



archiwum medycyny sądowej i kryminologii

Praca pogładowa
Review paper

Piotr Bochyński¹, Maciej Kuliczkowski², Anna Karpiewska³, Mariola Turkiewicz³, Tadeusz Dobosz³

Śrut myśliwski – ewolucja technologii jego wytwarzania Hunting shot – evolution of manufacturing technology

¹Magazyn o Broni „Strzał”; Dom Wydawniczy Magnum – X, wydawnictwo Magnum-X Sp. z o.o.

²Pracownia Badań Broni i Balistyki, Laboratorium Kryminalne, Komenda Wojewódzka Policji we Wrocławiu, Polska

³Zakład Technik Molekularnych, Katedra Medycyny Sądowej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich, Wrocław, Polska

¹Magazine about Gun “Strzał”; Publishing House Magnum – X, Magnum-X Sp. z o.o.

²Department of Firearms and Ballistics Examinations, Forensic Laboratory, Province Police Headquarters, Wrocław, Poland

³Molecular Techniques Unit, Department of Forensic Medicine, Wrocław Medical University, Wrocław, Poland

Streszczenie

Śrut myśliwski to kulki o średnicy 1,2–10 mm wykonane zwykle ze stopów ołowiu, które stanowią pocisk mnogi w gładkolufowej myśliwskiej broni palnej. Ładunek śrutu może znajdować się także w amunicji pistoletowej lub rewolwerowej, w której może stanowić element konstrukcyjny pocisków. Śrucina może być również wykonana z innych materiałów i przybierać inne kształty. Celem pracy było zebranie rozproszonych informacji na ten temat, bardzo przydatnych m.in. dla specjalistów zajmujących się balistyką sądową. Przedstawiono zarys historyczny rozwoju śrutu oraz technologię jego produkcji, począwszy od XV wieku.

Słowa kluczowe: balistyka sądowa, broń myśliwska, śrut.

Abstract

Hunting shot are 1.2–10 mm diameter balls, usually made of lead alloys, forming a cluster projectile used in smooth-bore hunting shotguns. Shot may also be used in pistol and revolver ammunition, in which it can constitute structural element of the projectile. Shot pellets may also be made of other materials and have other shapes. The aim of this paper is to aggregate information on the topic available from a number of different sources. It is hoped that such information will be useful for forensic ballistics experts. Historical development of pellets and their manufacturing technology from the 15th century is presented.

Key words: forensic ballistics, hunting weapons, pellets.

Wprowadzenie

Balistyka sądowa, obok biologii sądowej, to najstarsza i najmniej znana specjalność medycyny sądowej oraz kryminalistyki. Ze względu na specyfikę zwykłe badania z tej dziedziny wykonywane są w laboratoriach policyjnych, choć odnotowywane były również uniwersyteckie laboratoria. Biegli tej specjalności zaj-

Introduction

Forensic ballistics, like forensic biology, is the oldest and least known specialty in forensic medicine and criminalistics. Due to its specific nature, ballistic studies are usually carried out in crime laboratories, although university laboratories have been used for that purpose as well. The role of ballistic

mują się klasyfikacją, czy materiał dowodowy można uznać za broń i amunicję, badaniem sprawności technicznej i energii kinetycznej pocisku oraz budują tor balistyczny. We współpracy z lekarzami sądowymi ustalają odległość strzału, a pozostałości powystrzałowe ze specjalistami w dziedzinie chemii. Najliczniejszą grupą prywatnych posiadaczy broni w Polsce są myśliwi, którzy używają głównie broni gładkolufowej i amunicji śrutowej. Niniejsza praca została poświęcona śrutowi myśliwskiemu.

Śrut to kulki wykonane zwykle ze stopów ołowiu, zwane śrucinami (o średnicy 1,2–5,0 mm) lub loftkami (o średnicy 5–10 mm), które stanowią pocisk mnogi w gładkolufowej myśliwskiej broni palnej, miotane przez nią w postaci roju (wiązki, chmurki), rażącego cel swoją energią kinetyczną. Ta ogólna definicja nie obejmuje jednak wszystkich możliwych przypadków, ponieważ śrut nie musi być powiązany z zastosowaniem wyłącznie w gładkolufowej broni myśliwskiej, ładunek śrutu można spotkać również w amunicji pistoletowej lub rewolwerowej, ponadto śrut nie zawsze w broni palnej razi wyłącznie wiązką śrucin, może też stanowić element konstrukcyjny pocisków amunicji pistoletowej i karabinowej (pociski *safety glaser*, pocisk woreczkowy).

Początkowo „śrut” wykonywano w ten sposób, że odlane sztabki lub pręty wykonane z ołowiu cięto i rozdrabniano mechanicznie na mniejsze cząstki. Dawało to w rezultacie śruciny o bardzo nieregularnym kształcie i ostrych krawędziach oraz o nierównomiernej granulacji; ten „pradziadek śrutu” nosił nazwę „siekańców” i pierwsze wzmianki o nim pojawiają się już na początku XV wieku (ok. 1420 r.) [1]. W ciągu następných wieków wykonywanie śrutu rozwijało się wraz z postępem w metalurgii i konstrukcji samej broni palnej. Większe ziarna (loftki) wykonywano podobnie jak kule do arkebuzów czy muszkietów, metodą odlewania w metalowych formach wielogniazdowych. Konstrukcja takich form trochę się różniła od większych kalibrów o średnicy powyżej 4,5 mm, ponieważ o ile przy większych pociskach każde gniazdo było osobno zasilane roztopionym ołowiem, to w przypadku śrutu gniazda połączone były wyżłobioną w formie rynienką, aby za jednym razem, równocześnie, zalać większą ich ilość. Wyjęty z formy odlew „gronowy” miał kształt listwy (o trójkątnym pokroju), z przyczepionymi do niej ziarnami ołowiu na krótkich szypułkach. Postępowanie takie było uciążliwe ze względu na małą średnicę ziaren, większy odpad technologiczny

experts is to determine whether certain material evidence can be classified as weapon and ammunition, to investigate technical functionality and kinetic energy of projectiles and to develop ballistic curves. In cooperation with forensic doctors ballistic experts determine shot distance. They also examine gunshot residues with chemistry experts. Hunters constitute the largest group of private gun owners in Poland. Most of them use smoothbore guns and shot pellets. This article deals with hunting shot.

Shot are small balls usually made of lead alloys, referred to as birdshot (1.2 to 5.0 mm in diameter) or buckshot (5 to 10 mm in diameter). They constitute multiple projectiles used in smoothbore hunting weapons. Once fired, they form the pattern of a cloud impacting the target with its kinetic energy. This general definition does not include all possible cases, because pellets do not necessarily have to be used exclusively in smoothbore hunting weapons. They can also be used in pistol or revolver ammunition. Furthermore, shot pellets are not always fired in the form of a cloud – they can also constitute the structural element of handgun and shotgun ammunition (safety glaser projectiles, bean bag projectiles).

The earliest pellets were made from cast lead bars or rods that were cut and mechanically ground to smaller pieces. The resulting particles had very irregular shapes, sharp edges and uneven pellet sizes. These early ancestors of today's pellets were known in Poland as “siekanca”. The first historical mentions of ammunition of this kind come from the early 15th century (approx. 1420) [1]. Over the next centuries pellet manufacturing developed in line with metallurgy and weapon technologies. Larger pellets (buckshot) were produced similarly to arquebus/musket balls, i.e. by casting in multiple-impression metal moulds. The design of such moulds differed slightly from greater caliber moulds (above 4.5 mm), because in the case of greater calibers each impression was separately filled with molten lead, whereas in the case of pellets impressions were connected by means of a trough cut in the mould, thus making it possible to fill a number of impressions simultaneously. When removed from the mould, the “grape-like” casting had the shape of a triangular cross-section bar with lead pellets attached to it by means of short stalks. Such a pro-

z nadlewek, dużą pracochłonność i niską wydajność. Odlane śruciny odcinano szczypcami od nadlewki, wygładzano ich powierzchnię ręcznie w miejscu odcięcia i poddawano dodatkowo polerowaniu w obrotowych bębnoch wraz z trocinami z twardego drewna. Mniejsze śruciny wytwarzano inną metodą. Roztopiony ołów wylewano na sito o odpowiedniej wielkości oczek, który spływając przez oczka, tworzył krople „ołowianego deszczu”. Sito było umieszczone nad dużym zbiornikiem z wodą (najczęściej była to beczka). Spadające z niewielkiej wysokości krople, wpadając do wody, natychmiast zastygały. Tak wykonane śruciny miały kształt znacznie odbiegający od kulistego, a ich granulacja była nierównomierna. Wykonane śruciny segregowano, przesiewając wykonaną partię przez kolejne sita o coraz mniejszych oczkach, wybierając przy tym ziarna o nieakceptowalnych wadach. Mimo odsiewu niska jakość takiego śrutu przekładała się na jego parametry balistyczne w postaci małej celności, nierównego pokrycia celu i małej powtarzalności strzału z takich ładunków (*vide* powiedzenie: „Człowiek strzela, a wiatr (lub Pan Bóg) kule nosi”). Z czasem usprawniono proces produkcyjny, zauważono bowiem, że znacznie lepsze rezultaty uzyskuje się, nie lejąc roztopionego ołowiu bezpośrednio na sito, lecz na łyżkę, która wstępnie rozbijała strumień ołowiu przed waniem go na sito, ostatecznie łyżka przybrała kształt sita wstępnego, czyli „durszlaku”.

Przełom w technologii wytwarzania śrutu nastąpił pod koniec XVIII wieku, kiedy to Wilhelmowi Wattsowi z angielskiego Bristolu przyznano w 1782 r. patent nr 1374 [2]. Patent zawierał opis usprawnionej produkcji dającej regularne okrągłe ziarna o jakości lepszej niż w przypadku opisanej na początku technologii wytwarzania (*a method of making smallshot solid throughout, perfectly globular in form, and without the dimples, scratches and imperfections which other shot, heretofore manufactured, usually have on their surface*) [2]. Podobnie jak w przypadku innych odkryć istnieją różne wersje legendy z tym związanej. W najbardziej smakowitej z nich podchmielony Wilhelm Watts wrócił późną porą do domu, a znużony drogą postanowił odpocząć na schodach kościoła St. Mary Redcliffe, gdzie zmorzył go sen, w którym jego rozgniewana żona, stojąc na szczycie kościelnej wieży, lała na niego roztopiony ołów ze starej dziurawej patelni [3]. Pierwsza instalacja powstała w domu odkrywcy przy ulicy Westminster Abbey. Nadbudował on (ok. 1779 r.) swój budynek wysoką wieżą oraz dodatkowo wykopał głę-

cedure was tedious due to small pellet diameters, greater process waste (flash), high labor intensity and low production efficiency. Pellets were cut off from flash by means of pliers. Subsequently, the cut-off area was manually smoothed and additionally polished in rotary drums filled with hard wood sawdust. Smaller pellets were made using an alternative method. Molten lead was poured on a sieve with holes of appropriate size, thus forming drops of “lead rain”. The sieve was positioned over a large water tank (usually a barrel). Lead drops falling from a small height solidified immediately. However, pellets made in this way had a shape that was typically far from spherical and their sizes were not uniform. To address this problem, pellets were sorted by means of sieves with decreasing hole sizes. During this process pellets with unacceptable shapes were eliminated. Despite sorting, poor quality of such pellets affected their ballistic performance, resulting in low shot accuracy, uneven target coverage and poor repeatability. The production process was improved after an observation that better results were obtained when lead was not poured directly on the sieve, but first on a spoon which broke the stream before it hit the sieve. Eventually the spoon took the shape of a primary sieve (or “colander”).

