

ESTABLISHING THE APPROXIMATE LOCATION WHERE A HANDGUN HAS BEEN FIRED ON THE BASIS OF THE LANDING LOCATION OF A SPENT CARTRIDGE CASE

Łukasz RACZYŃSKI

Faculty of Law and Administration, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland

Abstract

Many forensic scientists claim that the location where a spent cartridge case falls – from a bullet fired from a handgun – is relatively constant and can be used to determine the location of the gun at the moment of firing. The author of the present study has investigated this hypothesis. Two Walther P99 pistols (9 × 19 mm Parabellum) – from which shots were fired in two different shooting positions (stances) – were used in the study. The experiments revealed a relatively small variability in the landing location of spent cartridge cases, irrespective of the shooting position adopted by the shooter. For the 40 rounds (cartridges) fired, all cartridge cases fell to the right and rear of the shooter, at a mean angle of 121° relative to the direction of firing and at a distance of 243.9 cm from the location of the weapon. Most of the spent cartridge cases were concentrated in one compact area. This fact shows that the approximate place of firing a handgun can be determined on the basis of the (landing) location of a spent cartridge case.

Key words

Handgun; Cartridge cases; Fired cartridge case location; Place of firing; Walther P99.

Received 18 April 2016; accepted 26 July 2016

1. Introduction

Determination of the place of firing – in other words, the location of the weapon at the moment of firing – often plays a key role in an investigation. Examination of gunshot holes (cavities) does not always enable determination of the trajectory of a bullet, and a lack or a bad condition of trace evidence can make it impossible to determine the place where the shooter was located.

Due to the fact that in crimes featuring handguns, pistols are most commonly used, the research concerned this class of weapon.

The author considers that it is possible to determine the place where a handgun was fired on the basis of the location where a cartridge case has fallen – in other

words, the point at which the case finally rests after contact with the surface. The range of spread (dispersion) of cases from certain types of pistols is small, and therefore by measuring the distance between the place where the cartridge case falls (cartridge case ejection location) and even just one known bullet hole, the location of the ejection port of the weapon can be determined.

The aim of the research was to check whether the location of the spent cartridge case from the handgun is characterised by sufficiently low variability for the location of firing to be established on its basis, as well as to determine a method of defining this place.

It should be mentioned that research has been carried out in the past concerning the location of spent cartridge cases from handguns. A PM-63 machine pis-

tol and a P-64 pistol (Kulicki, Wnorowski, 1974) as well as a TT pistol (Walczyński, Kobiela, 1953) were used in these researches. The studies showed that the location of the spent cartridge case is relatively constant. During research on the PM-63, an experiment was conducted consisting in horizontal placement of the weapon at a height of 1 m, rotated (tilted) 45° to the left. Tilting the weapon to the left caused a reduction in the angle of ejection and in the distance. Despite changing magazines while shooting on all settings, no major changes in dispersion were observed.

In another study, several models of contemporary pistols were also analysed: Smith & Wesson 5906, Glock 21, Glock 23, Glock 17, Sig Sauer 226, Sig Sauer 229, H & K USP and Berretta 9 mm. Shots were fired from 11 different positions (stances) and from all pistols. The experiments showed that the variability of the spent case ejection location is relatively small (Lewinski, Hudson, Karwoski, Redmann, 2010).

Analysis of particular models of weapons also revealed repeatability of the location where spent cartridge cases landed. They showed a tendency for cartridge cases to be ejected similar distances and at similar angles. However, it should be noted that when holding a weapon in an untypical manner or aiming at an angle the cartridge case fell in different directions and different distances (Lewinski, Hudson, Karwoski, Redmann, 2010).

2. Material and methods

Two Walther P99 pistols, serial numbers 024846 and 012594, were used in the study, designed to fire 9×19 mm Parabellum cartridges. In this experiment, the pistols were loaded with Sellier & Bellot rounds with full metal jackets. Shooting took place in indoor shooting ranges in the city of Poznań: "Magnum" (Witosa str. 45) and "Tarcza 96" (Ceglana str. 1). 20 shots were fired from each pistol: 10 from a standing position and 10 from a crouching position. The target was 10 m from the place where – at the moment of firing a round – the ejection port of the pistol was located (distance z , Figure 1). Each shot was preceded by stabilization of the weapon and aiming it at the same target. After firing shots, the angle and distance of the spent cartridge case location relative to the location of the ejection port of the weapon were measured. The ejected cartridge cases were not moved until the measurements were completed.

For all the shots, the person firing, who was 172 cm tall, adopted a classic shooting position, and the pistol was held with both hands straightened. Shooting took

place in a peripheral area of the shooting range, and hence there were no obstacles in the vicinity of the shooter that could cause a change in trajectory and landing location of the cartridge case. All shots were fired in an area where the surface was concrete coated with a level layer of plastic.

The angles of fall of the cartridge cases relative to the direction in which the shots were fired and the distance of their fall from the ejection port of the weapon (α and x respectively, Figure 1) were measured using a protractor and a tape measure, and then inputted into MS Excel spreadsheet. Using this programme, based on the law of sines, the distance from the spent cartridge case location to the target (y , Figure 1), the angle between this distance and the direction of the shot (γ , Figure 1) and the angle between distance y and x (β , Figure 1) were calculated. We also calculated the arithmetic means of the above mentioned values and their coefficients of variation.

