

Др Александар ИВАНОВИЋ,  
дипл. инж. технологије<sup>1</sup>  
Доц. др Ивана БЈЕЛОВУК,  
дипл. инж. војног машинства<sup>2</sup>

UDK-343.983::662.32  
Оригинални научни рад  
Примљено: 9.12.2010.

## Поузданост криминалистичко-техничких метода за детектовање трагова барутних честица на шакама осумњичених

*Апстракт:* Код кривичних дела извршених ватреним оружјем једна од веома битних, а често и најважнијих чињеница за њихово расветљавање је идентификација лица које је пуцало из ватреног оружја критичном приликом. Трагови барутних честица на кожи осумњиченог могу бити важан материјални доказ у кривичним делима са употребом ватреног оружја. Предмет овог рада је анализа производа паљења метка из ручног ватреног оружја у циљу одређивања да ли је неко лице заиста и пуцало у конкретном случају. Наиме, у раду ће бити дата критичка анализа појединих метода криминалистичко-техничке праксе земаља у региону када је у питању вештачење трагова употребе ватреног оружја, конкретно барутних честица, као и препорука за будућа испитивања трагова барутних честица.

*Кључне речи:* криминалистика техника, ватрено оружје, трагови барутних честица, парафинска рукавица.

### Увод

Од самог развоја криминалистичке технике вршена су истраживања да би се дошло до одговора на питање: да ли је осумњичено лице заиста пуцало из конкретног ватреног оружја или не. Проблем дијагностике трагова који настају испалењем метка из ручног ватреног оружја решаван је различитим методама, а све у циљу утврђивања поузданих показатеља испалења из ручног ватреног оружја и практичног разрешавања проблема за случајеве убиства, самоубиства или задеса (догађаја). Да би се што свеобухватније обрадиле методе које се примењују код утврђивања да ли

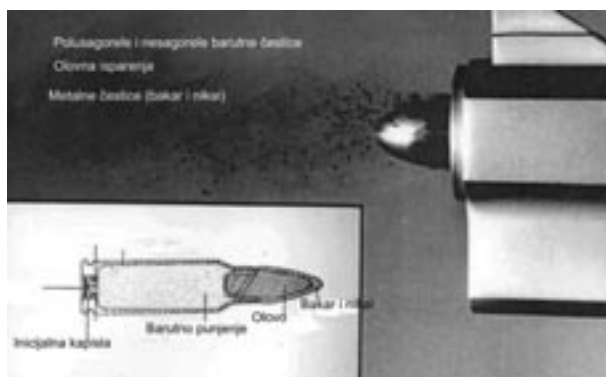
<sup>1</sup> Начелник, Форензички центар Управе полиције Црне Горе.

<sup>2</sup> Наставник у звању предавача, Криминалистичко-полицијска академија Београд, corresponding author, tel.+381113107127, e-mail: ivana.bjelovuk@kpa.edu.rs

је лице осумњичено за кривично дело извршено ватреним оружјем заиста и пуцало, полазимо од самог процеса опаљења метка из ручног ватреног оружја и врсте продуката који том приликом настају.

Стрељачко ватрено оружје, у смислу теме овог рада, обухвата све врсте ватреног оружја до калибра 12,43 mm. Калибар ватреног оружја представља унутрашњи пречник цеви ватреног оружја. Под ватреним оружјем подразумевамо пиштоље, револвере и пушке (аутоматске, полуаутоматске и тзв. репетирке). Како се у пракси криминалистичко-техничких, односно форензичких испитивања у земљама региона најчешће срећемо са пиштољима – заступљеност пиштоља у кривичним делима је већа од 90%, стога предмет овог рада и јесу искључиво пиштољи. Са аспекта конструкције пиштољи имају посебан елемент за смештај муниције одакле се она посебним уређајем убацује у лежиште метка.

Да бисмо сагледали које све врсте трагова настају код опаљења метка из ватреног оружја, полазимо од конструкције метка. Метак је део система оружје-муниција који поред пројектила обухвата и чауру, погонско гориво (барутно пуњење) и средство иницирања (припаљивања) барутног пуњења. Код оружја мањег калибра, стрељачког оружја, користе се једноделни меци код којих су пројектил и чаура чврсто спојени у једну целину пертловањем. Чаура служи да се у њу смести барутно пуњење и средство за његово припаљивање. Она обједињује све елементе метка у једну целину, осигурава добро заптивање барутне коморе не допуштајући барутним гасовима да продру између њене унутрашње површине и зидова, затим штити барутно пуњење од штетних спољних утицаја (влага, светлост, температурне промене...) за време складиштења, штити лежиште метка од последица дејства барутних гасова за време опаљења и омогућава лако пуњење и пражњење оружја (Ђорђевић, 1999:513-529). Чаура метка се најчешће израђује од месинга (легура бакра и цинка), који понекад може бити помешан са никлом. Као што је приказано на слици 1, метак ватреног оружја се састоји од: барутног пуњења, чауре, иницијалне каписле и пројектила.



Слика 1 – Приказ распростирања честица код испалења метка из ватреног оружја и састав метка ватреног оружја

У метку барутно пуњење представља погонску експлозивну материју која при сагоревању у чаури метка ствара велику количину гасова. Овако створени гасови дају веома снажан притисак (тзв. форсман) који покреће пројектил. Барутно пуњење представља тачно одређену масу барута дефинисаног састава, физичко-хемијских и балистичких особина, одређеног облика и димензија. Код стрелачког оружја барутно пуњење је слободно насуто у чауру. Сагоревање барута иницира се помоћу иницијалне каписле топлотним импулсом у виду пламена. Иницијална каписла се активира краткотрајним механичким импулсом – ударом ударне игле оружја. Каписла се састоји од чанчића израђеног од бакра, месинга, алуминијума или челика, иницијалног састава и станиолског листића (покривке).

Пројектил метка садржи оловно језгро које је прекривено металном кошуљицом од бакра помешаног са 5% до 10% цинка. Револверски пројектили су углавном од олова, олова превученог танким слојем бакра, од олова помешаног са калајем, или од олова помешаног са оба хемијска елемента. Пушчани пројектил има језгро од олова или гвожђа превученог металном кошуљицом од мешавине бакра – 90% и цинка – 10%.

### ***Процес испалења метка из ватреног оружја***

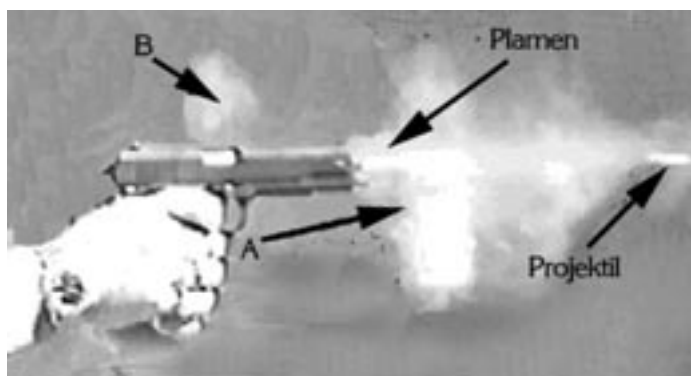
За доказивање да ли је осумњичени заиста и пуцао код кривичних дела извршених ватреним оружјем, веома је битно имати знања из области унутрашње балистике, јер се ова чињеница утврђује на основу трагова сагоревања барутног пуњења метка из ватреног оружја. Унутрашња балистика је наука која се бави изучавањем појава и процеса који се одигравају у току процеса опалења у оруђу или оружју (Јарамаз, 2002:1). Она обухвата термохемију барута, пиростатику и пиродинамику.

Под *термохемијом* барута подразумевамо део унутрашње балистике који проучава продукте сагоревања барута. *Пиростатика* проучава сагоревање барута у чаури метка и то од момента опалења до достизања форсмана. Процес сагоревања барутног пуњења метка ватреног оружја почиње када ударна игла удари у капислу метка, што доводи до паљења иницијалне смеше. Пламен каписле треба да има температуру вишу од тачке паљења барута, која износи  $175^{\circ}\text{C}$  за малодимне (бездимне) баруте, а који се најчешће и употребљавају као барутно пуњење метка. Сагоревање барута у пиростатичком периоду подлеже линеарним законима сагоревања: закону сагоревања по паралелним слојевима и закону брзине горења. Приликом сагоревања барутног пуњења у чаури метка запремина гасова који се ослобађају је око 1.000 пута већа од запремине барутног пуњења. *Пиродинамика* је део унутрашње балистике која проучава кретање пројектила у цеви под притиском барутних гасова од момента формирања пројектила до његовог изласка из цеви ватреног оружја.

Приликом опаљења метка из ватреног оружја дешавају се следеће радње: повлачењем ороза ручног ватреног оружја ударна игла удара у капислу метка чиме долази до паљења иницијалне смеше. Пламен каписле треба да има температуру вишу од тачке паљења барута (значи изнад  $175^{\circ}\text{C}$ ), а истовремено би требало да буде што дужи како би запалио сва барутна зрнца у чаури, што је неопходно за правилан развој барутних гасова и притиска. Након паљења барутног пуњења метка долази до ослобађања велике количине гасова. За време од око 1 мс температура порасте са  $25^{\circ}\text{C}$  на  $2000^{\circ}\text{C}$ , а притисак са 0,9 бар на 2.700 бар. Количина гасова створених сагоревањем барута је за око 1.000 пута већа од запремине барутног пуњења. Велика количина ослобођених гасова, насталих сагоревањем барутног пуњења, ствара велики притисак услед кога долази до избацивања пројектила метка из уста цеви ватреног оружја. Приликом опаљења метка из ватреног оружја у околини оружја распростиру се честице које настају од:

1. елемената иницијалне каписле: бакар, олово, баријум, антимон и др.;
2. барутног пуњења: нитрати и нитрити, и
3. металних компонената пројектила и чауре: бакар, олово и др.

Поменуте честице, које настају као продукти опаљења метка из ватреног оружја, таложу се на самом оружју, али и на рукама и одећи особе која је пуцала, као и на одећи и/или телу жртве, у зависности од растојања између жртве и уста цеви, односно од даљине пуцања. Честице металног порекла настају услед наглог хлађења од екстремно високих температура и високог притиска, што на њиховој површини, али и у њиховој унутрашњости, изазива знаке кондензације.



Слика 2 – Приказ распростирања продуката након испалења метка из ватреног оружја: А продукти који се распростиру на уста цеви за пројектилом и чије доказивање помаже при вештачењу даљине пуцања; Б продукти који се распростиру према лицу које врши испалење и чије доказивање помаже при утврђивању да ли је осумњичени заиста и пуцао из ватреног оружја.

Приликом опалења пиштољ и револвер пропуштају продукте самог опалења у близини руке која опалење врши. Разликујемо три извора ових продуката – честица:

1. продор кроз зазоре механизма за опалење (нпр. револвер има мали зазор између цилиндра и задњег краја цеви тако да ове честице пролазе кроз тај зазор и таложе се на особи која пуца). Распростирање продуката опалења метка из ватреног оружја приказано је на слици 2;
2. избацивање чауре (када, код полуаутоматског пиштоља, пројектил изађе из чауре, долази до њеног механичког избацивања, а за то време продукти – честице опалења излазе и таложе се на особи која пуца), и
3. облак на устима цеви оружја (највећи део продуката – честица опалења распростире се на устима цеви оружја и депонује у околини оштећења које је погодио пројектил из овог оружја, али се један део ових честица, услед отпора ваздуха, враћа уназад и таложи на особи која врши самоопалење).

Најчешћи разлог за анализу продуката опалења метка из ватреног оружја је откривање да ли је критичном приликом осумњичена особа заиста и пуцала из тог оружја. Анализирањем честица које опалењем метка из ватреног оружја настају на шакама и деловима одеће (манжетнама и доњем делу рукава), потврдићемо или одбацили алиби осумњиченог, разрешити дилему – убиство или самоубиство, и идентификовати правог кривца између више осумњичених лица.

Анализирањем честица које опалењем метка из ватреног оружја настају на самим ивицама неког оштећења, можемо са сигурношћу утврдити да ли је то оштећење настало од уласка пројектила или на неки други начин. Ово је веома важно код кривичних дела где се, осим ватреног оружја, као средство извршења јавља и неки (најчешће оштри) механички предмет – нож, одвијач и сл. Одређивање карактера оштећења на одећи жртве (да ли је настало при улазу пројектила, или при излазу), битно је и за квалификацију кривичног дела, односно за утврђивање да ли је пуцање извршено с леђа (што повлачи већу кривичну санкцију) или са предње стране (што даје могућност да је оптужени пуцао у нужној одбрани, односно да би спречио напад на себе).



Слика 3 – Приказ места где се депонују трагови ватреног оружја након испалења метка

Анализом честица које се опаљењем метка из ватреног оружја стварају на површини око оштећења на одећи, насталом приликом проласка пројектила, долазимо до тзв. даљине пуцања. Даљина пуцања представља растојање од уста цеви ватреног оружја окривљеног до оштећења које пројектила ствара на одевном предмету жртве. Даљина пуцања служи у оперативне полицијске сврхе, да утврди да ли се ради о самоповређивању, фингираном самоубиству или повређивању од залуталог пројектила, а такође служи и за квалификацију самог кривичног дела у судском процесу – да ли се у критичној ситуацији радило о нужној одбрани, прекорачењу нужне одбране, нехату и др.

Предмет овог рада је анализирање продуката опаљења метка из ручног ватреног оружја у циљу одређивања да ли је неко лице заиста и пуцало у датој ситуацији. Том приликом могу да настану две врсте продуката: продукти органског порекла (настају од барутног пуњења метка) и продукти неорганског порекла (метални продукти) који настају од иницијалне каписле, чауре и самог пројектила метка. Због тога се и методе за доказивање трагова да ли је осумњичени заиста и пуцао деле на оне које анализирају органске продукте и методе који анализирају неорганске продукте.

### ***Материјал и метод – „парафинска рукавица“ и скенирајућа електронска микроскопија***

Најстарија, најпознатија и најчешће примењивана, а у државама бивше СФРЈ и даље актуелна (примењује се у Србији, Црној Гори, Босни и Херцеговини, Хрватској и Македонији), је метода позната под називи-

ма парафински тест, дифениламински тест, кожни нитрат и барутни тест. Методу је први применио стручњак форензичке лабораторије полиције Мексика, Теодо Гонзалес (отуд и назив *Гоназалесов тест*), и то још 1933. године. Тест се изводи на једноставан начин на тзв. парафинским рукавицама, које се праве облагањем шака комадима газе натопљеним раствореним парафином, или на лепљивим фолијама скинутим са шака. Овај тест је у криминалистичко-техничкој пракси познат као *тест парафинске рукавице*. Прва метода примењена за истраживање овог рада се односи на вештачење такозване „парафинске рукавице“. Метода вештачења *парафинске рукавице* спада у методе које анализирају органске продукте (нитрате и нитрите) настале од барутног пуњења метка ватреног оружја.

Међутим, тест парафинске рукавице је био оспораван од стране стручне јавности јер ова реакција уопште није специфична за нитрате, пошто сви оксиданси оксидирају дифениламин у двостепеној реакцији од дифениламина преко дифенилбензидина до дифенилбензидинвиолета. Коначан суд о доказној вредности дифениламинског теста и његовој примени у криминалистици дао је добитник Нобелове награде за хемију, проф. др W. Wiland. Пошто се дифениламин-тест заснива на оксидацији, није никакво чудо што све материје ове врсте, које се из ма каквог разлога налазе на површини нечије руке, могу обманути у погледу „руке која је пуцала“. Тако је парафински тест изгубио своју аналитичку специфичност.

Узорци честица за методу парафинске рукавице третирани су раствором концентроване сумпорне киселине и дифениламина, који у присуству нитрата из барута даје плавичасту боју (100 ml концентроване сумпорне киселине ( $H_2SO_4$ ) чистоће *pro analisi*, 20 ml бидестиловане воде ( $H_2O$  бидестилата) и 0,5 g дифениламина ( $C_{12}H_{11}N$ ), чистоће *pro analisi*).

Узорци барутних честица који су служили као предмет овог истраживања изузимани су помоћу самолепљивих фолија. Ради се о савременим самолепљивим фолијама које производи „Графопромет – Чачак“. Оне поседују јаке атхезионе силе које по својој површини залепе трагове барутних честица.

Тако пренете трагове барутних честица на лепљиву површину фолија визуелизирали смо, уз помоћ карактеристичног дифениламинског реагенса за нитрате, у интензивно тачкасто плаво обојење. Карактеристичне бојене реакције посматране су помоћу стереомикроскопа марке „Leica S6D“, под различитим увећањима (10-40X). Овај микроскоп, на којем су вршена испитивања барутних честица, повезан је са компатибилном камером марке „Leica DFC320“. Камера са микроскопа је повезана са компјутером на којем, помоћу софтвера „Leica application“, добијамо слику са одговарајућим увећањем на даљу обраду.

Узорак, који је у овом случају самолепљива фолија скинута са шака осумњиченог за кривично дело извршено ватреним оружјем, третира се на следећи начин:



1. преко целе површине самолепљиве фолије нанесе се танак слој *дифениламинског* раствора;
2. након тога се честице, које су се обојиле у плаву боју и дале карактеристичну реакцију која се огледа у разливеном „*пенићу*“ плаве боје, проучавају под микроскопом са увећањем од 10, 20, 32 и 40 пута. Након уклањања вишка реагенса микроскопским прегледом се барутне честице детерминишу, јер имају препознатљиву жућкасту боју барутних честица;
3. на крају овог теста, уз помоћ поменутог софтверског програма „Leica application“ предметној барутној честици се одређује и величина. На овај начин одређена је величина неспорне барутне честице из барутног пуњења метка ватреног оружја. Спорна честица може бити исте или мање величине од неспорне барутне честице, али уколико је спорна честица већа од неспорне барутне честице и поред позитивног дифениламиског теста не можемо тврдити да се ради баш о барутној честици.

Оваква метода са три теста (дифениламински тест, микроскопски тест са одређивањем облика и боје, и одређивање величине) са великим степеном вероватноће нам омогућава да тврдимо да се ради баш о барутној честици, а не о контаминацији неким другим хемикалијама. Међутим, да би за неку честицу применом ове методе утврдили да је реч баш о барутној честици, она мора да задовољи сва три теста. На следећим сликама је приказан описани тест за доказивање барутних честица који је примењен у овом раду.



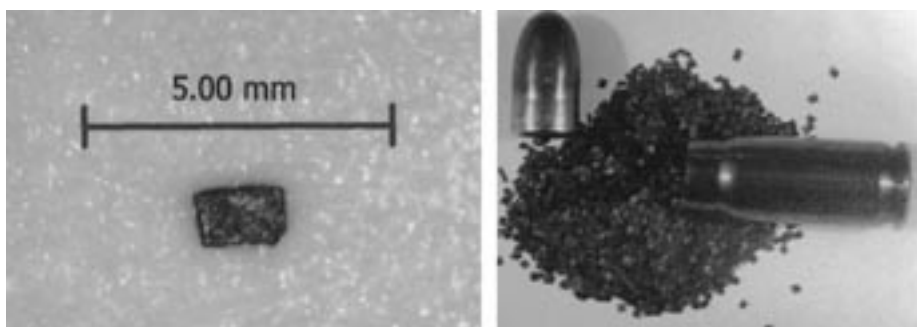
Слике 4а и 4б – На слици 4а приказан је микроскоп за анализирање самолепљивих фолија, тзв. „парафинских рукавица“, повезан са компјутером. На слици 4б приказан је део микроскопа помоћу којег подешавамо увећање.





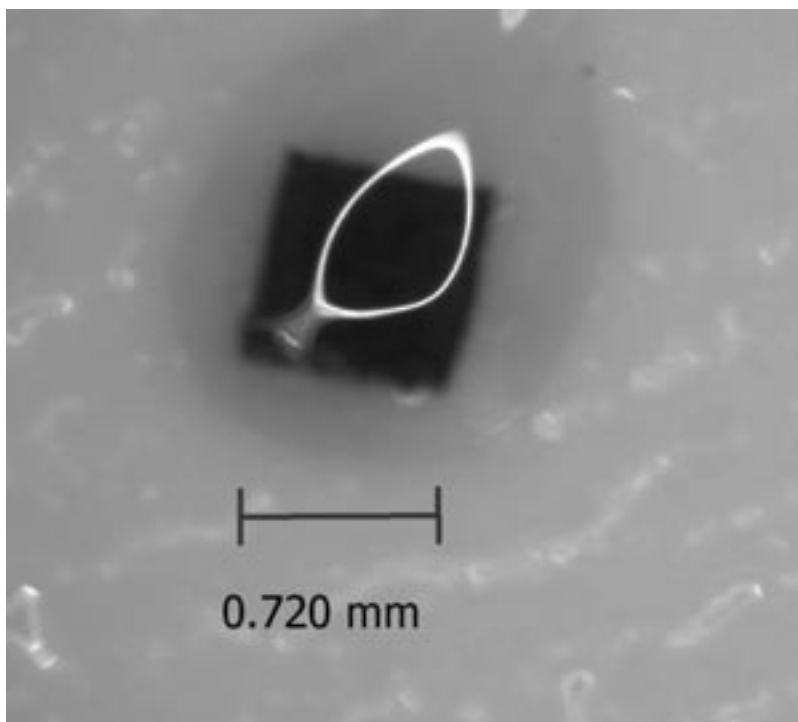
Слике 5а и 5б – Прозор рачунарског програма помоћу којег регулишемо да увећање на компјутерској слици одговара стварном увећању (5б), и прозор истог програма помоћу којег одређујемо величину посматране честице (5а).

Барутне честице доказане помоћу прве методе препознају се првенствено по карактеристичној плавој боји која се највише уочава на ободима честице. Одмах након реакције дифениламинског реагенса са барутном честицом, плава боја по ободу честице почиње да се разлива. Након уклањања вишка реагенса барутна честица по површини добија карактеристичну жуту боју. Честице које се доказују овим тестом су несагореле и полусагореле барутне честице. Несагореле барутне честице се могу, осим дифениламинским тестом и бојом саме честице, детерминисати и обликом јер је реч о правилним четвороугаоним облицима, као што се види на следећим сликама.



Слика 6 – Барутне честице пре сагоревања

Несагорела барутна честица се детерминише и величином. У конкретном случају величина несагореле барутне честице износи 1,5625 mm. Одређивање величине нам помаже код вештачења спорне – предметне честице јер спорна честица никако не може бити већа од неспорне. Што значи да, иако испитивана честица испуњава услове теста: даје карактеристичну плаву боју, након уклањања вишка реагенса има препознатљиву жуту боју, ако се након извршеног мерења покаже да је она већих димензија од неспорне, та честица се не сматра барутном честицом. Дакле, осим детерминисања барутних честица путем бојене реакције и по облику, оне се детерминишу и величином. На слици 7 приказано је одређивање величине барутне честице, детектовање помоћу дифениламинског теста, помоћу софтвера „Leica application Suite“.



Слика 7 – Микроскопски приказ полусагореле барутне честице величине 0,72 mm

Резултати вештачења „парафинске рукавице“ када је реч о свим кривичним делима извршеним ватреним оружјем у Црној Гори, у периоду од 1. 1. 2007. до 31. 12. 2007. године, приказани су у табели 1.

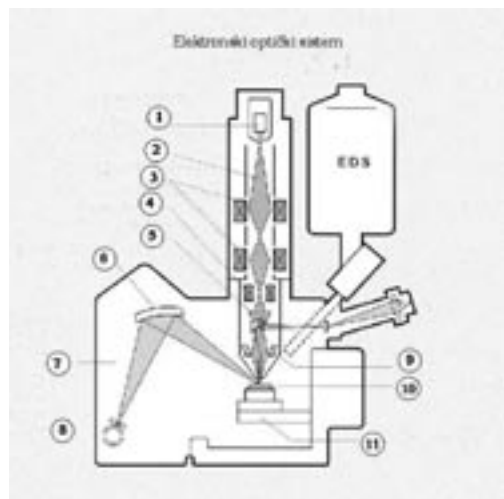
Табела 1 – Резултати вештачења трагова ватреног оружја SEM/ЕДХ методом за период од 1. 1. 2007. до 31. 12. 2007. године у Црној Гори

	Вештачење “парафинских рукавица” скинутих са шака осумњичених	Вештачење трагова барутних честица на одевним предметима осумњичених	Вештачење барутних честица на узорцима са унутрашњости моторног путничког возила осумњичених
Број захтева	172	26	7
Број узорака	274	104	58
Број узорака позитивних на тест присуства барутних честица (бројчано и процентуално)	146(53%)	60(57%)	33(57%)
Број узорака негативних на тест присуства барутних честица (бројчано и процентуално)	128(47%)	46(43%)	25(43%)

Скенирајућа електромикроскопија први пут је примењена за криминалистичка вештачења (вештачење трагова ватреног оружја) 1978. године у полицијској лабораторији Ел Сегунда у Калифорнији. Као што се види из самог назива уређаја и методе, ради се о две, условно речено, одвојене радње. Прва је третирање узорка под електронским скенирајућим микроскопом. Помоћу овог микроскопа вршимо детектовање микротрага јер поједини електронски микроскопи имају увећање и до 300.000 пута. Помоћу енергетског дисперзивног додатка са X зрацима одредимо, квалитативно и квантитативно, хемијски састав детектованог микротрага.

Електронски микроскоп коришћен у овом истраживању је уређај који уместо светлосног снопа, као код обичног микроскопа, користи сноп електрона. Захваљујући малим таласним дужинама ових електрона може се постићи много веће увећање него што се постиже обичним микроскопом. У електронском микроскопу сноп електрона је убрзан напоном од око 20.000 V и има енергију од 20 keV (довољно за настанак рендгенског зрачења). Када електронски сноп падне на честице испитиваног микротрага, он на њима изазива настанак карактеристичних рендгенских зрака

тачно одређених таласних дужина. Ови зраци се пропуштају кроз кристал (литијум-флуорид LiF или пентаеритрола C (CH<sub>2</sub>OH)<sub>4</sub>) и на основу угла скретања одређује се њихова таласна дужина. Тако долазимо до хемијског састава испитиваног микротрага.



1. електронска пушка
2. електронска сонда
3. кондензатор сочива
4. калем за скенирање
5. отвор за објектив
6. кристал за анализирање
7. рендгнетски систем за анализирање
8. детектор
9. мини објектив
10. узорак
11. постоље

Слика 8 – Шема скенирајућег електронског микроскопа

Принцип рада скенирајућег електромикроскопа: примарни електронски снап полако и програмирано прелази преко испитиваног узорка, што се назива „скенирање“ (енгл. *to scan*: пажљиво испитивати). SEM/EDX метода се користи за вештачење трагова који настају након опаљења ватреног оружја и помоћу којих се утврђује да ли је неко лице заиста и пуцало критичном приликом. У појединим полицијским лабораторијама се SEM/EDX користи само у ту сврху. Наиме, помоћу специјалних алуминијумских дискова пречника 12,5 mm врши се узорковање честица са шака лица за које се сумња да је извршило опаљење из ватреног оружја. Лепљива маса на површини диска меша се са фино самлевеним графитом. То овај узорак чини проводљивим и директно употребљивим за електронски микроскоп. Уколико не користимо ову врсту материјала за узорковање микротрагова, него рецимо самолепљиву фолију, коју користимо као замену за тзв. парафинску рукавицу, потребно је узорак учинити проводним за скенирајућу електромикроскопију, што се ради упаравањем у вакууму помоћу злата (Au) или графита (C). Овај поступак, осим што је скуп (уколико за упаравање користимо злато), је и дуготрајан, односно неоперативан. На слици 9 се види nanoшење лепљиве масе са самлевеним графитом на носач (диск од алуминијума), односно припремање узорка за nanoшење на руке.



Слика 9 – Формирање узорка за скупљање честица са шака лица које је пуцало из ватреног оружја



Слика 10 – Узорковање честица које настају након опаљења метка из ватреног оружја

Затим се са целе површине шаке уз помоћ лепљиве масе врши узорковање честица које настају након опаљења метка из ватреног оружја и депонују се на шакама лица које врши то опаљење. На слици 10 је приказано узорковање честица са шака, на околности утврђивања да ли је осумњичени заиста и пуцао пре вршења узорковања.

После тога је узорак спреман за испитивање у скенирајућем електро-микроскопу. Конфигурација уређаја и методе скенирајуће електро-микроскопије за доказивање честица које настају након опаљења метка из ватреног оружја састоји се од три компоненте:

1. скенирајући електромикроскоп;
2. енергетски дисперзивни додаток са X зрацима, и
3. софтвер за GSR честице.

Помоћу скенирајућег електромикроскопа (SEM) вршимо проналажење честица насталих опаљењем метка из ватреног оружја (GSR честице, енгл. *gunshot residue*) које имају препознатљив сферични облик. Помоћу енергетског дисперзивног додатка са X зрацима (EDX – због чега се овај уређај понекад назива и едакс систем) добијамо хемијски састав, детектоване хемијске честице. GSR софтвер служи за аутоматску претрагу и обраду GSR честица на једном узорку, који би иначе морали да претражујемо ручно, као и да бројимо GSR детектоване честице на датом узорку. Ту би се увек постављало питање грешке, односно могућности да приликом ручне претраге узорка на околности детектовања GSR честица неку GSR честицу не детектујемо, а да неку другу констатујемо два или више пута. Осим тога, за ручно претраживање узорка потребно је утрошити много више времена него за аутоматско претраживање што, самим тим, чини ручну претрагу неоперативном за практичну примену. Софтвер за детектовање GSR честица подразумева аутоматску претрагу узорка, а након извршеног прегледа даје број GSR честица, њихов хемијски састав и величину.

Метода SEM/EDX спада у методе које врше доказивање неорганских елемената који настају опаљењем метка из ватреног оружја.

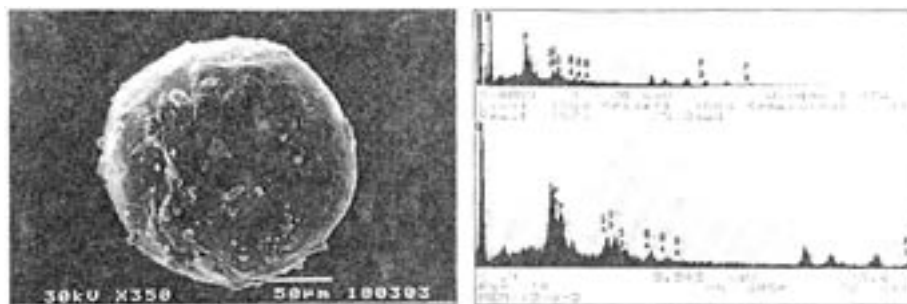
GSR честице које се доказују помоћу SEM/EDX методе доказане су несумњиво, што значи да је ова метода веома поуздана и искључује било какву могућност контаминације и лажно позитивних резултата. Стога је метода SEM/EDX од стране експерата Европске уније задужених за развој форензике препоручена свим земљама чланицама при доказивању да ли је неко лице заиста и пуцало из ватреног оружја. С друге стране, у САД, у последњих неколико година, у полицијским форензичким лабораторијама смањују број SEM/EDX уређаја и њихову примену у ове сврхе. Разлог за то је неколико пресуда које су се заснивале на резултатима овог вештачења, а утврдило се да осумњичени, иако са позитивним GSR налазом на рукама, ипак нису пуцали критичном приликом.

Друга метода којом се бави истраживање односи се на вештачење трагова који настају испалењем метка из ватреног оружја помоћу скенирајуће електронске микроскопије са енергетским дисперзивним додатком (SEM/EDX). Испитивања на поменуте околности су обављена у националном форензичком центру Генералне полицијске управе Словеније у Љубљани. Испитивања су вршена на инструменту Tescan Vega и Oxford Instruments (Inca).

Анализе на околности вештачења трагова пуцања, извршене у Центру за форензичка истраживања Полиције Словеније, обављена су, као што је поменуто, уз помоћ скенирајућег електронског микроскопа са енергетским дисперзивним додатком са X-зрацима. Опште карактеристике GSR честица су:

1. морфолошки облик, који добијамо уз помоћ скенирајућег електронског микроскопа (SEM) и
2. хемијски састав одређене GSR честице, који добијамо уз помоћ енергетског дисперзивног додатка са X зрацима (EDX).

На слици 11 приказана је карактеристична GSR честица са хемијским саставом.



Слике 11а и 11б – Приказ GSR честице настале након опаљења метка из пиштоља, под увећањем од 350X – 11а, и њен хемијски састав добијен помоћу EDX – 11б

Резултати вештачења трагова ватреног оружја уз помоћ SEM/EDX методе у Центру за форензичка истраживања Полиције Словеније, за период од 1. 1. 2007. до 31. 12. 2007. године, приказани су у табели 2.

Табела 2 – Резултати вештачења трагова ватреног оружја SEM/EDX методом за период од 1. 1. 2007. до 31. 12. 2007. године у Словенији

		Број узорака	Број позитивних узорака	Број негативних узорака
Укупан број захтева	61	191	118 (61%)	73 (39%)
Број захтева – убиства	5	12	7 (58%)	5 (42%)
Број захтева – покушај убиства	9	41	19 (46%)	22 (54%)
Број захтева – изазивање опште опасности	47	138	67 (48%)	69 (52%)

## Дискусија

Упоређујући две методе које се користе за доказивање трагова ватреног оружја на шакама осумњиченог можемо констатовати следеће:

1. Дифениламински хемијски тест за утврђивање које је лице пуцало из ватреног оружја, популарно назван „парафинска рукавица“ је веома једноставна и оперативна метода. Релативно брзо можемо имати резултат вештачења, узорковање трагова је једноставно и може да се врши на лицу места кривичног дела (односи се на примену савремених самолепљивих фолија), тако да је вештачење „парафинске рукавице“ веома примењива метода. Међутим, дифениламински тест који се примењује приликом вештачења „парафинске рукавице“ је неспецифичан, па је самим тим апроксимативан, односно непоуздан. Међутим, улажући напор, знање, систематичност и вештину, доказну вредност овог теста можемо знатно повећати, ако за испитивање трагова укључимо и микроскопско испитивање појачано расположивим компјутерским програмима за карактеризацију облика и величине честица барута.
2. Скенирајућа електромикроскопија са енергетским дисперзивним додатком (SEM/EDX) је специфична поуздана метода јер за GSR честице које се детектују овим методом доказује да су настале само пуцањем из ватреног оружја и ниједном другом приликом (што самим тим искључује било какву контаминацију). Предност ове методе је у томе што може да се изведе онолико пута колико



то захтева оперативна и правосудна истрага. За разлику од SEM/EDX методе, узорак за вештачење „парафинске рукавице“ може да се испитује само једном – наиме, метода је деструктивна па се извођењем дифениламинског теста узорак уништава, те евентуално поновно вештачење узорка није изводљиво.

3. Као што се види из приказаних практичних резултата добијених вештачењем „парафинске рукавице“ и вештачењем помоћу SEM-EDX, не постоји апсолутно поуздана метода за идентификацију лица која су пуцала из ватреног оружја. Обе методе имају предности и недостатке, како је то елаборирано у раду.

### **Закључак**

Мишљења смо да предност ипак треба дати методи SEM/EDX, највише и искључиво зато што се ради о поновљивој методи, што је и био један од разлога за њену валидацију по норми ISO 17025. Европско удружење форензичких научних институција (ENFSI), као и удружење које је од стране Европске уније задужено за развој форензике у земљама ЕУ и онема које то намеравају да постану, методу SEM/EDX су одредили за званичну методу за детектовање трагова пуцања у државама Уније. Међутим, не треба олако напуштати конвенционалне методе у форензици, нпр. методу „парафинске рукавице“, и то нарочито у случајевима самоубиства извршених ватреним оружјем. У оваквим случајевима се искључује могућност накнадног уклањања трагова пуцања (прањем руку и сл.), а предност ове методе је и та што је вештачење узорака умрљаних крвљу веома отежано (некада и неизводљиво) на скенирајућем електронском микроскопу.

### **Литература:**

1. Бошковић, М., (1986). *Доказна вриједност парафинске рукавице*, Безбедност, СУП Македоније, 6/86.
2. Dolinsek, F., (2000). *Uporaba vrsticne elektronske mikroskopije pri forenzicnih preiskavah*, Revija za kriminalistiko in kriminologijo, Ljubljana, 41/2000/4.
3. Fojatsek, L., Vacinova, J., Kola, P., Kotrlu, M., (2003). *Distribution of GSR particles in the surroundings of shootings pistol*. Forensic Science International, 132(2).
4. Ђорђевић, И., (1999). Карактеристике муниције специјалне намене са аспекта криминалистичких вештачења, Безбедност, 4/99, 513-529.
5. Ивановић, А., (2002). *Криминалистичко хемијско вјештачење трагова ватреног оружја*, МУП Црне Горе, Подгорица.

6. Јарамаз, С., (2002). Унутрашња балистика, Машински факултет, Београд.
7. Максимовић, Р., Бошковић, М., Тодорић, У., (1997). *Методе физике, хемије и физичке хемије у криминалистици*, Полицијска академија, Београд.
8. Максимовић, Р., Тодорић, У., (1996). *Криминалистика техника*, Полицијска академија, Београд.
9. Mršić, G., Žugaj, S., (2008). *Primjena elektronskog mikroskopa (ESEM) kod vještačenja tragova pucanja (GSR) na šakama*, I kongres Hrvatskog društva sudskih vještaka – Zagreb, Opatija.
10. *The ENFSI Strategic Plan, 2002-2008*.
11. Угљешин, Р., (1970). *Основи криминалистичке хемије*. Београд.

## THE RELIABILITY OF FORENSIC METHODS TO DETECT GUNSHOT RESIDUE ON THE HANDS OF SUSPECTS

**Abstract:** *One of the most important facts in crimes involving firearms, crucial for their elucidation, is the identification of persons who had fired the shot during the critical incident. Gunshot residue on the skin of a suspect is important evidence for reconstructive questions in the forensic investigation of cases involving firearms. The subject of this paper is to analyze the gunshot residue – products of bullet firing from a hand gun in order to determine whether a person is actually shot in this case or not. Specifically, the paper will give a critical analysis of the methods of forensic practice in the region when it comes to expert trace analysis of the use of firearms and gunshot residue in particular, as well as recommendations for future research in GSR.*

**Keywords:** *forensic science, firearm, gunshot residues, parafin glove.*