A breakthrough in pellet manufacturing technology took place towards the end of the 18th century, after a William Watts from Bristol was awarded patent No. 1374 in 1782 [2]. The patent contained the description of an improved manufacturing technology ensuring regular, spherical pellets. Their quality was superior to those obtained by means of the manufacturing technology described above (a method of making smallshot solid throughout, perfectly globular in form, and without the dimples, scratches and imperfections which other shot, heretofore manufactured, usually have on their surface) [2]. As with many other inventions, several versions of the legend exist. The most flavorsome one has it that one night William Watts was walking back home after having had a few drinks. The walk made him tired, so he decided to take a rest at the stairs of St. Mary Redcliffe church. He soon fell asleep and in his dream he saw his wife standing at the top of the church tower, pouring hot lead on him from an old, leaky pan [3]. Approximately in 1779 the first installation was built in the inventor’s house in West-

boką piwnicę. W podłogach wykonał przelotowe otwory, łączna wysokość użytkowa tej osobliwej konstrukcji miała ok. 27 metrów (89 stóp). Jednak okolicznym mieszkańcom nie podobał się ten pomysł i na skutek licznych protestów wynalazca wkrótce musiał się przenieść w inne miejsce i wybudować nową wieżę śrutową. Co interesujące, sam budynek przetrwał do lat 60. XX wieku, kiedy został wyburzony w związku z przebudową ulic w mieście. Rewolucyjność techniki Watta polegała na wydłużeniu drogi spadania kropel ołowiu. Na szczycie wieży o wysokości 30–40 metrów znajdowało się sito wraz z piecami do roztopiania ołowiu. Roztopiony ołów przelewany przez sito spadał z dużej wysokości, mając czas na uformowanie prawie doskonale sferycznego kształtu ziarna. Decydujące znaczenie w tym procesie odgrywało napięcie powierzchniowe roztopionego ołowiu, które regulowano za pomocą dodatków, bo bez nich śrut miał tendencję do przybierania postaci kropelkowej w kształcie łezki. Głównym czynnikiem chłodzącym w tym procesie było powietrze; ważna była wysokość, z jakiej spadał śrut (czas spadania) do umieszczonej na samym dole kadzi z zimną wodą. Woda pełniła dwie funkcje: główną była amortyzacja, aby spadający śrut z takiej wysokości nie deformował się, a ponadto schładzała śrut (nie była jednak głównym czynnikiem chłodzącym jak dotychczas). Wykonany wsad był następnie kierowany na sita celem segregacji rozmiaru śrucin. Przy tej metodzie można było kontrolować wielkość wykonywanych ziaren poprzez dobór sita o odpowiednich oczkach. Zalecano dobór wysokości w zależności od wielkości ziaren. Dla drobnego śrutu wystarczyło, aby produkcja odbywała się z wysokości ok. 3 metrów, dla największych ziaren konieczne nawet było ponad 40 metrów.

Kolejne innowacje polegały na usprawnieniu procesu. Wprowadzono, opatentowane w 1848 roku przez Davida Smitha pracownika firmy T.O. LeRoy Company z Nowego Jorku, chłodzenie poprzez nadmuchiwanie zimnego powietrza w przeciwnym kierunku do spadającego śrutu, a to pozwalało skrócić drogę spadania i w rezultacie budować wieże o znacznie mniejszej wysokości. Technika Watta na prawie 150 lat stała się główną metodą wytwarzania przy produkcji śrutu ołowianego [<http://www.britishpathe.com/video/shot-tower>]. Pozostałością po tej epoce są figurujące w krajobrazie interesujące elementy architektoniczne w postaci wież śrutowych. Wiele z nich nie przetrwało do naszych czasów, nieliczne istniejące nie pełnią już funkcji, dla których zostały wybudowane, ale nadal można je podziwiać

minster Abbey. Watts built a tower on its roof and additionally dug a deep well in the basement. He cut holes in all floors, thus obtaining a working height of approx. 27 meters (89 feet). However, his neighbors did not much like the idea and their protests eventually forced the inventor to move to another location, where he built a new shot tower. Interestingly, his original building survived until the 1960s, when it was demolished for a road widening scheme. The revolutionary nature of Watts' technique consisted in extending the line of the fall of lead drops. At the top of the tower, at a height of 30–40 meters, there was a sieve and furnaces for melting lead. Molten lead was poured on the sieve and then fell from a considerable height, thus having the time to form nearly perfectly spherical pellets. The decisive factor in the process was the surface tension of molten lead controlled by means of additives, without which lead had a tendency to take a tear-shaped form. The main cooling agent in the process was air. Also the height from which shot fell into a vat with cold water placed at the very bottom (or in other words – the falling time) was very important. Water served two purposes: the main one was to protect falling pellets against deformation on impacting the surface, and the secondary one was to cool them down (however, unlike in earlier technologies, water was not the main cooling agent). Subsequently pellets were sorted by size by means of sieves. This method made it possible to control pellet diameters by selecting the appropriate sieve mesh. Fall height was another parameter affecting pellet size. For fine shot, lead could be poured from just 3 meters, while larger shot involved heights exceeding 40 meters.

Subsequent innovations consisted in improving the process. In 1848, David Smith, an employer of New York based T.O. LeRoy Company, patented shot cooling by blowing cold air in countercurrent to falling shot, thus reducing the line of the fall and making it possible to use much lower towers. After 150 years, Watts' original technique became the prevailing method of lead shot production [<http://www.britishpathe.com/video/shot-tower>]. Relics of those times are shot towers, constituting architectural landmarks in many different places. Many towers have not survived until today, and those that have no longer serve their original purpose. Nonetheless, they can still be admired as an interesting addition to urban

jako ciekawe urozmaicenie miejskich krajobrazów. W Polsce niestety nie zachowały się obiekty tego typu, natomiast w Europie, najbliżej znajdują się w Berlinie, w dzielnicy Lichtenberg (Niemcy). Na Łotwie, w mieście Daugavpils, istnieje wciąż działająca wieża firmy Daugavpils Shot Factory/Daugavpils Skrošu Rūpnīca.

W miarę rozwoju metody udoskonalono proces dochładzania w zbiorniku odbiorczym poprzez stosowanie innego rodzaju chłodziwa (oleje), większą stabilizację temperatury podczas procesu (zimne lub gorące kąpiele), czy też próbując różnego rodzaju kąpeli z odpowiednimi rozpuszczonymi dodatkami w chłodziwie, mającymi wpływać na jakość wykonywanych śrucin [4]. Coraz większy wzrost wydajności powodował konieczność usprawnienia procesu sortowania i eliminowania wadliwych ziaren. Początkowo wystarczało ręczne przesiewanie i sortowanie, później, aby przyspieszyć tę czynność, ustawiano sita z coraz mniejszymi oczkami jedno nad drugim. Kolejnym krokiem było wykorzystanie długiego koryta ustawionego pod kątem, z sekcjami sit o różnej wielkości oczek. Toczące się ziarna wpadały do skrzynek umieszczonych pod sitami. Proces nadal wymagał dużego udziału prac ręcznych i wzrokowej kontroli jakości. Końcowym etapem rozwoju było zastosowanie pojedynczych perforowanych bębnow (lub bębnow siatkowych), lub ich zespołów, które sortowały śrut w sposób ciągły. Wprowadzono również automatyczne odrzucanie wybrakowanych ziaren śrutu.

W latach 50. XIX wieku opracowano metodę Bliemeistera, która polegała na tym, że roztopiony ołów spada z bardzo niewielkiej wysokości (ok. 25 mm) do zbiornika z gorącą wodą, gdzie jest poddawany obrotom i formuje się w śrucinę. Wykorzystuje się tu zjawisko napięcia powierzchniowego ołowiu i siły odśrodkowej. Uformowana kulka spadała następnie do kolejnego niższego zbiornika chłodzącego z niewielkiej wysokości (do 1 m). Metoda ta była przydatna przede wszystkim do produkcji drobnego śrutu [5]. Zwiększenie oczekiwań co do jakości wytwarzanego śrutu wymusiło zarzucenie metody wieżowej i wprowadzenie nowych stopów z bizmutem oraz nowych maszyn mogących podoląć tym oczekiwaniom. Dążono również do zmniejszenia wymiarów linii produkcyjnych, aby uzyskiwać jak najmniejszą produkcję na niewielkiej powierzchni, przy dużej wydajności urządzeń. Część nowych urządzeń nadal wytwarzała śrut ołowiany, jednak wprowadzano stopniowo nowe stopy łatwiejsze do produkcji oraz o lepszych właściwościach balistycznych.

landscapes. No buildings of this kind exist in Poland. The nearest one can be found in Germany, in Berlin's district of Lichtenberg. Interestingly, in the Latvian town of Daugavpils, a shot tower is still in operation (Daugavpils Shot Factory/Daugavpils Skrošu Rūpnīca).

As the method developed, secondary cooling in the reception tank was improved by applying other types of cooling agents (oils), by enhanced temperature stabilization during the process (cold or hot baths) or by experiments involving various kinds of baths with a number of different additives solved in the cooling agent, the purpose of which was to improve shot quality [4]. Increased productivity required improvements in the sorting process and more efficient elimination of defective pellets. Initially manual sieving and sorting was sufficient, but later on a number of sieves with increasingly fine mesh were arranged in a column-like fashion. The next step involved the use of a long trough positioned at an angle with sections of sieves with different mesh sizes. Rolling pellets fell into boxes placed underneath the sieves. However, the process still involved considerable amount of manual labor and visual quality control. The final stage in the technology's development was the use of individual perforated drums (or mesh drums), or alternatively sets of drums, which made it possible to sort pellets in a continuous way. Automatic elimination of defective pellets was introduced as well.