3. Results

The research showed a fairly regular dispersion of cartridge cases from the Walther P99 pistol (Table 1).

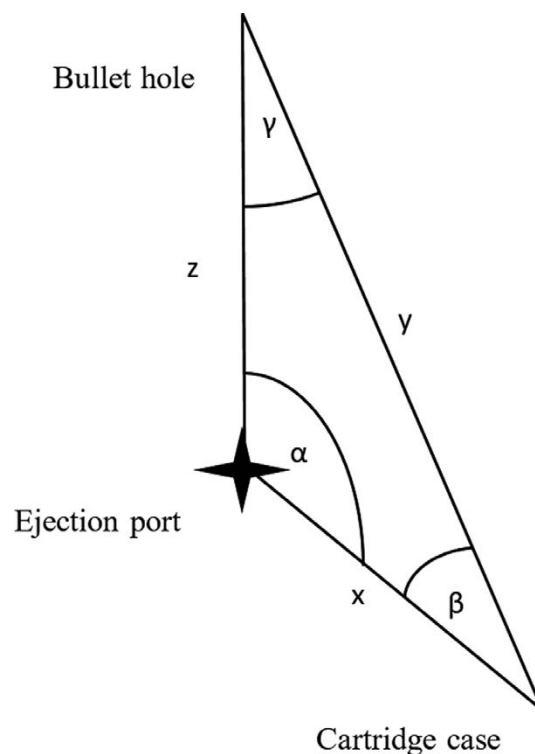


Fig. 1. Diagram showing the variables in the performed experiments.

For shots fired from a standing stance from pistol number 024846, the range of angles between the direction of the shot and trajectory of the ejected cartridge case (α , Figure 1) was from 116° to 154° , whilst the range of distances from the ejection port to the cartridge case (x , Figure 1) was from 131 cm to 357 cm (Table 1). When firing from the same pistol from a crouching position, the range of angles was from 102° to 151° , whilst the range of distances was from 111 cm to 381 cm (Table 1). The highest density of spent cases ejected when firing from a standing position was located in fields demarcated by angles 118° and 154° and distances 131 cm and 198 cm; and also 116° and 133° , and distances 307 cm and 357 cm. The highest concentration of spent cases ejected when firing from a crouching position was located in a field delimited by angles 102° and 151° and distances 111 cm and 282 cm. For shots fired from a standing position from pistol number 012594, the range of angles between the direction of the shot and the trajectory of the cartridge case was from 95° to 138° , whilst the distances from the ejection port to the cartridge case ranged from 154 cm to 294 cm (Table 1). When shooting from the same pistol in a crouching position, the range of angles was from 112° to 140° , whilst that of distances: 148 cm to 390 cm (Table 1). The greatest density of cases ejected when shooting from a standing position was located in a field delimited by angles 108° and 116° and distances 260 cm and 294 cm. The greatest concentration of cases ejected when shooting in a crouching position was located in a field delimited by angles 112° and 117° and distances 352 cm and 390 cm.

4. Discussion

The results of the present research allow us to refer to the thesis that the place where a shot has been fired may be determined on the basis of the landing location of a cartridge case ejected from the fired hand gun.

It should be acknowledged that the repeatability of the landing location of cartridge cases from a Walther P99 pistol is relatively high; a clear majority of cartridge cases are concentrated in a field of dimensions of about $1.5 \text{ m} \times 3 \text{ m}$, located on the right side and behind the ejection port of the weapon (Figure 2). Amongst 40 cartridge cases ejected from two P99 pistols, only 7 cases were not found in this field – 17.5%. Comparing this result with research on the dispersion of cartridge cases from $9 \times 19 \text{ mm}$ calibre Parabellum pistols (Lewinski, Hudson, Karwoski, Redmann, 2010), and with research on cartridge cases ejected from a TT pistol (Walczyński, Kobiela, 1953), and also partly with research on cartridge cases ejected from a P-64 pistol (Kulicki, 1972; Kulicki, Wnorowski, 1974), the thesis about repeatability of the landing location of a cartridge case from a handgun is confirmed. In the mentioned works, the landing locations of cartridge cases were also concentrated in defined fields, although in Kulicki's research, the range of distances between cartridge cases ejected from a P-64 and the shooting location was considerable.

What is noteworthy is that no relationship between the landing location of the cartridge case and the position adopted by the shooter was noted. The difference in the height at which the weapon was held between the crouching and standing shooter is sufficiently insignificant for it to be omitted in practice. Some of the cartridge cases ejected when shooting from the

Table 1

Descriptive statistics of studied variables for every pistol and shooting position

