

Sigurnosni uređaji za proveru oružja u funkciji forenzičko-balističkih ispitivanja

Kristijan Đujić, Radovan Radovanović, Saša Milić, Martin Matijašević, Aleksandar Ivković

Apstrakt—Sigurnosni uređaji za proveru oružja tzv. “hvatači projektila” namenjeni su bezbednom proveravanju različitih vrsta vatrenog oružja i dizajnirani su, pre svega, za zaposlene u sektoru bezbednosti. Ovi uređaji sastoje se iz metalne konstrukcije dizajnirane za minimiziranje olova u vazduhu, rampe niskog ugla, kružne komore i posude. Njihova konstrukcija sadrži posebnu bezbednosnu funkciju koja sprečava da oružje eksplodira prema licu korisnika. Čak i ako korisnik ispaljuje projektil pod uglom, sve prisutne osobe u okruženju će biti bezbedne. Povratni udarni talas se kreće turbulentno unutar sigurnosnog uređaja za proveru oružja, a plamen se preusmerava od korisnika koji vrši opaljivanje. Sistem hvatača uključuje rampe sa malim uglom koje odbijaju projektil umesto da ga razbijaju, minimizirajući olovnu prašinu. Projektil se odbija o kružnu komoru za usporavanje, gde usporava sve do zaustavljanja. U funkcionalnom smislu sigurnosni uređaj za proveru oružja se može postaviti na sto ili zid u bilo kojoj prostoriji, pa je idealan za laboratorijska ispitivanja. U radu se analiziraju karakteristike sigurnosnih uređaja za proveru oružja kroz forenzički eksperiment sproveden na modelu kompanije *Savage Range systems GT Tabletop Gunsmith* u cilju utvrđivanja potencijala za primenu u forenzičkim i balističkim ispitivanjima.

Ključne reči — Forenzička ispitivanja; balistička ispitivanja; putanja projektila; bezbednost; vatreno oružje; fizički pregled; klasifikacija; probna paljba.

I. UVOD

TEORIJSKO razmatranje problematike forenzike, balistike i razvoja sprava za merenje i registraciju u fokusu je različitih naučnih disciplina. Prva knjiga o forenzičkoj medicini objavljena je davne 1400. godine u Kini [1], značajne su i naučne analize Leonarda da Vinčija usmerene na let projektila i međuzavisnost dužine i prečnika cevi. I dalje su kao osnov balistike od značaja razmatranja Nikolo Tartalja (1538. godine) koji zaključuje da slobodni let projektila nije pravolinijski, Galileo 1638. opisuje putanju leta kao parabolu, a Njutn 1684. uvodi u razmatranje i otpor vazduha. Tokom XVIII veka Francuz B. Belidor nalazi

Kristijan Đujić – Doktorand na Kriminalističko-policijskom univerzitetu u Beograd na Doktorskim akademskim studijama Forenzike, Cara Dušana 196, 11080 Zemun, Srbija (e-mail: kristijan.djujic@gmail.com).

Prof. dr Radovan Radovanović, Rukovodilac Departmana forenzičkog inženjerstva, Kriminalističko-policijski univerzitet u Beograd, Cara Dušana 196, 11080 Zemun, Srbija (e-mail: radovan.radovanovic@kpu.edu.rs).

Dr Saša Milić, naučni savetnik, Fakultet za diplomatiju i bezbednost, Milorada Ekmečića 2, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: s_milic@yahoo.com).

Dr Martin Matijašević, naučni saradnik, Međunarodni institut za istraživanje katastrofa, Dimitrija Tucovića 121, 11 000 Beograd, Srbija (e-mail: jmartin.matijasevic@idr.edu.rs; martin.matijasevic@yahoo.com).

Aleksandar Ivković - Doktorand na Kriminalističko-policijskom univerzitetu u Beograd na Doktorskim akademskim studijama Forenzike, Cara Dušana 196, 11080 Zemun, Srbija (e-mail: acakormoran@gmail.com).

eksperimentalno da je najbolji odnos težine baruta i projektila 1:3, a Englez Bendžamin Robins stvara balističko klatno. Leonard Ojler rešava matematički sistem jednačina kretanja projektila, koji ima i danas značaj za brzine ispod 240 m/s. Ojler uvodi i sistem postupnog rešenja sistema jednačina po sukcesivnim lukovima, koji se koristi i danas. Tokom XIX veka uvodi se krešer za merenje pritiska gasova u cevi, i hronograf za merenje brzine projektila. Utvrđena je zavisnost sile baruta, gustine punjenja, i razvijenog pritiska gasova u komori konstantne zapremine poznata kao Ejbel-Noublov zakon. Nađen je i zakon otpora sredine, od kojih je Gavrov korišćen do Prvog svetskog rata. Italijan Anđelo Sijači sa razradama P. Šarbonijea daje metod rešavanja jednačina kretanja u konačnom obliku [2].

Od posebnog značaja u forenzičko-balističkim ispitivanjima i izvođenjima logičkih zaključaka je forenzička analiza materijala pronađena nakon ispaljivanja projektila. U Američkom građanskom ratu čuven je primer smrti generala Unije, Džona Sedžvika. On je prekorio svoje ljude, jer se savijao od snajperiste Konfederacije, koji se ispaljivao projektil sa udaljenosti od 1000 metara, a njegove poslednje reči bile su: "Sa ove razdaljine ne bi mogli ni slona da pogode", kada ga je pogodio projektil u glavu. Objasnjenje je pronađeno kada je projektil uklonjen iz njegove glave, odnosno, tada je otkriveno da je heksagonalnog oblika. Došlo se do zaključka da je mogao biti samo opaljen iz britanske puške Vitvort, oružja sposobnog za izuzetnu preciznost, za to vreme, i koja je prodana u velikom broju vojsci Konfederacije.

Prvi dokumentovani slučaj forenzičke balistike u Velikoj Britaniji zabeležen je 1835. godine. Tad je Henri Godard, službenik metropolitanske policije, istraživao ubistvo gde je žrtva upucana projektilom sa olovnom kuglom. Nakon pregleda pronađenog projektila, Godard je primetio trag od livenja koji je ostavio kalup koji je formirao olovni “projektil”. Osumnjičeni je bio identifikovan, a kalup od projektila pronađen u njegovoj kući. Testiranje uzorka kalupa u poređenju sa tragovima livenja na pronađenom projektilu dozvolilo je Godardu da potvrdi da je smrtonosni projektil proizveden iz kalupa osumnjičenog. Osumnjičeni je osuđen za ubistvo.

U Velikoj Britaniji, ono što bismo sada prepoznali kao forenzičku balistiku, počelo je da se razvija 1920-ih kada su dva pionira, Robert Čerčil i major Džerald Barard, analizirali ispaljene metke i čaure sa ciljem da ih povežu sa sa određenim oružjem. Jedan od prvih slučajeva ubistva u Velikoj Britaniji, koje je rešeno primenom forenzičke balistike, je bilo zloglasno ubistvo PC Vilijama Gateridža 1927. godine. Robert Čerčil je uspeo da brzo uporedi metke sa pištoljem pronađenim u kući osumnjičenog. Iako su uporedni mikroskopi bili grubi prema današnjim standardima, fundamentalne postulate su dali rani pioniri na

principima uporedne mikroskopije. Posle Drugog svetskog rata, Služba forenzičke nauke je objedinila sva ispitivanja vatrenog oružja u Engleskoj i Velsu. Ova služba je u velikoj meri zaslužna za postavljanje temelja za moderne forenzičko balističke preglede u Velikoj Britaniji. Ipak, iako je tehnologija imala uticaj na istraživački rad, omogućavajući na primer, brzo traženje projektila i čaura, većina forenzičkih balističkih radova dala je malo doprinosa od onog koji su Čerčil i Burard praktikovali pre skoro 100 godina [3].

Balistika je proučavanje projektila u letu. Ova reč je izvedena iz grčkog, *ballein*, što znači 'baciti'. Forenzička balistika je opšte prihvaćena naučno-tehnološko-istražna disciplina koja u opštem smislu predstavlja svaki naučni pregled koji se odnosi na vatreno oružje i koji se obavlja u cilju prezentovanja nalaza na sudu. Ovo obično uključuje davanje mišljenja o tome da li komponente municije mogu biti povezane sa oružjem koje ih je ispraznilo, utvrđivanje dometa vatre, identifikovanje ulaznih i izlaznih rana, tumačenje pričinjene štete pucnjavom i ispitivanjem mehaničkog stanja oružja. Ironično, računajući svojstva metka ili projektila u letu [4]. Osnovna podela balistike je na unutrašnju i spoljnu [5], dok je danas kao podgrana balistike razvijena kriminalistička (sudska) balistika, odnosno forenzička balistika.

Rešavanje osnovnog zadatka unutrašnje balistike podrazumeva primenu kompjuterskih programa. U sistem jednačina unutrašnje balistike (1-5), unose se osnovni podaci:

1. Karakteristike cevi
2. Karakteristike projektila
3. Karakteristike baruta.

Unutrašnjebalistički ciklus je opisan jednačinama energije, sagorevanja baruta i kretanja projektila:

$$(1-T/T_v) \frac{f m b \psi}{\Theta} = \phi M p V^2 / 2 \dots \dots \dots (1)$$

$$\Psi = \kappa 1 z (1 + \lambda 1 z) \dots \dots \dots (2)$$

$$\sigma = 1 + 2 \theta 1 z \dots \dots \dots (3)$$

$$u = de/dt = u_o + p n + b k = u_{op} \dots \dots \dots (4)$$

$$\phi M p v (dv/dt) = s p \dots \dots \dots (5)$$

Gde je: ϕ [/] – koeficijent fiktivnosti; f [kJ/kg] – sila baruta; m [kg] – masa baruta; M [kg] – masa projektila; ψ [/] – relativni deo sagorelog barutnog punjenja; z [-] – relativna debljina sagorelog svoda; σ [/] – relativna sagorela površina baruta; $\kappa 1, \lambda 1$ – karakteristike oblika barutnog zrna; T [K] – temperatura barutnih gasova; T_v [K] – temperatura sagorevanja baruta pri konstantnoj zapremini; v [m/s] – brzina kretanja projektila; u [m/s] – brzina sagorevanja baruta; u_o [m/s.bar] – jedinična brzina sagorevanja baruta; p [bar] – pritisak barutnih gasova; $\Theta = c p / c v - 1$; e [m] – svod barutnog punjenja; S [m²] – površina poprečnog preseka kanala cevi oružja; n [/ - e] – eksponent u izrazu za brzinu sagorevanja; b [m/s] – konstanta u izrazu za brzinu sagorevanja [6].

U kontekstu forenzičko balističkih ispitivanja sprovedenih posredstvom sigurnosnih uređaja za proveru oružja može se ispitati [7]:

1. ponašanje oružja tokom procesa opaljenja
2. dužina trzanja
3. potpunost sagorevanja baruta
4. količina i boja dima

5. postojanje plamena na ustima cevi
6. jačina pucnja

II. KARAKTERISTIKE SIGURNOSNOG UREĐAJA ZA PROVERU ORUŽJA - MODEL GT GUNSMITH

Sigurnosni uređaj za proveru oružja *GT Gunsmith* je po konstrukcionim karakteristikama izdržljiva, jednostavna za upotrebu i samostalna jedinica sa osnovnom funkcijom hvatanja projektila. *Gunsmith* serija proizvođača *Savage Range systems* koristi *Vet Snail®* tehnologiju za minimiziranje olova u vazduhu. Rampe niskog ugla pomažu da se projektil skrene u kružnu komoru gde gubi energiju i pada u posudu za sakupljanje [8].

TABELA I
KARAKTERISTIKE MODELA GT GUNSMITH

Opis	Karakteristike
Proizvod	tabletop Gunsmith
Model	GT
Veličina	610mm visina; 280mm širina; 610mm dužina
Otvor zamke	prečnika 75 mm
Težina	70 kilograma
Upotreba	provera oružja

Uređaj je konstruisan od potpuno zavarene jednodelne konstrukcije i čeličnih tela, debljine 5mm. Unutar uređaja je komora za usporavanje za bezbedno i „čisto“ zaustavljanje projektila koje eliminiše opasnosti od olovne prašine. Dizajniran je za testiranje funkcija u neposrednoj blizini i jednostavna je za održavanje [9].



Sl. 1. Model GT Gunsmith

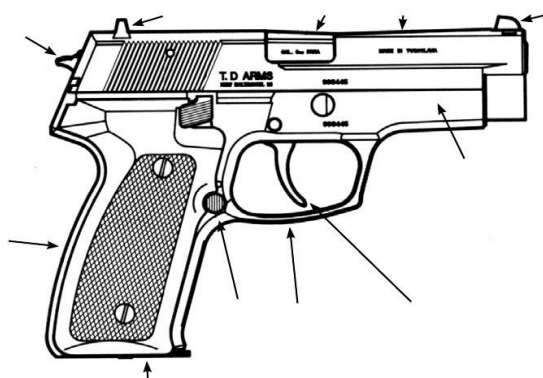
III. FORENZIČKI I BALISTIČKI POTENCIJAL MODELA GT GUNSMITH

Osnovna i primarna funkcija modela *GT Gunsmith* je u sposobnosti upoređivanja oružja korišćenog u izvršenju krivičnog dela, prazne čaure, projektele i municije. Eksperimentalnu proveru je potrebno realizovati s ciljem dobijanja stvarnih podataka o svojstvima sigurnosnog uređaja za proveru oružja modela *GT Gunsmith* u cilju utvrđivanja njegovih forenzičkih i balističkih potencijala.

Eksperiment je realizovan u laboratorijskim uslovima, opaljivanje je izvršeno iz pištolja Zastava CZ 99, kalibra 9mm.

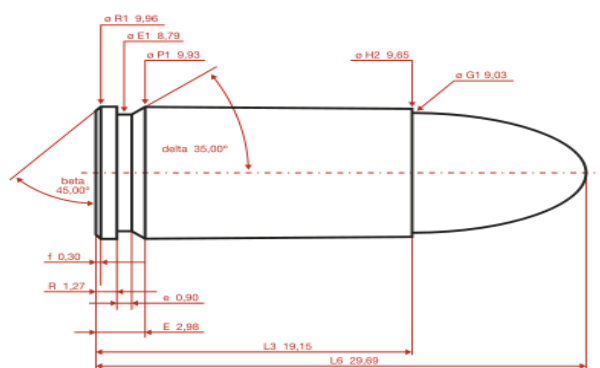
TABELA II
TEHNIČKI PODACI MODEL CZ 99

Opis	Tehnički podaci
Kalibar	9mm
Dužina	190mm
Visina	140mm
Debljina preko korica	37mm
Masa bez okvira	860gr.
Masa - prazan okvir	965gr.
Masa - pun okvir	1145gr.
Kapacitet okvira	15 kom.



Sl. 2. Model CZ 99

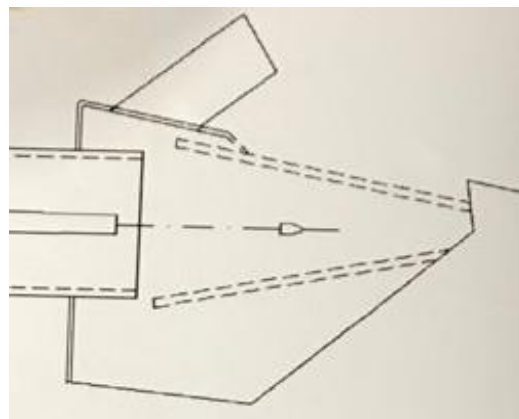
Ovaj model [10] ima najčešću upotrebu u vojno-policijskim formacijama i sektoru privatnog obezbeđenja na našim prostorima.



Sl. 3. Dimenzije kalibra 9mm

Sposobnost upoređivanja ispaljenog zrna sa oružjem je osnovno svojstvo ovog uređaja [11].

Prisiljavanjem projektila da se okreće dok putuje niz cev oružja, preciznost se znatno povećava. Istovremeno, narezivanje ostavlja tragove na projektilu koji ukazuju na tu cev, odnosno predstavlja jedinstveni forenzički otisak cevi. Pre masovne proizvodnje vatrenog oružja, svaku cev i kalup za projektil ručno su pravili oružari, što ih čini jedinstvenim [12]. Svaki projektil ispaljen iz određene cevi bi bio odštampan sa istim oznakama, omogućavajući istražiteljima da identifikuju oružje koje je ispalilo određeni projektil [13].

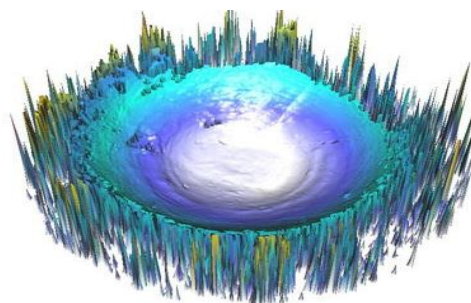


Sl. 4. Putanja zrna kroz model GT Gunsmith



Sl. 5. Zrno kalibra 9mm posle ispaljivanja

Preliminarnim pregledom projektila u bazi ispitivanja opštih karakteristika pronađenog projektila, može se isključiti veliki broj oružja. Određivanjem opštih aspekata ispaljene municije, izvestan broj oružja može se odmah isključiti kao nesposoban za ispaljivanje te vrste projektila.



Sl. 4. 3D prikaz Zrno posle ispaljivanja

Da bi uporedili pojedinačne pruge u samom eksperimentu, morali smo da dobijemo poznati uzorak koristeći (poznato oružje u ovom slučaju CZ 99, a u realnim forenzičkim istragama zaplenjeno oružje. Za projekte sa sporijim kretanjem, kao što su pištolji ili revolveri, poznati primerci projektila nastaju ispaljivanjem oružja u sigurnosni uređaj za proveru oružja (hvatač projektila) [14]. Potrošeni projektil se može povratiti, netaknut, pošto uređaj usporava projektil pre nego što stigne do zida uređaja. Ovaj uređaj se može koristiti i za brže leteće projekte, kao što su oni ispaljeni iz pušaka velike snage i oružja za vojnu primenu, dok se recimo rezervoari za vodu ne mogu koristiti, jer rezervoar neće obezbediti dovoljnu moć zaustavljanja projektila [15].

Kada se proizvede poznati primerak, uzorak dokaza se može uporediti sa poznatim ispitivanjem na bazi komparativne analize i u isto vreme uporednim mikroskopom. Stranice koje se porede se pažljivije ispituju, tražeći više uzastopnih tragova. Ne postoji određeni broj

uzastopnih poklapanja koji je jednak deklaraciji o podudaranju, a ispitivači su obučeni da koriste forenzičku metodu „dovoljnog slaganja“. Stepen do kojeg ispitivač može da donese tu odluku zasniva se na njihovoj obučenosti i stručnosti [16]. Svi nalazi forenzičara podležu ispitivanju obe strane, tužilaštva i odbrane, tokom krivičnog postupka.

Marka i model oružja se takođe mogu zaključiti iz kombinacije karakteristika različitih klasa koje su zajedničke za određene proizvođače [17]. Tri glavne karakteristike klase svih projektila su tlo i žlebovi, kalibar metka, i preokret za narezivanje. Sva tri se mogu direktno vezati za tip cevi koji je korišćen za ispaljivanje projektila.

IV. ZAKLJUČAK

Rad daje teorijsko - eksperimentalnu analizu procesa opaljenja u sigurnosni uređaj za opaljivanje projektila (hvatač metka), koji očuva zrno za dalja eksperimentalna istraživanja i numeričko modeliranje na računaru. Eksperimentom se došlo do saznanja da uređaj očuva zrno u meri dovoljnoj za dalje optimalne ulazno-izlazne parametre i prihvatljive rezultate za konkretno oružje [18]. Rezultati eksperimenata potvrđuju da je ovaj jedinstveno dizajniran uređaj idealan i za testiranje funkcionalnosti različitih vrsta vatrenog oružja. Tehnologija koju koristi u komori za usporavanje praktično eliminiše čestice olova koje mogu nastati pre nego što se unesu u vazduh i udišu. Ovaj jedinstveni sistem koristi OSHA standarde, štiteći zaposlene u laboratoriji i ispitivače. Patentirani niski ugao ulazne rampe skreće projektil u komoru za usporavanje gde se projektil okreće, gubi energiju, a zatim upada u posudu za sakupljanje zrna. Uređaj je značajan i kod ispitivanja barutnih čestica. Nakon izlaska iz cevi oružja, barutne čestice se zadržavaju u okolini ulaznog otvora na prvoj prepreci na koju je projektil naišao. Za kriminalističku praksu su važne situacije kada je pomenuta prepreka odeća ili telo čoveka [19], pa se mogu vršiti različite simulacije.

Ovaj uređaj je relativno jednostavan i može se koristiti kao prenosni sistem za izvlačenje projektila za balističko poređenje. Eksperiment je pokazao da uređajem mogu da rukuju i da ga prenose samo dve osobe, pa se testiranje može vršiti i na samom mestu krivičnog dela. Uređaj očuva zrno za balističko poređenje, bezbedno vrši hvatanje svih projektila, ima brzi ciklus „pucaj i sakupljaj“ kraći od 60 sekundi i realtivno je lak za održavanje.

LITERATURA

- [1] B. Franić, M. Milosavljević, "Forenzička balistika", Banjaluka-Sarajevo: Federacija BiH-Rep. Srpska; Internacionalna asocijacija kriminalista, 2009, str. 19
- [2] Grupa autora, "Vojna enciklopedija", knjiga prva, Beograd, Srbija: Vojnoizdavački zavod, 1970, str. 446-447
- [3] <https://royalsociety.org/-/media/about-us/programmes/science-and-law/royal-society-ballistics-primer.pdf>
- [4] <https://royalsociety.org/-/media/about-us/programmes/science-and-law/royal-society-ballistics-primer.pdf>
- [5] S. Janković, "Spoljna balistika", Beograd, Srbija: Vojnoizdavački zavod, 1977, str. 15. .
- [6] I. Bjelovuk, S. Ilić, "Mogućnosti kriminalističko tehničkog ispitivanja tragova na municiji ispaljenoj iz oružja štampanog 3D tehnikom", Beograd, Srbija: Bezbednost br. 1, 2017, str. 9.
- [7] S. Jaramaz, D. Mišković, "Unutrašnja balistika", Beograd: Srbija: Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2002, str. 137.
- [8] <https://www.savagerangesystems.com/content?p=traps>

- [9] https://www.savagerangesystems.com/files/literature/2017_savage_range_systems_catalog.pdf
- [10] Zastava oružje, "Pištolj CZ 99 – uputstvo za rukovanje i održavanje", Beograd, Srbija: Zastava oružje, 2001, str. 7.
- [11] J. Hamby, "The History of Firearm and Toolmark Identification". Association of Firearm and Tool Mark Examiners Journal. 31 (3). Retrieved January 16, 2016.
- [12] L. Steele, "Ballistics". Science for Lawyers. American Bar Association, 2008.
- [13] "Firearms and Toolmarks in the FBI Laboratory". Forensic Science Communications. 2 (2). April 2000. Archived from the original on September 20, 2015. Retrieved June 5, 2016.
- [14] B. Fisher, A. Barry, J. Tilstone, J. William, C. Woytowicz, "Introduction to Criminalistics: The Foundation of Forensic Science", Elsevier Academic Press, 2009, p. 39. ISBN 9780080916750.
- [15] National Research Council (2009). Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward (PDF). National Academies Press. ISBN 978-0-309-13131-5. Retrieved June 12, 2016.
- [16] R. Thompson, "Firearm Identification in the Forensic Science Laboratory" (PDF). National District Attorneys Association, 2010, Retrieved January 19, 2016.
- [17] D. Maio, J.M. Vincent, "Gunshot Wounds: Practical Aspects of Firearms", Ballistics, and Forensic Techniques (3rd ed.). CRC Press, 2016, p. 1. ISBN 978-1-4987-2570-5.
- [18] "Firearms & Tool Mark". North Carolina Department of Justice. Retrieved June 4, 2016.
- [19] A. Radomirović, "Tragovi baruta u domaćoj kriminalističkoj praksi", Beograd, Srbija: Bezbednost, 2005, br. 3, str. 488.

Security devices for checking weapons in the function of forensic-ballistic tests

Kristijan Đujić, Radovan Radovanović, Saša Milić, Martin Matijašević, Aleksandar Ivković

Abstract — Security devices for checking weapons, the so-called "Projectile catchers" are intended for safe screening of various types of firearms and are designed primarily for employees in the security sector. These devices consist of a metal construction, technology to minimize lead in the air, a low-angle ramp, a circular chamber and a vessel. Their construction contains a special safety function that prevents the weapon from exploding towards the user's face. Even if the user fires a projectile at an angle, all persons present in the environment will be safe. The return shock wave rotates turbulently inside the safety device for checking the weapon and the flame is redirected by the user who performs the firing. The catcher system includes small-angle ramps that repel the projectile instead of shattering it, minimizing lead dust. The projectile bounces into the circular deceleration chamber, where it decelerates until it stops. In functional terms, a security device for checking weapons can be placed on a table or wall in any room, so it is ideal for laboratory tests. The paper analyzes the characteristics of security devices for weapons testing through an experiment conducted on the model of Savage Range systems GT Tabletop Gunsmith in order to determine the potential for application in forensic and ballistic tests.

Keywords — Forensic examinations; ballistic tests; projectile trajectory; security; firearms; physical examination; classification; trial fire.