In the 1850s, the Bliemeister method was developed. In this process, molten lead is dripped from a very small height (approx. 25 mm) into a hot water tank, where it is rolled to form pellets. The phenomena of lead surface tension and centrifugal force are used in the process. Formed pellets subsequently fall into another cooling tank from a small height (up to 1 meter). The method was useful first of all in manufacturing fine shot [5]. Increasing expectations regarding shot quality resulted in discarding the tower method and introducing new alloys with bismuth, as well as new machinery that could meet those expectations. Manufacturers also strove to reduce the dimensions of production lines in order to minimize space requirements yet maintaining high production capacity. Some of the new machines continued to produce lead shot, but improved alloys that were easier to process and ensured superior ballistic performance were gradually introduced.

Kolejnym przełomem była wprowadzona we Włoszech metoda wytlaczania śrutu z pręta wykonanego z ołowianego stopu, która umożliwiała produkcję partii śrutu o jednej granulacji i bardzo wąskiej tolerancji wykonania, która dla małych śrucin wynosiła $\pm 0,05$ mm, a grubych $\pm 0,1$ mm [6]. Próbowano również produkcji śrutu z zastosowaniem metod wytwarzania odśrodkowego, w których roztopiony surowiec spadał na szybko wirującą metalową tarczę. Strumień pod wpływem uderzenia ulegał rozbiciu na ziarna, z których stopniowo formowały się kuliste śruciny odrzucane na krawędzie tarczy osłonięte bandami zbiorczymi, skąd staczały się do zbiornika chłodzącego. Wprowadzono także innowacje w postaci produkcji śrutu metodami wytlaczania na zimno i gorąco, prasowania metodą proskową itp.

Wśród nietypowych metod wytwarzania śrutu warto jeszcze wspomnieć o taczakach, choć metoda ta służyła tylko do domowego wywarzania małych ilości śrutu. Zasada jej działania opierała się na tym, że drobne kawałki ołowiu umieszczano między dwiema płaskimi i twardymi metalowymi powierzchniami (często służyły do tego dwie żeliwne patelnie różnej średnicy), gdzie pod wpływem nacisku i równoczesnego ruchu kołowego ziarna nabierały krągłości i gładkości. O tej metodzie można przeczytać zwłaszcza w opracowaniach rosyjskojęzycznych [5–8].

Kolejne udoskonalenia oraz patenty dotyczące produkcji śrutu trwają do chwili obecnej. Na przykład jednym z ostatnich jest Patent Federacji Rosyjskiej nr 2106212, udzielony w 1998 roku [<http://ru-patent.info/21/05-09/2106222.html>]. Zgodnie z Polską Normą PN-V-86003, jakość śrutu myśliwskiego jest wyrażana „wymaganą liczbą przeбитych kartonów” (bez definicji „kartonu”), przy określonej odległości strzału z termostatowanej amunicji. Przebijalność ta jest uzależniona od ciężaru właściwego stopu, twardości śrutu oraz kształtu ziaren [9].

Materiałoznawstwo śrutu

Powszechnie stosowanym surowcem do wyrobu śrutu na przestrzeni kilku wieków był ołów, w postaci czystej lub stopów. Początkowo nie stosowano żadnych dodatków do ołowiu, zadowolając się tym, co uzyskano z bezpośredniego wytopu. W związku z tym, w zależności od miejsca swego pochodzenia, śrut mógł się bardzo różnić właściwościami fizykochemicznymi ze względu na zanieczyszczenia innymi metalami. Wprowadzenie rafinacji ołowiu doprowadziło do likwidacji

Another breakthrough was the method of shot extrusion from a lead alloy rod, introduced in Italy. The method made it possible to manufacture batches of identically sized pellets with very low manufacturing tolerances (± 0.05 mm for fine pellets and ± 0.1 mm for larger ones) [6]. Attempts were also taken at producing shots by means of centrifugal manufacturing, whereby molten material fell on a spinning metal disc. The impact force broke the stream into particles which gradually formed round pellets, ejected to the edges of the disc. The edges were secured with receiving bands that transferred pellets to a cooling tank. Other innovations included cold and hot shot extrusion, powder pressing, etc.

Taking a look at more unusual shot production methods one should mention so-called taczaki, homemade pellets produced in low quantities. In this method, small pieces of lead were placed between two flat, solid metal surfaces (usually two cast-iron pans of different diameters). Subsequently force was applied to the top surface which was simultaneously moved in a circular fashion. Under simultaneous action of pressure and movement the lead pieces became smooth and round. The said method is described in detail first of all in Russian-language literature [5–8].

Shot production improvements and patents continue until today. A recent example is the Russian Federation Patent No. 2106212, awarded in 1998 [<http://ru-patent.info/21/05-09/2106222.html>]. In accordance with the Polish Norm PN-V-86003, the quality of hunting shot is expressed with the “required number of pierced sheets of cardboard” (although “cardboard” itself is not defined), assuming that shot is fired from a predefined distance and ammunition is thermostated. The piercing force depends on the specific gravity of the alloy, shot hardness and pellet shape [9].

Shot materials

For many centuries, shot was made of lead, either pure or in the form of alloys. Originally no additives were used and whatever was smelted was considered satisfactory. As a result, depending on the place of origin of lead, shot could have a variety of physical and chemical properties due to other metals' content. Introduction of lead refining eliminated those differences. It was soon noted that an addition of antimony (Sb) created an alloy that was much harder

tych różnic. Wkrótce zauważono, że dodatek antymonu (Sb) tworzy stop o znacznie wyższej twardości niż czysty ołów. Wprowadzenie metod lania śrutu przez sita doprowadziło do odkrycia, że dodatek arsenu (As) powoduje zwiększenie napięcia powierzchniowego roztopionego ołowiu, przyczyniając się do poprawy jakości produkowanego śrutu przez tendencję do przybierania przez śruciny bardziej kulistego kształtu. Wkrótce powstały dwie standardowe odmiany użytkowe śrutu: miękki i twardy (*hartschrot*). Praktyka wkrótce doprowadziła do ujednoczenia składu stopów śrutowych: dodatek antymonu oscylował w zakresie 3–10%, a arsenu 1–1,5% i był różny w zależności od producenta i przeznaczenia śrutu (wielkości śrucin). Kolejnym udoskonaleniem było wprowadzenie grafitowania powierzchni śrutu (powlekanie śrucin warstwą grafitu przez ich obtaczanie w bębnach), które miało chronić śruciny przed utlenianiem ich powierzchni.

Na przełomie XIX i XX stulecia wprowadzono do powszechnego użytku różne rodzaje materiałów miotających w postaci prochów bezdymnych, które dawały śrucinom większą prędkość wylotową. W związku z tym zaczęto stosować zmienny przekrój lufy w postaci czoków (tzn. zwężenia wylotu lufy kierującego zewnętrzne śruciny ku centrum roju), a to spowodowało, na zasadzie sprzężenia zwrotnego, zarówno zmiany w zakresie metalurgii broni, jak i w składzie śrutu, z uwagi na problem zaolowiania luf i deformacji śrutu podczas wystrzału. Remedium na to okazało się metalizowanie powierzchni śrucin miedzią i/lub niklem metodami galwanicznymi. W drugiej połowie XX wieku przeprowadzone przez biologów i ekologów badania wykazały szkodliwy wpływ ołowiu pochodzącego z amunicji myśliwskiej na środowisko naturalne. Wzmogło to poszukiwanie alternatywnych rozwiązań materiałowych w celu wykonywania śrucin z innych materiałów niż ołów [10].

Początkowo jako alternatywę zaproponowano tani śrut stalowy, mało podatny na zniekształcenia i niemający negatywnego wpływu na środowisko. Jednak ciężar właściwy stopów (ok. 7,8 g/cm³) był znacznie niższy od ołowiu (ok. 11,3 g/cm³) i amunicja, aby osiągnąć parametry zbliżone do amunicji „ołowianej”, musiała mieć silniejsze ładunki miotające, co negatywnie wpływało na konstrukcję broni (większa wytrzymałość na ciśnienie, dłuższa komora nabojeowa).

Kolejną proponowaną alternatywą dla ołowiu był bizmut. Jego zaletą był brak negatywnego wpływu na

than pure lead. When the method of pouring molten lead through sieves was introduced, it made it possible to discover that an addition of arsenic (As) increases molten lead surface tension, thus improving shot quality and making pellets more spherical. Soon two standard varieties of shot were introduced: soft and hard (*hartschrot*). Manufacturing practice soon saw unification of shot alloy compositions: antimony content ranged from 3 to 10%, while arsenic content was 1–1.5%, depending on the manufacturer and the intended use (pellet size). Another improvement involved coating pellets with a layer of graphite by means of drum rolling, thus protecting pellet surface against oxidation.

At the turn of the 19th and 20th centuries a variety of propellants in the form of smokeless powders were developed. They gave pellets higher muzzle velocity. As a result, gun barrels with variable cross-section were introduced (so-called choke, i.e. a tapered constriction of the barrel's bore intended to guide externally positioned pellets towards the center of the shot cloud). This invention triggered a feedback loop which resulted in changes in weapon metallurgy and in shot composition (due to problems with shot deformation and lead deposition inside the barrel). Both problems were solved by galvanic coating of pellet surface with copper and/or nickel. In the 2nd half of the 20th century biologists and environmentalists carried out research indicating negative impact of lead originating from hunting ammunition on the natural environment. As a result, manufacturers intensified efforts aimed at finding alternative materials, other than lead [10].

The first proposed alternative was cheap steel shot. It is little prone to deformation and has no negative impact on the environment. However, the specific gravity of its alloys (approx. 7.8 g/cm³) was much lower than that of lead (approx. 11.3 g/cm³). As a result, to ensure performance comparable to lead ammunition, steel projectiles required much stronger propellant charges, which negatively affected gun designs (greater resistance to pressure, longer chamber).

Bismuth was another proposed alternative to lead. Its advantages included lack of environmental impacts and specific gravity comparable to lead (9.8 g/cm³). Its key disadvantage was its high

środowisko oraz ciężar właściwy zbliżony do ołowiu ($9,8 \text{ g/cm}^3$), natomiast wadą była wysoka cena. Ze względu na właściwości toksyczne odrzucono stopy oparte na cynku. Niestety na terenie Europy można czasami spotkać w sprzedaży śrut cynkowy, ponieważ jego stosowanie nie jest zakazane. Przełom XX i XXI wieku to już prawdziwy wyścig materiałowy, aby uzyskać „zieloną” amunicję o parametrach zbliżonych do starej amunicji ołowianej przy dostępnej cenie jej zakupu. Interesująca okazała się zwłaszcza możliwość zastosowania wolframu (ciężar właściwy $19,3 \text{ g/cm}^3$) w różnego rodzaju stopach i kompozytach.

Amerykańska służba *US Fish and Wildlife Service* podaje następujący skład najczęściej spotykanych rodzajów śrutu „ekologicznego”: 97% Bi + 3% Sn, 98% Fe + 2% C, > 1% Fe + W do 100%, > 1% Fe + 40% Ni + W do 100%, 51,1% W + 44,4% Cu + 3,9% Sn + 0,6% Fe, 60% W + 35,1% Sn + 3,9% Sn + 1% Fe, 40–76% W + 10–37% Fe + 9–16% Cu + 5–7% Ni, 95,5–95,9% W + 4,1–4,5% polimer (nylon), W + Sn + Fe albo Sn (w dowolnych proporcjach), 65% W + 21,8% Sn + 10,4% Fe + 2,8% Ni, 41,5–95,2% W + 1,5–52% Fe + 3,5–8,0% polimer (teflon).

Kolejną alternatywą był śrut wykonany z tworzywa sztucznego o właściwościach twardej gumy, który znalazł zastosowanie głównie w specjalnej amunicji obezwładniającej. Fabryka Amunicji Myśliwskiej Fam-Pionki w Pionkach miała w swoim asortymencie amunicji specjalnej taki śrut, a w zasadzie loftki o średnicy 7 mm. Stosowane były one w amunicji specjalnej Rój. Loftki były wykonane z gumy w kolorze czarnym, masa jednej śruciny wynosiła 0,45 g, ładunek zawierał 15–16 loftek. Ze względu na niską celność i związane z tym ryzyko rażenia pobocznych celów oraz niską siłę obezwładniającą ($E_k = 8 \text{ J}$) przy minimalnym dystansie strzału (10 m) amunicję tę wycofano z użycia. Wprowadzony na rynek cywilny śrut gumowy miał w odróżnieniu od amunicji specjalnej kolor zielony i występował w amunicji pod nazwą Loftka Gumowa.

Kształt i wielkość śrucin

Typowa śrucina ma kształt kulki, ale od tej reguły zdarzają się znamienne wyjątki. Jednym z nich jest śrut kubiczny, innym „podzielone” śruciny w kształcie ziarenek kawy lub amunicja strzałkowa (*flechette*). Elementy miotane w takiej amunicji mają kształt drobnych, miniaturowych strzałek i podobnie jak w przypadku śrucin wielokrotnie rażą cel za pomocą

price. Zinc alloys were rejected on the grounds of their toxic properties. Unfortunately, zinc shot are sometimes commercially available in Europe, because they are not formally banned. The turn of the 20th and 21st centuries has seen a true material race whose contestants have been trying to develop affordable “green” ammunition with parameters comparable to those of old lead ammunition. A particularly interesting option is the use of tungsten (specific gravity of 19.3 g/cm^3) in various alloys and composite materials.

The US Fish and Wildlife Service lists the following composition of most common types of “green” shot: 97% Bi + 3% Sn, 98% Fe + 2% C, > 1% Fe + W to 100%, > 1% Fe + 40% Ni + W to 100%, 51.1% W + 44.4% Cu + 3.9% Sn + 0.6% Fe, 60% W + 35.1% Sn + 3.9% Sn + 1% Fe, 40–76% W + 10–37% Fe + 9–16% Cu + 5–7% Ni, 95.5–95.9% W + 4.1–4.5% polymer (nylon), W + Sn + Fe or Sn (in any proportions), 65% W + 21.8% Sn + 10.4% Fe + 2.8% Ni, 41.5–95.2% W + 1.5–52% Fe + 3.5–8.0% polymer (teflon).

Another alternative was shot made from a plastic material with properties typical for rigid rubber. It is used mostly in special-purpose non-lethal ammunition. One of the suppliers of such shot was the Hunting Ammunition Factory Fam-Pionki in Pionki, Poland. It manufactured 7 mm pellets used in special ammunition known as Rój (Polish for “swarm”). The pellets were made of black rubber and weighted 0.45 g each. One cartridge contained 15–16 pellets. Due to low accuracy and the related risk of hitting unintended secondary targets as well as low impact force ($E_k = 8 \text{ J}$) with minimum firing distance (10 m) the ammunition is no longer used. Unlike special ammunition, commercially available rubber shot were green and were sold as Loftka Gumowa (“rubber buckshot”).

Pellet shapes and sizes

A typical pellet has the shape of a ball, but notable exceptions exist. One of them is cubic shot, others include “split” pellets in the shape of coffee beans or pointed projectiles (*flechets*). In *flechets*, ejected elements have the shape of miniature arrows and – not unlike pellets – hit the target in the pattern of a cloud. Ammunition of this type is mostly used for military purposes and is considered

roju (wiązki, chmurki). To amunicja głównie o zastosowaniu militarnym, która uważana jest za niehumanitarną. Loftki nacięte na cztery ćwiartki nosiły nazwę gлотów, a masywne calowe (ok. 25 mm) walce ołowiane osadzone na stalowym krążku (przodek pocisków Brenneke) – pieńków [11].

Tolerancja średnicy poszczególnych śrucin zależy od producenta oraz metody wytwarzania. Najmniej dokładne jest użycie technik grawitacyjnych. Śrut myśliwski często jest charakteryzowany albo poprzez podanie ilości śrucin zawartych w uncji (28,35 g) śrutu o określonej średnicy ziaren, albo poprzez podanie wagi pojedynczej śruciny w gramach lub, zgodnie z terminologią anglosaską, w granach (ang. *grains*, 1 *grain* = 64,7989 mg) (tabela I). Producenci amunicji nie używali do opisywania ładunku naboju dokładnej przeciętnej średnicy ziaren, przeliczonej z cali na milimetry, lecz podawali wartość zaokrągloną (np. zamiast 2,54 mm – 2,5 mm, zamiast 2,79 mm – 2,75 mm czy zamiast 3,05 mm – 3 mm). W tabeli I dodatkowo zawarto dane o liczbie ziaren w uncji śrutu stalowego, który dawniej prawie w ogóle nie był stosowany (poza okresem I i II Wojny Światowej, kiedy to obowiązywała reglamentacja surowców strategicznych, w tym ołowiu).

non-humanitarian. Other alternative shapes include buckshot notched into four quarters known as glots, and massive one-inch (approx. 25 mm) lead cylinders set on a steel disc (predecessors of Brenneke slugs) [11].

Pellet diameter tolerance depends on the manufacturer and the manufacturing method. Gravitational techniques are the least accurate. Hunting shot is often characterized by means of either the number of pellets of the same diameter per ounce (28.35 g) of shot or the weight of a single pellet (expressed in grams or – in Anglo-Saxon terminology – in grains, where 1 grain = 64.7989 mg) (Table I). Traditionally, when describing projectiles, ammunition manufacturers did not specify the exact average pellet diameter recalculated from inches to millimeters, but instead provided rounded values (e.g. 2.5 mm instead of 2.54 mm, 2.75 mm instead of 2.79 mm, or 3 mm instead of 3.05 mm). Table I additionally provides information about pellet quantity per ounce of steel shot, which was hardly ever used in the past (except for World War 1 and World War 2 periods, when the availability of strategic materials (including lead) was limited).

Tabela I. Masa śruciny oraz liczba śrucin w uncji śrutu

Table I. Pellet weight and number of pellets per ounce

Nominalna średnica śruciny (mm) Nominal pellet diameter (mm)	Nominalna średnica śruciny (cal) Nominal pellet diameter (in)	Średnia masa jednej śruciny g (gran) Average pellet weight in grams g (grain)	Średnia liczba śrucin w uncji śrutu ze stopu ołowiu i stali (w nawiasie) (1 oz = 28,35 g) Average number of pellets per ounce of lead (steel) shot (1 oz = 28.35 g)
1,02	0,04	0,006 (0,09)	4725 (628)
1,14	0,045	0,008 (0,12)	3544 (4713)
1,27	0,05	0,011 (0,17)	2577 (3428)
1,52	0,06*	0,019 (0,29)	1492 (1985)
1,78	0,07	0,030 (0,46)	945 (1257)
1,91	0,075	0,037 (0,57)	766 (1019)
2,03	0,08	0,045 (0,69)	630 (838)
2,16	0,085	0,054 (0,85)	525 (698)
2,29	0,09	0,064 (0,99)	443 (589)
2,31	0,091	0,066 (1,02)	430 (571)
2,41	0,095	0,075 (1,15)	378 (503)
2,54	0,10	0,086 (1,35)	330 (438)

Tabela I. Ciąg dalszy
Table I. Continued

Nominalna średnica śruciny (mm) Nominal pellet diameter (mm)	Nominalna średnica śruciny (cal) Nominal pellet diameter (in)	Średnia masa jednej śruciny g (gran) Average pellet weight in grams g (grain)	Średnia liczba śrucin w uncji śrutu ze stopu ołowiu i stali (w nawiasie) (1 oz = 28,35 g) Average number of pellets per ounce of lead (steel) shot (1 oz = 28.35 g)
2,59	0,102	0,093 (1,43)	305 (405)
2,79	0,11	0,116 (1,79)	244 (326)
3,05	0,12	0,152 (2,34)	187 (248)
3,30	0,13	0,192 (2,96)	148 (196)
3,43	0,135	0,216 (3,33)	131 (175)
3,56	0,14	0,241 (3,72)	118 (157)
3,81	0,15	0,296 (4,56)	96 (127)
3,94	0,155	0,327 (5,06)	87 (115)
4,06	0,16	0,358 (5,52)	79 (105)
4,32	0,17	0,431 (6,65)	66 (88)
4,45	0,175	0,471 (7,27)	60 (80)
4,49	0,177	0,484 (7,46)	59 (78)
4,57	0,18	0,510 (8,87)	56 (74)
4,83	0,19	0,602 (9,29)	47 (63)
4,95	0,195	0,648 (10,00)	44 (58)
5,08	0,20	0,700 (10,80)	41 (54)
5,21	0,205	0,756 (11,66)	38 (50)
5,33	0,21	0,809 (12,48)	35 (47)
5,46	0,215	0,870 (13,42)	33 (43)
5,59	0,22	0,933 (14,40)	30 (40)
5,84	0,23	1,064 (16,42)	27 (35)
6,10	0,24	1,213 (18,72)	23 (31)
6,35	0,25	1,368 (21,11)	21 (28)
6,60	0,26*	1,536 (23,70)	19 (25)
6,86	0,27	1,725 (26,62)	16 (22)
6,99	0,275	1,825 (28,16)	16 (21)
7,11	0,28*	1,920 (29,63)	15 (20)
7,37	0,29*	2,139 (33,01)	13 (18)
7,62	0,30	2,364 (36,48)	12 (16)
7,75	0,305	2,487 (38,38)	11 (15)
7,87	0,31	2,604 (40,19)	11 (15)
8,13	0,32	2,871 (44,30)	10 (13)
8,38	0,33	3,144 (48,52)	9 (12)
8,64	0,34*	3,446 (53,17)	8 (11)
8,89	0,35*	3,753 (57,92)	8 (10)
9,02	0,355	3,921 (60,50)	7 (10)
9,14	0,36	4,079 (62,95)	7 (9)
9,40	0,37*	4,437 (68,48)	6 (9)
9,65	0,38	4,801 (74,09)	6 (8)

*Śrut rzadko stosowany

*Pellet rarely used

Ładunek śrutowy

Oprócz śrucin w ładunku spotyka się czasami wypełniacz w postaci drobnych kuleczek lub ziaren („kaszki”) z wosków polimerowych, których zadaniem jest amortyzacja ziaren śrutu w ładunku podczas transportu i wystrzału. W przypadku śrutu zapieczonego z „kaszką” biegły może popełnić błąd w ocenie odległości strzału, ponieważ ziarenka „kaszki” po wbiciu się w skórę powodują wybroczyny i stan zapalny, co przypomina „tatauz prochowy”. Jednocześnie warto wiedzieć, że dolatują one na znacznie większą odległość niż niedopalone ziarna prochu. Pamiętając o tym, biegły ustalający odległość postrzału śrutem na podstawie dokumentacji fotograficznej powinien poprosić lekarza sądowego o dostarczenie wbitych w skórę ofiary ziarenek, aby ocenić pod mikroskopem, z czym ma do czynienia. Czasem ładunek śrutu jest zanurzony w gęstej cieczy, najczęściej syntetycznej żywicy o bardzo dużej lepkości, co ma przeciwdziałać rozpraszaniu jego wiązki (amunicja Shot-Lok Winchester). W amunicji nowego typu przy zastosowaniu materiałów „ekologicznych” oprócz śrucin można znaleźć drobne płaskie nasiona roślinne. Stanowią one bufor i wypełniacz, który ma chronić śruciny przed uszkodzeniem podczas zawijania lub zamykania łuski (dlatego znajdują się na samej górze) i ograniczają tzw. grzechotanie podczas transportu. Zapobiega to też uszkodzaniu powłoki ochronnej na śrucinach. Zgodnie z ustną tradycją już w XVIII i XIX wieku na obszarze wokół Morza Karaibskiego wykorzystywano jako śrut nasiona paciorecznika indyjskiego (*Canna indica* L.) zwanego potocznie „śrutem indyjskim” (ang. *Indian Shot*), którego ziarna były w miarę okrągłe, twarde i wielkością odpowiadały ziarnom śrutu BB. Podobne wzmianki dotyczą wysuszonych ziaren pieprzu. Nie wiadomo, na ile wynalazki te powszechnie stosowano, jednak gdy nie było dostępnego śrutu ołowianego, twarde nasiona roślinne mogły pełnić, na niewielką odległość, rolę śmiertelnej amunicji, zwłaszcza w rękach królujących na tamtych wodach piratów, rozwiązując ich problemy z zaopatrzeniem w typowy śrut ołowiany.

Szczególnym przykładem jest śrut samodiałowy, pod którego pojęciem można rozumieć ładunek „śrutu” będący przeróbką oryginalnego ładunku lub wykonany własnoręcznie w celu zwiększenia skuteczności, względnie oddziaływania na cel (w mniemaniu konstruktora). Trudno tu opisać pomysłowość autorów takich wynalazków, ale można wymienić, spotykane w kryminalistyce, obcięte główki gwoździ, kulki do lo-

Cartridge content

Apart from pellets, cartridges sometimes include a filler material consisting of very fine balls or grains made of polymer wax. Its purpose is to protect pellets during transportation and firing. In the case of pellets secured in this way, forensic experts must take care not to misjudge the firing distance because wax grains that penetrate the skin cause petechia and inflammation that resembles “powder tattoo”. Simultaneously it should be remembered that wax grains travel much further than powder particles. Bearing that in mind, a forensic expert assessing firing distance on the basis of photographs should ask for samples of particles extracted from the victim’s skin for microscopic evaluation. Sometimes the empty space between shot pellets is filled with a spread-reducing thick liquid (usually high-viscosity synthetic resin) (SHOT-LOK Winchester ammunition). In newer ammunition, “sustainable” materials are used not only for pellets, but also as a filler (fine, flat plant seeds). Such seeds protect pellets against damage during shell closure (which is why they are located at the very top) and reduce “rattling” during transportation. In addition, they prevent protective pellet coating against damage. According to oral tradition, *canna indica* seeds were used as shot pellets in the Caribbean Sea area already in the 18th and 19th centuries. The plant, commonly referred to as Indian shot, has fairly round, hard grains whose size corresponded to BB pellets. Similar accounts mention the use of black pepper. It is impossible to say how common such inventions were, but – in the absence of lead shot – hard plant seeds could indeed be lethal if fired from a small distance. They were particularly useful to pirates who ruled those waters, because they solved their problems with lead shot supply.

Another noteworthy example is tuned shot. The term includes both pellets made from original shot or fully homemade pellets. The (intended) purpose of shot tuning is to improve performance and/or impact on target. It is rather difficult to describe all ideas conceived by the authors of such inventions but surely one needs to mention those that are most commonly seen by forensic experts: cut off nail heads, bearing balls, small nuts, small nails (their action resembles that of flechettes), drilled-

żysk tocznych, drobne nakrętki, małe gwoźdźki (które mają działanie podobne do amunicji strzałkowej), przewiercone lofki nawleczone na drut, względnie metalowy łańcuszek lub jego krótkie odcinki.

Interesujące opracowanie tematyki śrutu samodzielnego można znaleźć w monografii J. Kasprzaka z 2013 r. [12].

Metody napełniania łuski śrutem myśliwskim

Śrut najczęściej odważa się, ale w domowej elaboracji także nabiera się objętościową miarką lub odlicza śruciny. W starszych, tradycyjnych papierowych nabojach śrut zwykle był umieszczany między wojłokową natłuszczoną przybitką (korkiem), czasami z dodatkową tekturową przekładką (przybitką), a czasami bez – a zatyczką (zasłepką). Sporządzano z niego jedną grubą warstwę lub kilka cieńszych, oddzielające tekturowymi przekładkami [13, 14]. Po umieszczeniu na powierzchni śrutu zatyczki z informacją o jego rodzaju (czasami były to miniaturowe dzieła sztuki graficznej) krawędź papierowej łuski (zwykle 5 mm) była zagniatana (walcowana) w kierunku osi naboju ręcznym przyrządem lub obrotową walcarką. W nowych, elaborowanych maszynowo nabojach, z łuskami z tworzyw sztucznych, śrut jest wciskany do wnętrza łuski w plastikowym koszyczku („separatorze”, „koncentratorze”, „kieliszku” – spotyka się różne nazwy tego pojemnika) lub w postaci walca śrutu zapieczzonego w plastikowej „kaszce”, a łuska „zagniatana” jest na gorąco bez zasłepki, tworząc charakterystyczny wzór gwiazdki; w takich przypadkach informacja o śrucie jest nadrukowywana na łusce.

Przypuszczalnie dla zwiększenia powtarzalności strzałów podczas elaboracji naboju nie stosowano dowolnej naważki śrutu, w podanych widelkach, lecz ściśle określone. Śrut był odważany lub odmierzany specjalną miarką objętościową, albo (w przypadku dużej średnicy ziaren) – odliczany (tabela II). Dla wygody myśliwych czyniących zakupy elementów składowych potrzebnych do elaboracji, wytwórcy śrutu podawali, ile ładunków danego kalibru można było sporządzić z funta śrutu o określonej średnicy ziaren (tabela II). W przypadku stosowania śrutu stalowego określona naważka zajmuje większą objętość i wtedy stosowano niższe przybitki (korki) albo dłuższe koszyczki (kieliszki). Ilość śrucin w ładunku śrutu znacznie się różni w zależności od naważki śrutu, a ona z kolei zależy głównie od kalibru naboju (tabela III).

through buckshot threaded on a wire, small metal chains or their pieces.

An interesting report on tuned shot pellets can be found in J. Kasprzak's monograph of 2013 [12].

Methods of filling the cartridge with hunting shot

Pellets are usually weighted, but in homemade production they can be scooped with a measuring spoon or counted. In older, traditional paper cartridges pellets were usually inserted between the greased felt wad (sometimes including an additional cardboard disc) and the retaining disc. Pellets would form a single thick layer or a number of thinner layers separated with cardboard discs [13, 14]. Once pellets were inserted, the retaining disc was installed at the top of the cartridge. It bore information about the cartridge type (sometimes in the form of miniature graphical art). Subsequently, the edge of the cardboard cylinder (usually 5 mm) was rolled inwards, either using a manual tool or a rolling mill. In new, machine-made cartridges with plastic shells, pellets are pressed into the shell in a plastic cup (referred to as a “separator”) or in the form of a cylinder of pellets kept together by molten plastic. In the latter case, the shell is crimped without the retaining disc, thus forming the characteristic star pattern. Pellet information will then be printed on the shell.

It is likely that in order to improve firing repeatability, the shot weight was strictly determined (rather than any random value within the allowed range). Pellets were weighted or measured with a special volume measuring vessel. In the case of large-diameter shot, pellets were simply counted (see Table II). For the convenience of hunters purchasing materials necessary for cartridge-making, shot manufacturers stated the number of cartridges that could be filled using one pound of pellets of a given diameter (Table II). In the case of steel shot, weighted portion takes more space, which is why either shorter wads or longer cups were used. The number of pellets per cartridge differs considerably depending on shot weight, and shot weight depends mostly on cartridge caliber (Table III).

Tabela II. Naważki śrutu myśliwskiego w różnych kalibrach wagomiarowych [15–17 oraz skompilowane z różnych źródeł internetowych]**Table II.** Shot weight in various gauge gun calibers [15–17 and a compilation of various online sources]

Ładunek (g) Charge (g)	Ładunek w uncjach 1 uncja (oz) = 28,35 g Charge in ounces 1 ounce (oz) = 28.35 g	Ilość ładunków z jednego funta śrutu 1 funt = 16 oz = 453,5924 g No. of charges per one pound of shot 1 pound = 16 oz = 453.5924 g	Naważka typowa dla kalibru (najczęściej stosowana oznaczona tłustym drukiem) Weighted portion typical for a given caliber (most common values in bold type)
8,859	$\frac{5}{16}$	51	36
12,403	$\frac{7}{16}$	37	36
14,175	$\frac{1}{2}$	32	32, 36
15,947	$\frac{9}{16}$	28	28, 32, 36
17,719	$\frac{5}{8}$	26	28, 32, 36
21,263	$\frac{3}{4}$	21	24, 28
23,034	$\frac{13}{16}$	19	24
23,920	$\frac{27}{32}$	19	20, 24
24,806	$\frac{7}{8}$	18	16, 20 , Collath 4
26,578	$\frac{15}{16}$	17	16, 18, 20
28,350	1	16	16 , „20 magnum”, Collath 3
30,122	$1\frac{1}{16}$	15	14, 16
31,894	$1\frac{1}{8}$	14	14 , Collath 2, 12
33,666	$1\frac{3}{16}$	13	14, 12
35,438	$1\frac{1}{4}$	13	Collath 1, 10, 12
38,981	$1\frac{3}{8}$	11	12
42,525	$1\frac{1}{2}$	10	10, 12
48,613	$1\frac{3}{4}$	9	Collath 0, 10 , 12
51,975	$1\frac{5}{6}$	9	8, 10, 12
56,700	2	8	8 , 10
63,788	$2\frac{1}{4}$	7	4, 8, 10
70,875	$2\frac{1}{2}$	6	4
113,400	4	4	4

Należy pamiętać, że dane zawarte w tabelach II i III mogą ulec zmianie (nawet do 6% w górę lub 15% w dół), jeżeli do produkcji śrutu użyto czystego ołowiu lub innego stopu poza standardowym (za stop standardowy autorzy uważają zawierający 90% ołowiu i 10% antymonu).

Dane liczbowe zawarte we wszystkich trzech tabelach były, w miarę możliwości, weryfikowane poprzez porównanie różnych źródeł oraz obliczenia własne autorów.

Numeracja śrutu

We wszystkich, z wyjątkiem szwajcarskiego, systemach numeracji śrutu została zachowana logika

It needs to be remembered that figures presented in Tables II and III will change (by as much as 6% up or 15% down) if pellets are made of pure lead or a non-standard alloy (the authors consider an alloy to be standard if it contains 90% lead and 10% antimony).

To the widest extent possible, all figures from all three tables were verified by comparing different sources and by the authors' own calculations.

Shot nomenclature

All nomenclature systems (except for the Swiss system) reflect the pound measurement logic: the

Tabela III. Ilość śrucin w ładunku w zależności od naważki i średnicy śrutu (90% Pb + 10% Sb 10,2 g/cm³) [15, 16 oraz skompilowane z różnych źródeł internetowych]
Table III. Number of pellets per cartridge depending on shot weight and diameter (90% Pb + 10% Sb 10.2 g/cm³) [15, 16 and a compilation of various online sources]

Śrut (Ø) cal i	Naważka w uncjach (oz), gramach oraz kaliber dla którego jest najczęściej stosowana Weighted portion in ounces (oz) and grams and the caliber with which it is most commonly used																							
	5/16 oz 36	7/16 oz	1/2 oz 32	9/16 oz 28	5/8 oz 24	3/4 oz 20	13/16 oz 24	27/32 oz 20	7/8 oz 20	15/16 oz 20	1 oz 16	17/16 oz 14	9/8 oz 14	19/16 oz 12	5/4 oz 12	11/8 oz 10	3/2 oz 10	7/4 oz 10	11/6 oz 8	2 oz 8	9/4 oz 8	5/2 oz 4	4 oz 4	
.04	1477	2067	2363	2658	2953	3544	3839	3987	4134	4430	4725	5020	5316	5611	5906	6497	7088	8102*	8663*	9450*	10631	11813	18900*	
.045	1107	1550	1772	1993	2215	2658	2879	2990	3101	3322	3544	3765	3987	4208	4430	4998	5316	6077*	6497*	7088*	7974*	8859*	14234*	
.05	805	1128	1289	1450	1611	1933	2094	2175	2255	2416	2577	2738	2900	3061	3222	3544	3865	4419*	4725*	5155*	5799*	6443*	10327*	
.06	466	653	746	839	933	1119	1212	1259	1306	1399	1492	1585	1679	1772	1865	2052	2238	2559	2736*	2984*	3357*	3730*	5968*	
.07	295	413	473	532	591	709	768	797	827	886	945	1004	1063	1122	1181	1299	1418	1620	1733*	1890*	2126*	2363*	3780*	
.075	239	335	383	431	479	575	623	647	670	718	766	814	862	910	958	1053	1149	1314	1405*	1532*	1724*	1916*	3065*	
.08	197	276	315	354	394	473	512	532	551	591	630	669	709	748	788	866	945	1080	1155	1160*	1418*	1575*	2520*	
.085	164	230	263	295	328	394	427	443	459	492	525	558	591	623	656	722	788	900	963	1050*	1181*	1313*	2100*	
.09	138	194	222	249	277	332	360	374	388	415	443	471	498	526	554	609	665	760	812	886*	997*	1107*	1772*	
.091	134	188	215	242	269	322	349	362	376	403	430	456	483	510	537	591	644	737	788	859	967*	1074*	1718*	
.095	118	165	189	213	236	284	307	319	331	354	378	402	425	449	473	520	567	648	693	756	851	945*	1512*	
.10	103	144	165	185	206	247	268	278	288	309	330	350	371	392	412	481	495	565	604	659	742	824	1319*	
.102	95	133	152	171	191	229	248	257	267	286	305	324	343	362	381	419	457	523	559	610	686	762	1219	
.11	76	107	122	138	153	183	199	206	214	229	244	260	275	290	306	336	367	419	448	506	550	611	978	
.12	58	82	93	105	117	140	152	157	163	175	187	198	210	222	233	257	280	320	342	373	420	466	746	
.13	46	65	74	83	92	111	120	125	129	138	148	157	166	175	185	203	222	253	271	295	332	369	591	
.135	41	57	66	74	82	98	107	111	115	123	131	140	148	156	164	181	199	225	241	263	295	328	525	
.14	37	52	59	66	74	88	96	99	103	110	118	125	132	140	147	162	176	202	216	235	265	294	471	



Tabela III. Ciąg dalszy
Table III. Continued

Śrót (Ø) cal i mm Pellet (Ø) inch and mm	Naważka w uncjach (oz), gramach oraz kaliber dla którego jest najczęściej stosowana Weighted portion in ounces (oz) and grams and the caliber with which it is most commonly used																							
	5/16 oz 8,859g 36	7/16 oz 12,403g	1/2 oz 14,175g 32	9/16 oz 15,947g	5/8 oz 17,719g 28	3/4 oz 21,263g 24	13/16 oz 23,034g	27/32 oz 23,920g	7/8 oz 24,806g 20	15/16 oz 26,576g	1 oz 28,350g 16	17/16 oz 30,122g	9/8 oz 31,894g 14	19/16 oz 33,666g	5/4 oz 35,438g 12	11/8 oz 38,981g	3/2 oz 42,525g	7/4 oz 48,613g 10	11/6 oz 51,975g	2 oz 56,700g 8	9/4 oz 63,788g	5/2 oz 70,875g	4 oz 113,400g 4	
.15																								
3,81	30	42	48	54	60	72	81	84	90	96	102	108	114	120	132	144	164	176	192	216	239	383		
.155																								
3,94	27	38	43	49	54	65	73	76	81	87	92	98	103	108	119	130	149	159	173	195	217	347		
.16																								
4,06	25	35	40	45	50	59	67	69	74	79	84	89	94	99	109	119	136	145	158	178	198	317		
.17																								
4,32	21	29	33	37	41	49	53	56	58	62	66	70	74	78	82	90	99	113	121	132	148	164	263	
.175																								
4,45	19	26	30	34	38	45	51	53	56	60	64	68	72	75	83	90	103	110	120	135	151	241		
.177																								
4,49	18	25	29	33	37	44	48	49	51	55	59	62	66	70	73	81	88	100	107	117	132	146	234	
.18																								
4,57	17	24	28	31	35	42	45	47	49	52	56	59	63	66	70	76	83	95	102	111	125	139	222	
.19																								
4,83	15	21	24	27	29	35	38	40	41	44	47	50	53	56	59	65	71	81	86	94	106	118	188	
.195																								
4,95	14	19	22	25	27	33	36	37	38	41	44	47	49	52	55	60	66	75	80	88	98	109	175	
.20																								
5,08	13	18	20	23	25	30	33	34	35	38	41	43	46	48	51	56	61	70	73	81	91	101	162	
.205																								
5,21	12	16	19	21	23	28	31	32	33	35	38	40	42	45	47	52	56	64	69	75	84	94	150	
.21																								
5,33	11	15	18	20	22	26	29	30	31	33	35	37	39	42	44	48	53	60	64	70	79	88	140	
.215																								
5,46	10	14	16	18	20	24	27	28	29	31	33	35	37	39	41	45	49	56	60	65	73	82	130	
.22																								
5,59	10	13	15	17	19	23	25	26	27	29	30	32	34	36	38	42	46	52	56	61	68	76	122	
.23																								
5,84	8	12	13	15	17	20	22	23	23	25	27	28	30	32	33	37	40	46	49	53	60	67	107	
.24																								
6,10	7	10	12	13	15	18	19	20	21	22	23	25	26	28	29	32	35	40	43	47	53	58	94	
.25																								
6,35	7	9	10	12	13	16	17	18	18	19	21	22	23	25	26	29	31	36	37	42	47	52	83	
.26																								
6,60	6	8	9	10	12	14	15	16	16	17	19	20	21	22	23	25	28	32	34	37	42	46	74	

Tabela III. Ciąg dalszy
Table III. Continued

Śręt (Ø) cal i mm Pellet (Ø) inch and mm	Naważka w uncjach (oz), gramach oraz kaliber dla którego jest najczęściej stosowana Weighted portion in ounces (oz) and grams and the caliber with which it is most commonly used																							
	5/16 oz 8,859g 36	7/16 oz 12,403g 32	1/2 oz 14,175g 32	9/16 oz 15,947g 32	5/8 oz 17,719g 28	3/4 oz 21,263g 24	13/16 oz 23,034g 24	27/32 oz 23,920g 20	7/8 oz 24,806g 20	15/16 oz 26,578g 16	1 oz 28,350g 16	17/16 oz 30,122g 14	9/8 oz 31,894g 14	19/16 oz 33,666g 12	5/4 oz 35,438g 12	11/8 oz 38,981g 12	3/2 oz 42,525g 10	7/4 oz 48,613g 10	11/6 oz 51,975g 8	2 oz 56,700g 8	9/4 oz 63,788g 8	5/2 oz 70,875g 8	4 oz 113,400g 4	
.27																								
6,86	5	7	8	9	10	12	13	14	14	15	16	18	19	20	21	23	25	28	30	33	37	41	66	
.275																								
6,99	5	7	8	9	10	12	13	13	14	15	16	17	18	19	19	21	23	27	29	31	35	39	62	
.28*																								
7,11	5	7	7	8	9	11	12	13	13	14	15	16	17	18	19	20	22	25	27	30	33	37	59	
.29*																								
7,37	4*	6	7	8	8	10	11	11	12	12	13	14	15	16	17	18	20	23	24	27	30	33	53	
.30																								
7,62	4*	5	6	7	8	9	10	10	11	11	12	13	14	14	15	17	18	21	22	24	27	30	48	
.305																								
7,75	4*	5	6	6	7	9	9	10	10	11	11	12	13	14	14	16	17	20	21	23	26	29	46	
.31																								
7,87	3*	5	5	6	7	8	9	9	10	10	11	12	12	13	14	15	16	19	20	22	25	27	44	
.32																								
8,13	3*	4*	5	6	6	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	14	15	17	18	20	22	25	40	
.33																								
8,38	3*	4*	5	5	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	14	16	18	18	20	23	36	
.34*																								
8,64	3*	4*	4*	5	5	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11	12	14	15	17	19	21	33	
.35*																								
8,89	2*	3*	4*	4*	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	11	13	14	15	17	19	30	
.355																								
9,02	2*	3*	4*	4*	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	11	12	13	15	16	18	29	
.36																								
9,14	2*	3*	4*	4*	4*	5	6	6	6	7	7	7	8	8	9	10	10	12	13	14	16	17	28	
.37																								
9,40	2*	3*	3*	4*	4*	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	10	11	12	13	14	16	26	
.38																								
9,65	2*	3*	3*	3*	4*	4*	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	9	10	11	12	13	15	24	

*zwykle nie stosowano
*normally not used



Tabela IV. Numeracja śrutu myśliwskiego [6, 7, 10, 11, 14, 18–22]
 Table IV. Hunting shot nomenclature [6, 7, 10, 11, 14, 18–22]

Nominalna średnica śruciny (mm) Rated pellet diameter (mm)	Średnica śruciny (cal) Pellet diameter (in)	Numeracja/Nomenclature											Kolor łuski lub zaślepki (kod kolorów nie jest powszechnie obowiązujący) Shell or retaining disc color (color coding is not universally applied)	Przeznaczenie śrutu Intended use			
		powszechnie przyjęta w UE, łącznie z Polską po 2004 roku, wcześniej niemiecka i hiszpańska (including Poland) since 2004. Previously: German and Spanish	amerykańska i szwedzka	angielska i norweska	polka 1823–1939 i rosyjska po 1918 roku	rosyjska (carska) i warszawska przed 1918 (kursywa oznaczono śrutem sosnowiecki)	Russian (Tsar's) and Warsaw before 1918 (items in italics refer to Sosnowiec shot)	polka (1945–2004)	cesarstwa Austro-Węgier Austro-Hungary	hiszpańska i francuska (ogólna i regionalna) („Paris” oznacza numerację ogólnofrancuską, wcześniejszą tylko w Paryżu i Rouen) Spanish and French (general and regional) („Paris” means general only in Paris and Rouen)	belgijska i holenderska	szwajcarska			duńska	Włoska	
1,02	0,04	*14		D	15												
1,14	0,045	*13		D*											13		
1,27	0,05	*12	12	12	14									12*	12		
1,52*	0,06*	*11	11	11* (dawniej 10) (previously 10)	13	10	16							11	11		skowronki lark
1,78	0,07	*10	10	10	12	9	15*		cc (Paris, Lyon, Bordeaux, Toulouse: 10, Marseille: 12)					10*	10		wróble sparrow
1,91	0,075	9 1/2* 9,5*	9 1/2*	9 1/2* (dawniej 8) (previously 8)	10	10											szpak* starling*
2,03	0,08	9	9	9	11	8	14		c (Paris, Lyon, Bordeaux, Toulouse: 9, Marseille: 11)					9	9 1/2*		przeziórki, drozdy, derkacze, kszuki, szpaki quail, mocking bird, corn crane, snipe, starling
2,16	0,085	8 1/2* 8,5*	8 1/2*	8 1/2*											9*		j.w. przy wietrze* same as above, in windy conditions*
2,29	0,09	8	8	8	10	7	13*		1 (Paris, Toulouse: 8, Marseille: 10, Lyon: 8P)					8	8 1/2*		przeziórki, gołębie, derkacze, bekasy, kurki wodne, sieweczki, brodzie, turkawki, ostrygojady quail, pigeon, corn crane, sandpiper, moorhen, plover, redshank, turtle dove, oystercatcher

Tabela IV. Ciąg dalszy
Table IV. Continued

Nominalna średnica śruciny (mm) Rated pellet diameter (mm)	Średnica śruciny (cale) Pellet diameter (in)	Numeracja/Nomenclature										Kolor łuski lub zaślepki (kod kolorów nie jest powszechnie obowiązujący) Shell or retaining disc color (color coding is not universally applied)	Przeznaczenie śrutu Intended use			
		powieszchnie przyjęta w UE, łącznie z Polską po 2004 roku, wcześniej niemiecka i hiszpańska Generally used in the EU (including Poland) since 2004. Previously: German and Spanish	amerykańska i szwedzka American and Swedish	angielska i norweska English and Norwegian	polska 1823–1939 i rosyjska po 1918 roku Polish 1823–1939 and Russian after 1918	rosyjska (carska) i warszawska przed 1918, (kursywą oznaczono śrut sosnowiecki) Russian (Tsar's) and Warsaw (sosnowiecki) before 1918 (items in italics refer to Sosnowiec shot)	polska (1945–2004) Polish (1945–2004)	cesarstwa Austro-Węgier Austro-Hungarian	hiszpańska i francuska (ogólna i regionalna) („Paris” oznacza numerację ogólnofrancuską, wcześniejszy tylko w Parżu i Rouen) („Paris” means general and regional) („Paris” means general only in Paris and Rouen)	belgijska i holenderska Belgian and Dutch	szwajcarska Swiss			duniska Danish	włoska Italian	
3,05	0,12	5	5	4	5	rosyjska (carska) i warszawska przed 1918, (kursywą oznaczono śrut sosnowiecki) Russian (Tsar's) and Warsaw (sosnowiecki) before 1918 (items in italics refer to Sosnowiec shot)	4	10	3	4	3	4	5	5	niebieski blue	kaczki, bażanty, króliki, cietrzewie, zające, kuraki, gęsi, grzywacze, tchorze, kuropatwy, słonki duck, pheasant, rabbit, black grouse, hare, galliformes, goose, wood pigeon, polecat, partridge, calidrid
3,30	0,13	4	4	3	4	6	3	9*	4	3	4	4	4	4		kaczki, gęsi, zimowe zające*, lisy, kuropatwy duck, goose, winter hare*, fox, partridge
3,43	0,135	4 ^{1/2} * 4,5*	3 ^{1/2} *			5			–				3 ^{1/2} *			borsuki, głuszce, zimowe zające, gęsi, kaczki badger, western capercaillie, winter hare, goose, duck
3,56	0,14	3	3	2	3	4	2	8	5	2	5	2	3	3		zimowe zające, gęsi, lisy, kaczki winter hare, goose, fox, duck

Tabela IV. Ciąg dalszy
Table IV. Continued

Nominalna średnica śruciny (mm) Rated pellet diameter (mm)	Średnica śruciny (cale) Pellet diameter (in)	Numeracja/Nomenclature										Kolor łuski lub zaślepki (kod kolorów nie jest powszechnie obowiązujący) Shell or retaining disc color (color coding is not universally applied)	Przeznaczenie strutu Intended use		
		z Polską po 2004 roku, wcześniej niemiecka i hiszpańska (including Poland) since 2004. Previously: German and Spanish	amerykańska i szwedzka	angielska i norweska	polka 1823-1939 i rosyjska po 1918 roku	rosyjska (carska) i warszawska przed 1918 (kursywa oznaczał sruł sowniwicki)	Russian (Tzar's) and Warsaw before 1918 (items in italics refer to Sosnowiec shot)	polka (1945-2004)	cesarstwa Austro-Węgier	hiszpańska i francuska (ogólna i regionalna) („Paris” oznacza numerację ogólnofrancuską, wcześniej tylko w Paryżu i Rouen)	belgijska i holenderska			szwajcarska	duńska
3,81	0,15	2	2	1	2	3	1	7*	6	6	1	6	2	2**	lis, gęsi, norki, głuszce fox, goose, mink, western capercaillie
3,94	0,155	2*	1**	1	1	3	0*	6	–	0*	0*	6	2	2	lis, jenoty, gęsi, gluszce fox, raccoon dog, goose, western capercaillie
4,08	0,16	1 (dawniej A) (previously A)	1	B* (dawniej BB) (previously BB)	1	2	1/0* 0	5	7	00 2/0	7	7	1	1	gluszce, lisy, borsuki, wydry, gęsi, sarny, złoty western capercaillie, fox, badger, otter, goose, roe deer, wildcat
4,32	0,17	0*	B	BB (dawniej BBB) (previously BBB)	0	2	2/0 0	4	–	000 3/0	8	0	0	0	lis, gęsi (wysoko)*, jastrzębie* fox, goose (high flying)*, hawk*
4,45	0,175	*B175		Air rifle		1	3/0		–					00 2/0	gęsi (wysoko)* goose (high flying)*
4,49	0,177	*B177		Air rifle	00	0	0 00	3*	–						gęsi (wysoko)* goose (high flying)*
4,57	0,18	*B18	BB	BBB (dawniej BBBB) (previously BBBB)	00	0	4/0		8	0000 4/0	9	2/0	000 3/0	gęsi (wysoko), zdziczone psy, wilki goose (high flying), wild dog, wolf	



Tabela IV. Ciąg dalszy
Table IV. Continued

Nominalna średnica śruciny (mm) Rated pellet diameter (mm)	Średnica śruciny (cal) Pellet diameter (in)	Numeracja/Nomenclature										Kolor łuski lub zaślepki (kod kolorów nie jest powszechnie obowiązujący) Shell or retaining disc color (color coding is not universally applied)	Przeznaczenie śrutu Intended use		
		z Polską po 2004 roku, wcześniej niemiecka i hiszpańska (including Poland since 2004. Previously: German and Spanish)	amerykańska i szwedzka American and Swedish	angielska i norweska English and Norwegian	polka 1823-1939 i rosyjska po 1918 roku Polish 1823-1939 and Russian after 1918	rosyjska (carska) i warszawska przed 1918 (kursywą oznaczono śrut Russian (Tzar's) and Warsaw before 1918 (items in italics refer to Sosnowiec shot)	polka (1945-2004) Polish (1945-2004)	cesarstwa Austro-Węgier Austro-Hungarian	hiszpańska i francuska (ogólna i regionalna) („Paris” oznacza numerację ogólnofrancuską, wcześniejszy tylko w Paryżu i Rouen) Spanish and French (general and regional) („Paris” means general French nomenclature, previously only in Paris and Rouen)	belgijska i holenderska Belgian and Dutch	szwajcarska Swiss			dńska Danish	włoska Italian
4,83	0,19	*B19 (dawniej B) (previously B)	BBB	A	000	000	000	2	-	(Paris, Bordeaux: 3/0, Lyon, Toulouse: 1, Marseille: 0)	00000* 5/0	10	3/0	0000 4/0	wilki* wolf*
4,95	0,195	*B195			3/0				-		00000 5/0			00000 5/0	wilki* wolf*
5,08	0,20	*B20 (dawniej C) (previously C)	T	AA	0000	000	000	0	9	(Paris, Bordeaux: 4/0, Marseille: 2/0, Lyon, Toulouse: 0)				6/0	zimowe wilki* winter wolf*
5,21	0,205	*B205	T	AAA	0000	0000	0000		-	(Paris, Bordeaux: 5/0)					
5,33	0,21	*B21 (dawniej D) (previously D)	TT	AAA (dawniej A) (previously A)	00000	00000	0*	0	10	(Paris, Bordeaux: 5/0, Marseille: 3/0, Lyon, Toulouse: 2/0)				7/0	
5,4	0,215	*B215		AAA	00000	00000			-						
5,59	0,22	*B22 6/0	F TTT	AAAA (dawniej AA) (previously AA)	000000	000000	00	00	11	(Paris: 6/0, Marseille: 4/0, Lyon, Toulouse: 3/0)				8/0	mufiony mouflon
5,84	0,23	*B23	FF	? dawniej AAA (previously AAA)	000000 6/0	000000 6/0	000	000	-						
6,10	0,24	*B24	B4 SSSG		V	0000000 IV L	0000	0000	-						

Tabela IV. Ciąg dalszy
 Table IV. Continued

Nominalna średnica śruciny (mm) Rated pellet diameter (mm)	Średnica śruciny (cal) Pellet diameter (in)	z Polską po 2004 roku, wcześniej niemiecka i hiszpańska Generally used in the EU (including Poland) since 2004. Previously: German and Spanish	amerykańska i szwedzka American and Swedish	angielska i norweska English and Norwegian	polka 1823-1939 i rosyjska po 1918 roku Polish 1823-1939 and Russian after 1918	rosyjska (carska) i warszawska przed 1918 (kursywą oznaczono śrut sosenwiecki) Russian (Tsar's) and Warsaw before 1918 (items in italics refer to Sosenwiec shot)	polka (1945-2004) Polish (1945-2004)	cesarstwa Austro-Węgier Austro-Hungarian	hiszpańska i francuska (ogólna i regionalna) („Paris” oznacza numerację ogólnofrancuską, wcześniej tylko w Paryżu i Rouen) Spanish and French (general and regional) („Paris” means general French nomenclature, previously only in Paris and Rouen)	belgijska i holenderska Belgian and Dutch	szwajcarska Swiss	duńska Danish	włoska Italian	Kolor łuski lub zaślepki (kod kolorów nie jest powszechnie obowiązujący) Shell or retaining disc color (color coding is not universally applied)	Przeznaczenie śrutu Intended use
6,35	0,25	*B25	B3	SSG	IV	IV			-						kozły* buck*
6,60	0,26*	*B26		SSSG					-				9/0*		
6,86	0,27	Posten I *B27	3 Buck B2		III L	III L	8/0		C3						
6,99	0,275	*B275			III	III			-						
7,11	0,28*	*B280							-						
7,37	0,29*	*B29		SSG			9/0		-						
7,62	0,30	*B30	1 Buck B1 5P 5G	Special SG lub LG	IIIA				C2	12G			10/0		
7,75	0,305	B305			II	II			-						
7,87	0,31	*B31	SSG	SG	II L	II L			-	11G					
8,13	0,32	*B32	0 B0	SG	III	III	10/0		-	10G			11/0*		ryśie, pumy lynxes, cougar
8,38	0,33	Posten III *B33	00 Buck 00 B00 SG/LG	SG					9G	9G			12/0		
8,64	0,34*	*B34			II		11/0		-						
8,89	0,35*	*B35							-						
9,02	0,355	*B355			I II L	I II L			-						
9,14	0,36	Posten II *B36	000 B000	LG					-						
9,40	0,37*	*B37	0000 B0000		I				-						
9,65	0,38	*B38							-						mlode niedźwiedzie young bear

*ekstrapolacja (lub propozycja)
 *extrapolation (or proposal)



kalibru wagomiarowego: im drobniejszy śrut, tym wyższy numer (tabela IV). W nazewnictwie anglosaskim oprócz liczb bywają stosowane (w przypadku grubego śrutu) także litery. Sporządzenie tabeli wiązało się z koniecznością podjęcia decyzji, który system numeracji (nazewnictwa) przyjąć, ponieważ w tym samym czasie w jednym kraju stosowano różną nomenklaturę, dla przykładu w końcu XIX wieku w USA ten sam śrut w Nowym Yorku i Baltimore oznaczano jako „TTTT”, ale inna wytwórnia w Nowym Yorku jako „FF”, w Filadelfii jako „F”, a w St. Luis jako „000” [13].

Wnioski

Podane w pracy informacje oraz dane liczbowe mogą być przydatne w bieżącej praktyce zakładów medycyny sądowej oraz kryminalistyki, zwłaszcza przy identyfikacji rzadziej stosowanej numeracji śrutu. Na podstawie tabel możliwe jest również określenie przypuszczalnego kalibru broni w przypadku, gdy uda się zliczyć ziarna śrutu (np. gdy cały ładunek śrutu utknął w celu przy postrzałach z małej odległości). Z kolei zważenie i zmierzenie śrucin pozwala na określenie ciężaru właściwego stopu, co w pewnych przypadkach może poprzez porównanie ukierunkować poszukiwanie wytwórcy amunicji użytej w zdarzeniu kryminalnym [23–25]. Jednocześnie planowane są kolejne opracowania związane z tą tematyką. Następne będzie dotyczyło opisu kalibrów wagomiarowych amunicji myśliwskiej.

Autorzy będą wdzięczni za wszelkiego typu krytykę, wskazówki i uwagi.

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo

References

1. Steffen E. Herstellung von Bleischrot nach Turmgiessverfahren. Publikationen zu Wissenschaftlichen Filmen section Technische Wissenschaften, Naturwissenschaften. serie 9, nummer 1, 1985.
2. Patents for Inventions. Abridgments of specifications relating to fire-arms and other weapons, ammunition, and accoutrements. Printed by Order of the Commissioner of Patents. London 1859.
3. Efstathios T. An Awkward thing – Bristol’s lead shot tower. University of Bristol, 2007.
4. Angielski t.z. hart-szrót w porównaniu z niemieckim i krajowym szróttem; *Jeździec i Myśliwy* 1895; 23.
5. U.S. Patent 2978742 – Process and apparatus for producing spherical metal pellets, 1961.
6. Szyrkowicz A. Wszystko o broni myśliwskiej. Warszawa 1993.
7. Buturlin SA. Drobnowojce ruzże i stielba iz niego. Izdaniye Wsiekochootsojuza, Moskwa 1929.
8. Ruczkin WA. Ewolucja rucznowo oruzża. Wołgograd 2001.
9. Polska norma PN-V-86003:1999 – Broń myśliwska – Wymagania i badania.
10. Heard BJ. Handbook of Firearms and Ballistics. Chichester, Willey-Blackwell Ltd 2008.

smaller the pellet, the higher the number (Table IV). In the Anglo-Saxon naming convention, larger pellets are described by means of numbers and letters. To prepare the table the authors had to decide which nomenclature (naming convention) to follow, because sometimes different systems were used in the same country at the same time. For instance, towards the end of the 19th century in the USA the same shot in New York and Baltimore was marked as “TTTT”, but another manufacturer in New York called it “FF”. Yet another one (in Philadelphia) called it “F”, and in St. Louis it was known as “000” [13].

Conclusions

Information and figures presented in this article can be useful in everyday practice of forensic and criminalistic experts, especially when identifying less common shot types. The tables can also be helpful in determining the likely gun caliber (provided that pellets can be successfully counted, for instance if they are all trapped in the target when fired from a small distance). Once pellets are weighted and measured, specific gravity of the alloy can be determined, which can sometimes be useful in identifying the manufacturer of ammunition used in a criminal event [23–25]. The authors plan to write more articles on the topic. The next one will describe pound measurement calibers of hunting weapons.

The authors will appreciate all criticism, guidance and comments.

The authors declare no conflict of interests.

11. Bobiatyński I. Nauka łowiectwa we dwóch tomach. Drukiem Józefa Zawadzkiego, Wilno 1823.
12. Kasprzak J. Nielegalne wytwarzanie broni palnej i amunicji. Problematyka Prawno-Kryminalistyczna, Szczytno 2013.
13. Greener WW. Modern Shot Guns. London, Paris & Melbourne, Cassel & Company Ltd 1891.
14. Trofimov WN. Ohotniczije bojeprisy Moskwa. DAIRS 2005.
15. Askins C. The American Shotgun. New York Outing Publishing Company 1910.
16. Barnes FC. Cartridges of the World. DBI Books, Northbrook 1997.
17. Trofimov WN. Oteczestwiennyje ochotniczi rużja gładkostwolnyje. DARIS, Moskwa 2003.
18. Brand JH. Manual of Pistol and Revolver Cartridges. Journal – Verlag Schwend GmbH, Schwäbisch Hall 1998.
19. Downar-Zapolski H. Dubeltówka śrutowa. Nabój. Strzelanie. Wyd. 2. Nowogródek 1934.
20. Hartink AE. Encyklopedia strzelb i innej broni myśliwskiej. Warszawa, Bellona 2001.
21. Sosnowski J. Fabryka i skład broni – katalog. Warszawa 1910.
22. Taylor J. Shotshells and Ballistics. Long Beach, Safari Press Inc 2003.
23. Ustinow AJ. Patrony rucznowo ognistrielnogo orużja i ich kriminalistyczne isledowanie. Wyd BNII MWD SSSR, Moskwa 1982.
24. Guszczin WFO. Wozmożnosti identifikacji gładkostwolnych ochotniczych rużiej po sledam na snarjadach. Wiszcza szk., Kiew 1970.
25. Kustanowicz SD. Sudiebnaja ballistika. WD SSSR, