимању имовине проистекле из кривичног дела.

3. Криминалистички аспекти претресања стана и лица у финансијским истрагама

Приликом претресања је неопходно примењивати општа криминалистичка правила о предузимању те радње. Криминалистичка наука разликује претресање просторија (стана, куће, пословног простора, помоћних објеката и сл.), лица и њиховог пртљага, возила као и претресање отвореног простора. Ипак, с обзиром на природу тражених предмета и трагова, током финансијских истрага у обзир долази првенствено претресање стана и пословних просторија, а затим и претресање лица и, евентуално, возила. Предузимање те радње на отвореном простору готово да нема значаја за поступање у финансијским истрагама. Даља излагања су посвећена првенствено претресању просторија, с обзиром на то да се у финансијским истрагама оно предузима у убедљиво највећем броју случајева у односу на остале врсте претресања.

3.1. Оперативни план претресања

Приликом претресања стана и других просторија од посебног је значаја ефикасна примена основних начела криминалистичког деловања, нарочито начела оперативности и брзине у деловању, начела методичности, начела темељитости и упорности и начела дискреције односно чувања службене тајне (Алексић, Шкулић, 2009: 70). Конкретизација припремних радњи које претходе претресању подразумева предузимање низа активности које се свODE на: а) прикупљање и проверу обавештења о лицу у вези с којим се претреса, б) свеобухватну анализу криминалне делатности поводом које се поступа, в) планирање према свим битнијим елементима и г) давање инструкција ангажованим припадницима полиције (Жарковић, 2009: 258). Наш чувени криминалиста Водинелић указује на значај оперативног плана претресања, који је неопходно до танчина разрадити како би претресање било успешно. Он наводи елементе тог плана који су, заправо, садржани у одговорима на следећа питања: а) шта или кога треба тражити, б) код кога треба тражити, в) када треба тражити, г) како је најкорисније тражити, д) где треба тражити и њ) каквом опремом и с колико полицијских службеника тражити (Vodinić, 1970: 100).

Финансијске истраге су по много чему специфичне у односу на полицијско поступање у предистражном поступку или истрази, па тако и у погледу предузимања радње претресања стана и других просторија. Када се елементи о којима говори Водинелић ставе у контекст остварења те фазе поступка одузимања имовине стечене криминалом, могли би се добити начелни одговори који осликавају знатан део специфичности поступања у прикупљању доказа током финансијских истрага. У том смислу, треба приметити да је криминалистичко поступање надлежних финансијских истражитеља у том случају првенствено усмерено ка проналажењу докумената о власништву над непокретном или покретном имовином, како формалних тј. непосредних (уговори о куповини некретнина, рачуни за купљене покретне ствари и сл.), тако и фактичких односно посредних (попут рачуна за пружене комуналне услуге које се односе на конкретну некретнину, адресиране на име власника и сл.), затим ка целокупној расположивој документацији

о приходима и расходима физичког или правног лица (на пример, изводи стања банковних рачуна), као и ка белешкама које је лице својеручно сачинило, а које су релевантне за поступак финансијских истраживања. Осим тога, од нарочитог значаја су подаци и информације који се могу пронаћи у компјутерима власника и с њима повезаних лица, што за собом повлачи питање присуства стручног лица за обезбеђење и одговарајуће фиксирање дигиталних извора информација.

Друго питање из оперативног плана претресања које помиње професор Водинелић односи се на лица код којих треба тражити. ЗОИПКД, у том смислу, помиње претресање стана власника и других лица (члан 20, став 1 ЗОИПКД), при чему, сагласно члану 3, ставу 1, тачки 4 ЗОИПКД, том кругу потенцијалних лица припадали би окривљени, сведок сарадник, оставилац, правни следбеник и треће лице. Трећа лица могу бити блиски сродници или нека друга лица које претходна сазнања из финансијске истраге односно претходна криминалистичка обрада означавају као лица која могу поседовати одговарајућа документа. Реч је о сарадницима, члановима даље родбине, кумовима итд.

У погледу трећег елемента из оперативног плана претресања треба рећи да је фактор изненађења увек пожељан чинилац приликом предузимања те радње. Уколико је реч о супротној ситуацији, постоји велика вероватноћа да претресање неће дати очекиване резултате, с обзиром на то да се на тај начин омогућује лицима која су објект финансијске истраге да униште или сакрију предмете који могу бити у функцији доказа.

Одговори на следећа два питања – како и где тражити, условљени су природом предмета који се траже приликом претресања. Претходно је већ поменуто да се у финансијским истрагама трага за документима односно подацима у дигиталној форми, који се односе на власништво, законите приходе и трошкове живота, односно на накнаду за коју је имовина пренета на треће лице. Када је реч о законитим приходима, лице које је објект финансијске истраге може и само понудити доказе о тим приходима (уколико постоје) и о трошковима живота, што обично неће бити случај с другим, за финансијску истрагу релевантним подацима. Леви (Levi) и Ософски (Osofsky) наводе да су осумњичени више него вољни да говоре о својим трошковима, а слична су и домаћа искуства. Према наводима тих аутора, осумњичени верују да ће се заштитити од одузимања имовине уколико прикажу да имају велике финансијске обавезе и мали приход, док је стварност управо другачија – трошак већи од прихода јасно указује на други (назаконит) извор прихода и често на томе „падају“ дилер дроге и други криминалци (Levi, Osofsky, 1995: 15).

Но, без обзира на то да ли је лице заинтересовано да пружи тражене доказе или их финансијски истражитељи морају сами пронаћи, њихово физичко оличење у различитим врстама докумената и компјутерских тј. дигиталних записа диктираће и начин и евентуална места претраге. Уобичајено је да се та документа не сакривају на нека нарочито скривена места. Штавише, приликом претресања најчешће се документа проналазе на местима на којима је одложена и остала документација која се односи на власничка права, пореске обавезе или текуће приходе. Персонални рачунари такође представљају незаобилазан извор информација (Manning, 2005: 501).

На крају излагања о елементима оперативног плана претресања биће размотрена и питања о потребној опреми и броју полицијских службеника приликом претресања. Физички облик предмета који се траже у финансијској истрази, о којем је и претходно било речи, не подразумева употребу посебне опреме, али зато подразумева специфична знања и вештине из области економских и рачуноводствених дисциплина и информатичких технологија. У данашње време се подразумева да финансијски истражитељи познају економске и рачуноводствене дисциплине. Када је у питању познавање рачунарских технологија, ситуација је нешто другачија, па је неопходно да, уколико немају сопствени стручни кадар, тимови финансијских истражитеља ангажују стручна лица како би докази били адекватно и процесно прихватљиво обезбеђени и документовани. Пракса домаће ЈФИ иде управо у том смеру. С друге стране, број потребних полицијских службеника тј. финансијских истражитеља који треба да реализују претресање фактичко је питање које треба ценити у сваком конкретном случају, уз уважавање чињеница које се односе на величину и карактеристике простора који треба претражити, број лица који се очекује у простору који се претреса, као и на друге околности везане за конкретан предмет.

3.2. Други аспекти практичне примене претресања у финансијским истрагама

Вредно је помена и да у пракси српске ЈФИ претресање ретко непосредно спроводе њени припадници. Ипак, нису ретки ни случајеви да су припадници ЈФИ учествовали у претресању које је поводом кривичних предмета предузимала нека друга организациона јединица Службе за борбу против организованог криминала уколико су постојале индиције да је вршењем таквих кривичних дела произашла криминална добит која је конвертована у имовину. У тим случајевима, припадници надлежних служби СБПОК-а су прикупљали доказе који се односе на кривично дело и кривичну одговорност учинилаца, док је пажња припадника ЈФИ била усмерена на прибављање доказа о стеченој имовини, законитим приходима и другим околностима значајним за финансијске истраге.

Истовремено, предузимање радњи везаних за кривични поступак и поступак одузимања имовине проистекле из кривичног дела само по себи намеће питање да ли је за валидност радњи које су на тај начин предузете неопходна посебна наредба суда, односно да ли се предмети значајни за финансијску истрагу могу прибавити претресањем по наредби суда која се односи на кривични предмет.

Ако се има у виду да је суд обавезан да утврди износ прибављене имовинске користи за свако кривично дело, и то по службеној дужности, онда би требало узети да је током претресања неопходно прибављати и податке који се односе на ту чињеницу. Извесно је и да би се такви докази могли користити у финансијској истрази, односно у поступку одузимања имовине стечене криминалом уколико је у питању претресање у предистражном или кривичном поступку за дела одређена у члану 2 ЗОИПКД (Илић, Мајић, 2009: 83).

Чак и да је одговор на претходно питање одричан, нема сметњи да се у финансијској истрази тј. поступку одузимања имовине стечене криминалом користе докази прибављени приликом предузимања радњи обезбеђења доказа у предистраж-

ном или кривичном поступку. Евентуалне сметње могу се, наиме, једноставно уклонити правовременом интервенцијом јавног тужиоца. Његова интервенција би ишла у правцу прибављања одговарајуће наредбе суда, која би се односила на финансијску истрагу односно поступак одузимања имовине стечене криминалом. На тај начин, између осталог, избегле би се и наведене дилеме у погледу каснијег процесног значаја предузетих радњи. Увек када је то могуће треба користити погодности паралелне истраге, јер се на тај начин остварује знатна предност у односу на осумњиченог, који чак не мора ни да зна да се међу припадницима полиције који претресају налазе и припадници ЈФИ. Заправо, тиме се само потврђује теза о неопходности спровођења интегрисаних (финансијских и кривичних) истрага, о чему готово да постоји консензус у литератури (Golobinek, 2007: 43; Лукић, 2009: 67; Жекић-Брадајић, 2010: 7).

Ипак, у вези с предузимањем радње претресања у тзв. паралелним или интегрисаним истрагама и могућностима за касније коришћење прибављених резултата у поступку одузимања имовине стечене криминалом могло би се отворити друго спорно питање. У претходно описаном случају, у први мах не мора бити познато да ли предмети пронађени током претресања указују на имовинску корист или имовину која је прибављена кривичним делом поводом којег се претреса или неким другим, раније извршеним кривичним делом које није, нити је било предмет кривичног поступка. Отуда се може поставити и питање да ли се на тај начин прибављени докази могу користити као доказ у поступку одузимања имовине уколико се односе на друга, *раније извршена а непроцесуирана дела*, а не на кривично дело поводом којег се претреса. Из перспективе вођења кривичног поступка, овде би, заправо, у питању били тзв. „случајни докази“, мада се то не би могло рећи ако се ствари посматрају из перспективе вођења финансијских истрага.

Наиме, када се ти предмети тј. докази ставе у контекст поступка одузимања имовине стечене криминалом, онда чињеница о стицању имовине на основу откритог или неоткритог тј. процесуираног или непроцесуираног дела више нема значаја. За покретање финансијске истраге против одређеног лица и касније одузимање имовине која се у том поступку може означити као „криминална“ неопходно је да је лице претходно извршило кривично дело из члана 2 ЗОИПКД, док се у финансијској истрази прикупљају докази о целокупној имовини, без обзира на то како је она стицана. Предмет финансијске истраге односно поступка одузимања имовине стечене криминалом није утврђивање чињеница о томе како је и на који начин стечена конкретна имовина, нити њено рашчлањивање на ону стечену конкретним кривичним делима, било да су нека од тих дела већ била предмет кривичног поступка или не. У том поступку се посматра имовина у својој укупности, као и законити приходи, а основни критеријум на основу којег се она означава „криминалном“ јесте чињеница о очигледној несразмерности њене вредности законитим приходима њеног власник.⁵ Због тога ни „индивидуалност“ доказног материјала, у смислу указивања на конкретна кривична дела, није од значаја за поступак одузимања имовине стечене криминалом, иако може бити од значаја за потребе кривичног поступка.

⁵ Непостојање законитих прихода којима би се оправдало поседовање знатне имовине болна је тачка организованог криминала, која је узроковала и појаву прања новца.

4. Закључак

Као и у предистражном поступку, претресање стана и лица заузима посебну пажњу у финансијским истрагама, с обзиром на то да се током те радње могу прибавити докази од суштинског значаја за даљи ток и исход поступка одузимања имовине стечене криминалом. У пракси се свакодневно потврђује да лица против којих се спроводи финансијска истрага задржавају доказе у стану или у пословном простору и управо та чињеница, поткрепљена другим, раније прикупљеним сазнањима, даје основа за веровање да ће се претресањем одговарајућих простора односно лица пронаћи предмети и трагови значајни за финансијску истрагу.

Финансијске истраге су по много чему специфичне у односу на полицијско поступање у предистражном поступку или истрази, па тако и у погледу предузимања радње претресања стана и других просторија. У том смислу, треба приметити да је криминалистичко поступање надлежних финансијских истражитеља у том случају првенствено усмерено ка проналажењу докумената о власништву над непокретном или покретном имовином, како формалних тј. непосредних (уговори о куповини некретнина, рачуни за купљене покретне ствари и сл.), тако и фактичких односно посредних (попут рачуна за пружене комуналне услуге које се односе на конкретну некретнину, адресиране на име власника и сл.), затим ка целокупној расположивој документацији о приходима и расходима физичког или правног лица (на пример, изводи стања банковних рачуна), као и ка белешкама које је лице својеручно сачинило, а које су релевантне за поступак финансијских истраживања. Осим тога, од нарочитог значаја су подаци и информације који се могу пронаћи у компјутерима власника и с њима повезаних лица, што за собом повлачи питање присуства стручног лица за обезбеђење и одговарајуће фиксирање дигиталних извора информација. Када је у питању познавање рачунарских технологија, неопходно је да, уколико немају сопствени стручни кадар, тимови финансијских истражитеља ангажују стручна лица како би докази били адекватно и процесно прихватљиво обезбеђени и документовани.

Физичко оличење потенцијалног доказног материјала у различитим врстама докумената и компјутерских тј. дигиталних записа диктира и начин и евентуална места претраге. Уобичајено је да се та документа не сакривају на нека нарочито скривита места. Штавише, приликом претресања најчешће се документа проналазе на местима на којима је одложена и остала документација која се односи на власничка права, пореске обавезе или текуће приходе. Компјутери такође представљају изузетно битан и неизоставан извор информација. Физички облик предмета који се траже у финансијској истрази, о којем је и претходно било речи, не подразумева употребу посебне опреме, али зато подразумева специфична знања и вештине из области економских и рачуноводствених дисциплина и информатичких технологија.

За финансијске истраге није од значаја ни чињеница да ли доказни материјал указује на конкретно одређено кривично дело, с обзиром на то да предмет финансијске истраге, односно каснијег поступка одузимања имовине стечене криминалом, није утврђивање одакле је и на који начин стечена конкретна имовина, нити њено рашчлањивање на ону стечену конкретним кривичним делима, па се ни доказни материјал прибављен претресањем стана или лица не издваја посебно у складу с том чињеницом.

Литература

1. Alldridge, P. (2003). *Money Laundering Law: Forfeiture, Confiscation, Civil Recovery, Criminal Laundering and Taxation of the Proceeds of Crime*. Oxford: Hurt Publishing.
2. Алексић, Ж., Шкулић, М. (2009). *Криминалистика*. Београд: Правни факултет, Службени гласник.
3. *Borba protiv organizovanog kriminala u Srbiji: od postojećeg zakonodavstva do sveobuhvatnog predloga reforme*. (2008). Turin: UNICRI; Firenca: Univerzitet, Odsek za uporedno i krivično pravo; Београд: Institut za uporedno pravo.
4. Vasiljević, T. (1971). *Sistem krivičnog procesnog prava SFRJ*. Београд: Zavod za izdavanje udžbenika Socijalističke Republike Srbije.
5. Vasiljević, T., Grubač, M. (2005). *Komentar Zakonika o krivičnom postupku*. Београд: Justinijan.
6. Vodinić, V. (1970). *Kriminalistika*. Београд: Prosveta.
7. Golobinek, R. (2007). *Finansijske istrage i oduzimanje imovine stečene krivičnim delima: priručnik za pripadnike policije i pravosuđa*. Београд: Savet Evrope, Kancelarija u Београду.
8. Грубач, М. (2002). *Кривично процесно право: увод и општи део*. Београд: Службени гласник.
9. Жарковић, М. (2009). *Криминалистичка тактика*. Београд: Криминалистичко-полицијска академија.
10. Илић, Г. П., Мајић, М. (2009). Коментар Закона о одузимању имовине проистекле из кривичног дела. У Г. П. Илић, Б. Николић, М. Мајић, Ђ. Мелило, Коментар Закона о одузимању имовине проистекле из кривичног дела: са прегледом релевантних међународних докумената, упоредноправних решења и праксе Европског суда за људска права (42–171). Београд: Организација за европску безбедност и сарадњу, Мисија у Србији.
11. Жекић-Брадајић, Г. (2010). Примена Закона о одузимању имовине проистекле из кривичног дела: позитивна и негативна искуства. У *Одузимање имовине проистекле из кривичног дела* (2–12) (Материјали са семинара одржаног у Суботици 16. и 17. априла 2010. године).
12. Лајић, О. (2006). *Овлашћења полиције у преткривичном и претходном кривичном поступку*, магистарска теза. Нови Сад: О. Лајић.
13. Levi, M., Osofsky, L. (1995). *Investigating, seizing and confiscating the proceeds of crime*. London: Home Office Police Department.
14. Лукић, Т. (2009). *Одузимање имовине криминалицима*. Београд: Пословни биро.
15. Manning, G. A. (2005). *Financial Investigation and Forensic Accounting*. Boca Raton: CRC Press.
16. *Службени гласник Републике Србије*. Закон о одузимању имовине проистекле из кривичног дела, бр. 32/13.

SEARCHING OF A DWELLING AND PERSON IN FINANCIAL INVESTIGATIONS

Summary: In the paper, the authors are dealing with theoretical and practical matters related to the search of dwellings and persons in the context of financial investigations. After the introduction, they start exposing the general comments on the theoretical determination of the search of the dwelling and person, and then point to the particularities regarding to the degree of doubt necessary to take actions mentioned in this particular investigation. The central part of the paper deals with the criminalistic aspects of the search of the dwelling and persons, while emphasizing the practical elaboration of tactical issues, previously known in the criminalistic literature. Thus, issues related to the object which is looked for, the time and manner of the action, the type of equipment, the number of police officers used in action etc. have been especially elaborated. At the same time, they point out the features that such a searching has in itself, due to the fact that these are the specific items being sought, usually in the form of formal ownership documents (contracts, decisions of the competent state authorities, etc.), documents arising from ownership (for example bills for housing and communal services), all documents related to income and expenses, as well as notes and computer data related to these facts. The physical condition of potential evidence in various types of documents and digital records dictated by way possible places in which to look them for. It is not common for these documents to be hidden in a particularly secluded places. Moreover, during the search of documents investigators commonly found them within other documents relating to property, tax liabilities and current income. Computers, too, are extremely important and indispensable source of information. The physical form of objects that are looked for in the financial investigation does not involve the use of special equipment, but it implies specific knowledge and skills of investigators in the field of economic and accounting disciplines and information technology. In the following authors retain in the field of practical application of the powers, seen from the perspective of the Financial Investigation Unit, which is a part of the Department for Combating Organized Crime within the Criminal Police Directorate in the Ministry of Interior. In doing so, they point to the fact that there is no importance for financial investigation whether the evidence points to the specifically defined crime or not, with regard to the fact that object of financial investigations and confiscating proceeds of crime is not where and how owner acquired specific assets, neither its distribution to that acquired by specific offenses. Hence, neither the evidence obtained by the search of the dwelling or persons is not specifically allocated in accordance with this fact.

CIP - Каталогизација у публикацији -
Народна библиотека Србије, Београд

343.983(082)

340.68(082)

**КРИМИНАЛИСТИЧКО-форензичка обрада места кривичних
догађаја** : тематски зборник радова. 2 / [уредник Љиљана Машковић].
- Београд : Криминалистичко-полицијска академија, 2014 (Београд :
Гласник). - XII, 215 стр. : илустр. ; 24 cm

Тираж 100. - Стр. VII-XI: Предговор / Љиљана Машковић. - Напомене
и библиографске референце уз текст. - Библиографија уз све радове.
- Summaries.

ISBN 978-86-7020-304-4

а) Форензика - Зборници
COBISS.SR-ID 212344332