Measured or calculated value																
		x [cm]			α [°]			y [cm]			β [°]			γ [°]		
Weapon	Pos.	A	R	V	A	R	V	A	R	V	A	R	V	A	R	V
024846	St.	235.5	131–357	35.5	126.5	116–154	9	1153	1068–1242	5	44.2	22–56	22	9.3	4–15	39.3
	Cr.	223.4	111–381	33.1	124.9	102–151	13.7	1143.9	1042–1318	7.6	46.5	24–70	34.7	8.6	4–11	26.1
012594	St.	235	154–294	24	112.3	95–138	12.4	1107.9	1038–1164	4.3	56.7	35–73	22.2	11.1	6–14	27.8
	Cr.	281.6	148–390	31.4	120.4	112–140	7.6	1163	1083–1226	4	47.6	35–56	13.5	12.1	5–16	35
All values		243.9	111–390	31.6	121	95–154	11.5	1142	1038–1318	5.5	48.7	22–73	25.2	10.3	4–16	34.5

x – distance of cartridge case location from ejection port; α – angle between the cartridge case trajectory and the shooting direction; y – distance between the cartridge case and the target; γ – angle between distance y and the shooting direction; β – angle between distances y , and x ; A – arithmetic mean; R – range; V – coefficient of variation; Pos. – shooting position; St. – standing position; Cr. – crouching position.

crouching position sometimes fell further and at greater angles than cases ejected when firing from a standing position. Analysing the research of Lewinski et al. (2010), it should be noted that greater changes occur when the pistol is held in the hand in an untypical manner – for example, if there is a simultaneous inclination of the weapon by 22° downwards from its horizontal axis and 45° to the side from the vertical axis. Cartridge cases can then even fall in front of the shooter's location.

On the basis of both my own study and those mentioned above, it transpires that cartridge cases fall – for a given firearm model – within constant ranges of angles between the shooting direction and the distance from the shooter's location to the landing location of the cartridge case. The same phenomenon occurs when measuring distances between the cartridge case landing location and the ejection port of the weapon. Whether or not you can determine which pistol model was fired on the basis of the above findings is a separate issue. The theses of Eysymontt and Walczyński (1956), Kulicki (1972), Kulicki, Kwiatkowska-Wójcikiewicz and Stępka (2009), Kulicki and Wnrowski (1974), and Widacki (2008), who claim that such a determination is possible when the direction of shooting and the place of firing are known, merit closer examination. The author of the present study

considers that such findings cannot be achieved without classification studies of traces on cartridge cases left behind by the extractor, ejector, ejection port and firing pin (striker head). This is due to the fact that different models of firearms use ammunition of the same calibre, and additionally have similar fields of dispersion of ejected cartridge cases, which was confirmed by the research on 8 different models (types) of pistols shooting 9×19 mm Parabellum bullets, carried out by Lewinski et al. (2010).

Establishing the fact that the landing location of a cartridge case from a handgun lies in a certain fixed area is crucial for calculating the place of firing. Therefore it can be assumed that the values of angles and lengths of the sides of the triangle formed by joining the landing location of the cartridge case, the location of the weapon and the location of the bullet hole are also relatively constant.

The most important value that is required to establish the place of firing from the landing location of the cartridge case is the distance between the cartridge case and the target or bullet hole(s). Calculations both for particular types of pistols and shooting positions, as well as for all shots fired, showed only small variability of this distance. What is more, the coefficient of variation y turned out to be the lowest among all the studied variables. Thus, determination of the place of

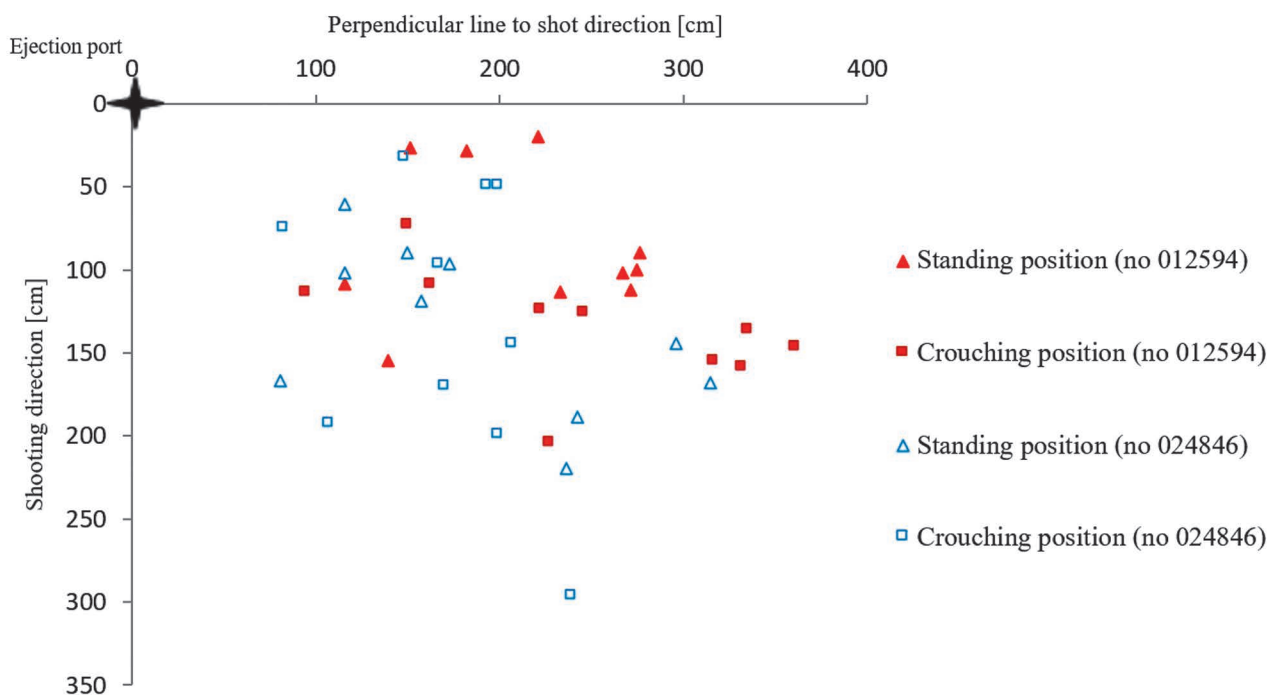


Fig. 2. Collective summary of locations of cartridge cases ejected from every type of pistol and in every shooting position.

firing on the basis of distance y is not only possible, but is in fact the most accurate in comparison to calculations using other variables.

From the law of sines it transpires that two other variables, apart from variable y , are needed to determine the place of shooting. Among all the variables, variable α was characterized by the lowest coefficient of variation. It did not exceed 12%, whilst the remaining variables had a coefficient of variation ranging from about 16% to nearly 35%.

Among the remaining variables, the most useful for calculating the place of shooting is distance x . In spite of a coefficient of variation amounting to almost 32%, this variable – the only one apart from angle α – does not depend on other angles and distances. The remaining variables, apart from z , are basically resultants of α and x . Thus, it is necessary to convert the law of sines into the form:

$$\frac{x \sin \alpha}{\gamma} = \sin \gamma, \quad \{1\}$$

where γ is the angle between the direction of firing (the trajectory of the bullet) and distance y .

In order to determine the place of firing as accurately as possible, it is necessary to make use of maximum and minimum values of ranges of variables α and x . Calculations done on the basis of trigonometric formulae enable us to define the range of $\sin \gamma$, and after comparing it with tables of trigonometric functions, the range of angle γ .

Having at our disposal ranges of angle γ , one can also calculate the range of angle β . This angle serves to calculate the distance between the place of shooting and the bullet hole (z):

$$\frac{\gamma \sin \beta}{\sin \alpha} = z. \quad \{2\}$$

As a result we have at our disposal ranges of all data that are necessary to draw a sketch or appropriate lines in the place where the deed was committed. Knowledge of these allows us to define the field where the weapon was located at the moment of firing (Figure 3).

Similar formulae can probably be used for other types of pistols, but variables y , α and x need to be studied for the given weapons. In some cases, it may turn out that use of formulae is impossible. Such a situation will occur where graphs and coefficients of variation are too large for the field demarcating the likely places of firing to be able to help in establishing significant circumstances of the case.

Thus, summarising the above points – in order to establish the place of firing, the following activities should be performed:

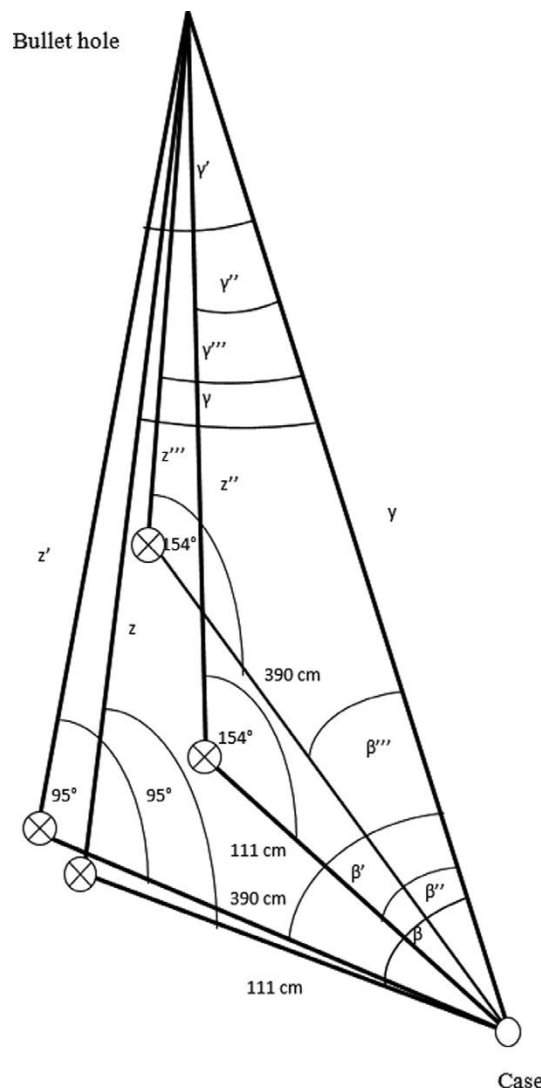


Fig. 3. Diagram showing the results of example research into ejected case location. The field where the weapon was located when firing is delineated by points of the triangle on the bottom (⊗). Triangle $yz111$ – minimal distance and minimum angle of case fall; Triangle $yz'390$ – maximum distance and minimum angle of case fall; Triangle $yz''111$ – minimum distance and maximum angle of case fall; Triangle $yz''390$ – maximum distance and angle of case fall.

1. determine the landing location of the ejected cartridge case;
2. measure the distance between the cartridge case and the located bullet hole;
3. establish ranges of angles and distances of ejection of cases that are characteristic for a given weapon on the basis of literature;
4. calculate necessary variables and draw auxiliary figures;
5. delineate the field in which the weapon was located.

It should be emphasized that during the research, experiments were carried out for pistols held by the shooter in a conventional way, but further studies are required on untypical ways of holding a weapon, e.g., tilting it sideways and at the same time aiming upwards. Results may also be different for different surfaces – for example, for research on sandy ground or on sloping surfaces. On the first surface, ejected cartridge cases will not roll or bounce, whilst on the second, these phenomena may occur very intensively for each ejected cartridge case.

The impact of the technical state of the weapon and ammunition on the ejection of cartridge cases also needs to be studied. Unlubricated or damaged weapons and old ammunition may have significance in the process of extraction of a cartridge case. The resistance of the lock of a weapon, the efficiency of the extractor and ejector, and the power of the propellant are factors which may determine the distance and the angle of fall of the cartridge case.

5. Summary

Summing up the results of the research into the possibility of determining the place of firing of a handgun on the basis of the landing location of a cartridge case, it should be stated that an approximate determination is possible under defined conditions, such as: knowledge of at least one bullet hole, and a level surface making it impossible for a change in position of the cartridge case independently. Other types (models) of handguns need to be studied, since the repeatability of the landing location of ejected cartridge cases may differ significantly from the repeatability in the case of the studied Walther P99 pistol.

Acknowledgements

The author wishes to thank Ass. Prof. Szymon Matuszewski from the Criminalistics Laboratory at the Faculty of Law and Administration, Adam Mickiewicz University in Poznań, for his valuable comments in the course of the study and during editing of this text.

References

1. Eysymontt, E., Walczyński, J. Z. (1956). Kryminalistyczna ocena niektórych czynników sytuacyjnych w przypadku użycia samopowtarzalnej ręcznej broni palnej na podstawie zjawiska wyrzutu łusek. *Archiwum Medycyny Sądowej, Psychiatrii Sądowej i Kryminalistyki*, 8, 116–131.
2. Kulicki, M. (1972). *Kryminalistyczne problemy użycia broni palnej na przykładzie badań KBK AK kal. 7,62 mm*. Warszawa, Poznań: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
3. Kulicki, M., Kwiatkowska-Wójcikiewicz, V., Stępa, L. (2009). *Kryminalistyka. Wybrane zagadnienia teorii i praktyki śledczo-sądowej*. Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
4. Kulicki, M., Wnorowski, J. (1974). *Kryminalistyczna ocena wyrzutu łusek przy strzałach z 9 mm pistoletu maszynowego wz. 1963 oraz z 9 mm pistoletu wz. 1964*. (In) G. Wośko (ed.), *Aspekty kryminalistyczne i sądowo-lekarskie przestępstw przeciwko życiu i zdrowiu oraz mieniu: materiały VI szczecińskiego sympozjum naukowego*, (103–106). Szczecin: KW MO w Szczecinie.
5. Lewinski, W. J., Hudson, W. B., Karwowski, D., Redmann, C. J. (2010). Fired cartridge case ejection patterns from semi-automatic firearms. *Investigative Sciences Journal*, 2(3), 1–32.
6. Stechnij, T., Wąsiel, P., Lorkowski R. (2007). *Amunicja strzelecka stosowana w Policji do pistoletów, pistoletów maszynowych, rewolwerów i karabinków*. Katowice: Wydawnictwo Szkoły Policji w Katowicach.
7. Walczyński, J. Z., Kobiela, J. (1953). Ocena kryminalistyczna i badania doświadczalne nad wyrzutem łuski z pistoletu TT wz. 1933, kal. 7,62 mm. *Archiwum Medycyny Sądowej, Psychiatrii Sądowej i Kryminalistyki*, 5, 43–49.
8. Widacki, J. (red.). (2008). *Kryminalistyka*. Warszawa: C.H. Beck.

Corresponding author

Łukasz Raczyński
 ul. Wodna 11
 PL 62-001 Golęczewo
 e-mail: lukaszraczynski9@wp.pl

USTALANIE PRZYBLIŻONEGO MIEJSCA ODDANIA STRZAŁU Z BRONI KRÓTKIEJ NA PODSTAWIE UPADKU ŁUSKI

1. Wprowadzenie

Wyznaczenie miejsca oddania strzału, czyli położenia broni w chwili wystrzału, nierzadko odgrywa kluczową rolę w śledztwie. Badania otworów postrzałowych nie zawsze przynoszą pożądany rezultat w kwestii ustalenia kierunku toru lotu pocisku, a brak lub zły stan śladów traseologicznych uniemożliwia określenie miejsca, w którym znajdowała się osoba strzelająca.

Ze względu na fakt, że przy przestępstwach z użyciem krótkiej broni palnej najczęściej wykorzystuje się pistolety, badania dotyczą tej klasy broni.

Autor uważa, że możliwe jest określenie miejsca oddania strzału z broni krótkiej na podstawie miejsca upadku łuski, czyli punktu, w którym łuska ostatecznie zatrzymuje się po kontakcie z podłożem. Zakres rozrzutu łusek z określonych typów pistoletów jest niewielki, a zatem mierząc odległość między miejscem upadku łuski a chociaż jedną znaną przestrzeliną, można określić położenie okna wyrzutowego broni.

Celem badań było sprawdzenie, czy miejsce upadku łuski z broni krótkiej wykazuje się na tyle niewielką zmiennością, że na jego podstawie da się ustalić miejsce strzału, a także opracowanie metod określania tego miejsca.

Należy wspomnieć, że wcześniej przeprowadzano badania dotyczące miejsca upadku łuski z broni krótkiej. Wykorzystano w nich pistolet maszynowy PM-63 i pistolet P-64 (Kulicki, Wnorowski, 1974) oraz TT (Walczyński, Kobiela, 1953). Badania wykazały, że miejsce upadku łuski jest względnie stałe. Podczas badań PM-63 przeprowadzono eksperyment polegający na poziomym umieszczeniu broni na wysokości 1 m i obróconej o 45° w lewo. Przechylenie broni w lewo spowodowało zmniejszenie kąta wyrzutu oraz odległości. Mimo zmian magazynków podczas strzelania ze wszystkich ustawień, nie zaobserwowano poważniejszych zmian w rozrzucie.

Przeanalizowano również kilka egzemplarzy wspólnych pistoletów następujących wzorów: Smith & Wesson 5906, Glock 21, Glock 23, Glock 17, Sig Sauer 226, Sig Sauer 229, H & K USP oraz Berretta 9 mm. Strzały oddawano z 11 różnych pozycji i ze wszystkich pistoletów. W wyniku eksperymentów okazało się, że zmienność miejsca upadku łusek jest stosunkowo niewielka (Lewinski, Hudson, Karwoski, Redmann, 2010).

Analiza poszczególnych wzorów broni również wykazała powtarzalność miejsca upadku łuski. Wykazywały one tendencję do wyrzutu łusek na podobne odległości i pod zbliżonymi kątami. Należy jednak zauważyć, że przy nietypowym trzymaniu broni lub mierzeniu pod ką-

tem łuska upadała w innych kierunkach i odległościach (Lewinski, Hudson, Karwoski, Redmann, 2010).

2. Materiał i metody

W badaniach wykorzystano dwa egzemplarze pistoletów wzoru Walther P99 o numerach seryjnych 024846 i 012594, strzelające nabojem kalibru 9×19 mm Parabellum. Pistolety ładowano nabojami firmy Sellier & Bellot z pełnopłaszczowymi pociskami. Strzelania odbyły się w krytych strzelnicach na terenie miasta Poznania: „Magnum” (ul. Witosa 45) i „Tarcza 96” (ul. Ceglana 1). Z każdego egzemplarza pistoletu oddano w sumie 20 strzałów, po 10 z pozycji stojącej i po 10 z kłęczącej. Cel stanowiła tarcza odległa o 10 m od miejsca, w którym w chwili oddania strzału znajdowało się okno wyrzutowe pistoletu (odległość z , rycina 1). Każdy strzał poprzedzono stabilizacją broni i wymierzeniem jej w ten sam cel. Po oddaniu strzałów nastąpił pomiar kąta i odległości upadku łuski względem położenia okna wyrzutowego broni. Do momentu ukończenia pomiarów, eksperymentalne łuski nie były przemieszczane.

Przy wszystkich strzałach osoba strzelająca o wzroście 172 cm przyjmowała klasyczną pozycję strzelecką, a pistolet trzymany był w wyprostowanych rękach oburącz. Strzelania przebiegały na przedpolu stanowisk strzeleckich, w związku z czym wokół strzelającego nie znajdowały się żadne przeszkody mogące spowodować zmianę toru lotu i miejsca upadku łuski. Podłoże przy wszystkich strzelaniach było betonowe, pokryte powłoką z tworzywa i wypoziomowane.

Kąty upadku łusek względem kierunku strzału i odległości ich upadku od okna wyrzutowego broni (odpowiednio α i x , rysunek 1) zmierzono przy użyciu kątomierza oraz rozsuwanej miary, a następnie wprowadzono do arkusza programu MS Excel. Przy użyciu wspomnianego programu, w oparciu o twierdzenie sinusów, obliczono odległość między łuską a celem (y , rysunek 1), kąt między tą odległością a kierunkiem strzału (γ , rysunek 1) oraz kąt między odległością y a x (β , rysunek 1). Obliczono również średnie arytmetyczne wyżej wymienionych wartości i ich współczynniki zmienności.

3. Wyniki

Badania wykazały dość regularny rozrzut łusek z pistoletu wzoru Walther P99 (tabela 1).

Przy strzałach oddanych na stojąco z egzemplarza o numerze 024846 zakres kątów między kierunkiem strzału a miejscem upadku łuski (α , rysunek 1 wynosił od 116° do 154° , natomiast zakres odległości od okna wyrzutowego do łuski (x , rysunek 1) od 131 cm do 357 cm (tabela 1). Przy strzelaniu z tego samego egzemplarza z pozycji klęczącej zakres kątów wyniósł od 102° do 151° , natomiast odległości od 111 cm do 381 cm (tabela 1). Największe zagęszczenie łusek odstrzelonych na stojąco znajdowało się w polach ograniczonych kątami 118° i 154° oraz odległościami 131 cm i 198 cm, a także kątami 116° oraz 133° i odległościami 307 cm i 357 cm. Największe zagęszczenie łusek odstrzelonych z pozycji klęczącej znajdowało się w polu ograniczonym kątami 102° i 151° oraz odległościami 111 cm oraz 282 cm. Przy strzałach oddanych na stojąco z egzemplarza o numerze 012594 zakres kątów między kierunkiem strzału a miejscem upadku łuski wynosił od 95° do 138° , natomiast odległości od okna wyrzutowego do łuski od 154 cm do 294 cm (tabela 1). Przy strzelaniu z tego samego egzemplarza z pozycji klęczącej, zakres kątów wyniósł 112° do 140° , natomiast odległości 148 cm do 390 cm (tabela 1). Największe zagęszczenie łusek odstrzelonych na stojąco znajdowało się w polu ograniczonym kątami 108° i 116° oraz odległościami 260 cm i 294 cm. Największe zagęszczenie łusek odstrzelonych z pozycji klęczącej znajdowało się w polu ograniczonym kątami 112° i 117° oraz odległościami 352 cm oraz 390 cm.

4. Dyskusja

Wyniki badań pozwalają odnieść się do tezy, że na podstawie miejsca upadku łuski odstrzelonej z broni krótkiej można określić miejsce oddania strzału.

Należy uznać, iż powtarzalność miejsca upadku łuski z pistoletu Walther P99 jest względnie duża; zdecydowana większość łusek skupia się w polu o wymiarach około 1,5 m na 3 m znajdującym się po prawej stronie i z tyłu względem okna wyrzutowego broni (rysunek 2). Spośród 40 łusek odstrzelonych z dwóch różnych egzemplarzy P99, w polu tym nie znalazło się tylko 7 łusek, a zatem 17,5%. Porównując ten wynik z badaniami nad rozrzutem łusek z pistoletów kalibru 9×19 mm Parabellum (Lewinski, Hudson, Karwoski, Redmann, 2010), z badaniami łusek z pistoletu TT (Walczyński, Kobiela, 1953), a częściowo także z badaniami nad łuskami z pistoletu P-64 (Kulicki, 1972; Kulicki, Wnorowski, 1974), teza o powtarzalnym miejscu upadku łuski z broni krótkiej znajduje potwierdzenie. We wspomnianych pracach miejsca upadku łusek również skupiały się w określonych polach, chociaż u Kulickiego zakres odległości między łuską odstrzeloną z P-64 a miejscem oddania strzału był znaczny.

Na uwagę zasługuje fakt, że nie zauważono żadnej zależności między miejscem upadku łuski a przyjętą przez osobę strzelającą pozycją. Różnica wysokości między bronią trzymaną przez klęczącego i stojącego strzelca jest na tyle nieistotna, że właściwie można ją pominąć. Część łusek odstrzelonych z pozycji klęczącej nierzadko upadała dalej i pod większymi kątami niż łuski odstrzelone z pozycji stojącej. Analizując badania Lewinskiego i współpracowników (2010), należy podnieść, że większe zmiany pojawiają się przy nietypowym trzymaniu pistoletu w ręce, na przykład przy jednoczesnym odchyleniu broni o 22° w dół od jej osi poziomej i 45° w bok od osi pionowej. Łuski mogą wtedy upaść nawet z przodu miejsca oddania strzału.

Zarówno z badań własnych, jak i z wyżej wymienionych wynika, że upadające łuski tworzą dla danego wzoru broni stałe zakresy kątów między kierunkiem strzału a odległością między miejscem oddania strzału a miejscem upadku łuski. To samo zjawisko występuje przy pomiarze odległości między łuską a oknem wyrzutowym broni. Odrębną kwestią pozostaje to, czy na podstawie tych właściwości broni można ustalić wzór pistoletu, z którego oddano strzał. Tezy Eysymontta i Walczyńskiego (1956), Kulickiego (1972), Kulickiego, Kwiatkowskiej-Wójcikiewicz i Stępki (2009), Kulickiego i Wnorowskiego (1974) oraz Widackiego (2008), którzy twierdzą, iż takie ustalenie jest możliwe przy znajomości kierunku strzału oraz miejsca oddania strzału, zasługują na dokładniejsze zbadanie. Autor niniejszej pracy uważa, że ustaleń takich nie można dokonać bez badań klasyfikacyjnych śladów łuski pozostawionych przez pazur wyciągu, zęb wyrzutnika, okno wyrzutowe i grot igliczny. Wynika to z faktu, że różne wzory broni palnej korzystają z amunicji tego samego kalibru, a dodatkowo mają zbliżone pola rozrzutu łusek, co potwierdziły badania 8 różnych wzorów pistoletów strzelających nabojami kalibru 9×19 mm Parabellum przeprowadzone przez Lewinskiego i współpracowników (2010).

Ustalenie faktu, że miejsce upadku łuski z broni krótkiej leży w pewnym stałym obszarze, jest kluczowe dla obliczenia miejsca oddania strzału. W związku z tym można przyjąć, że wartości kątów i długości boków trójkąta powstałego poprzez połączenie miejsca upadku łuski, miejsca położenia broni oraz miejsca wystąpienia przestrzeliny są również względnie stałe.

Najważniejszą wartością konieczną do ustalenia miejsca oddania strzału na podstawie upadku łuski jest odległość między łuską a celem lub przestrzeliną (y). Obliczenia zarówno dla poszczególnych pistoletów i pozycji strzeleckich, jak i dla wszystkich oddanych strzałów, wykazały niewielką zmienność tej odległości. Co więcej, współczynnik zmienności y okazał się najmniejszy spośród wszystkich badanych zmiennych. Tym samym ustalenie miejsca oddania strzału na podstawie odległości y

jest nie tylko możliwe, ale nawet najbardziej precyzyjne w porównaniu do obliczeń z wykorzystaniem innych zmiennych.

Z twierdzenia sinusów wynika, że oprócz zmiennej y do określenia miejsca oddania strzału potrzebne są dwie inne zmienne. Spośród wszystkich wartości najniższym współczynnikiem zmienności odznaczała się zmienna α . Nie przekraczał on 12%, podczas gdy pozostałe miały współczynnik zmienności zamykający się w zakresie od około 16% do niemalże 35%.

Spośród pozostałych zmiennych najodpowiedniejszą do obliczenia miejsca oddania strzału jest odległość x . Mimo współczynnika zmienności wynoszącego prawie 32%, zmienna ta, jako jedyna oprócz kąta α , nie zależy od innych kątów i odległości. Pozostałe zmienne, oprócz z , są właściwie wypadkowymi α oraz x . W związku z powyższym, konieczne jest przekształcenie twierdzenia sinusów do postaci:

$$\frac{x \sin \alpha}{y} = \sin \gamma, \quad \{1\}$$

gdzie γ stanowi kąt między kierunkiem strzału (torem lotu pocisku) a odległością y .

Do możliwie najbardziej precyzyjnego wyznaczenia miejsca oddania strzału konieczne jest skorzystanie z maksymalnych oraz minimalnych wartości zakresów zmiennych α oraz x . Obliczenia przeprowadzone na podstawie wzorów trygonometrycznych umożliwiają określenie zakresu $\sin \gamma$, a po jego porównaniu z tabelami funkcji trygonometrycznych, zakresu kąta γ .

Dysponując zakresami kąta γ , można obliczyć także zakres kąta β . Kąt ten służy do obliczenia odległości między miejscem oddania strzału a przestrzeliną (z):

$$\frac{y \sin \beta}{\sin \alpha} = z. \quad \{2\}$$

W rezultacie dysponuje się zakresami wszystkich danych potrzebnych do narysowania szkicu lub wykreślenia odpowiednich linii w miejscu popełnienia czynu. Ich znajomość pozwala określić pole, w którym znajdowała się broń w momencie strzału (rysunek 3).

Podobne wzory można prawdopodobnie wykorzystać do innych typów pistoletów, jednak wymaga to zbadania zmiennych y , α oraz x dla poszczególnych broni. W niektórych przypadkach może okazać się, że użycie wzorów jest niemożliwe. Sytuacja taka będzie miała miejsce, gdy zakresy i współczynniki zmienności będą zbyt duże, aby pole wyznaczające prawdopodobne miejsce oddania strzału mogło pomóc w ustaleniu istotnych okoliczności sprawy.

Podsumowując powyższe wywody, ustalenie miejsca oddania strzału wymaga przeprowadzenia następujących czynności:

1. ustalenia miejsca upadku łuski;
2. zmierzenia odległości między łuską a zlokalizowaną przestrzeliną;

3. ustalenia charakterystycznych dla danej broni zakresów kątów i odległości wyrzutu łusek na podstawie literatury;
4. obliczenia potrzebnych zmiennych oraz wykreślenia rysunków pomocniczych;
5. wyznaczenia pola, w którym znajdowała się broń.

Należy podkreślić, że podczas badań przeprowadzono eksperymenty dla pistoletów trzymanyh przez strzelca w konwencjonalny sposób, jednak dalszych badań wymagają nietypowe sposoby trzymania broni, np. odchylenie jej w bok i jednoczesne celowanie w górę. Wyniki mogą być inne także przy zmianie podłoża, na przykład przy badaniach na piaszczystym gruncie lub na podłożu pochyłym. W pierwszym przypadku łuski nie będą się toczyć ani odbijać, natomiast w drugim zjawiska te mogą zachodzić bardzo intensywnie przy każdej odstrzelonej łusce.

Badań wymaga także wpływ stanu technicznego broni i amunicji na wyrzut łusek. Broń nienasmarowana, uszkodzona oraz stara amunicja, mogą mieć znaczenie w procesie ekstrakcji łuski. Opór zamka broni, sprawność wyciągu, wyrzutnika, jak i moc ładunku miotającego, to czynniki, które mogą przesądzać o odległości i kącie upadku łuski.

5. Posumowanie

Podsumowując wyniki badań nad możliwością określenia miejsca oddania strzału z broni krótkiej na podstawie upadku łuski, należy stwierdzić, że ustalenie go jest możliwe w przybliżeniu i pod określonymi warunkami, takimi jak znajomość przynajmniej jednej przestrzeliny czy wyrównany poziom podłoża uniemożliwiający samostanną zmianę położenia łuski. Badań wymagają inne wzory krótkiej broni palnej, gdyż powtarzalność miejsca upadku łuski może znacząco różnić się od przedmiotowego pistoletu Walther P99.

Podziękowanie

Autor pragnie złożyć podziękowania doktorowi habilitowanemu Szymonowi Matuszewskiemu z Pracowni Kryminalistyki Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu imienia Adama Mickiewicza w Poznaniu za cenne uwagi udzielone podczas przeprowadzania badań oraz przy redagowaniu niniejszego tekstu.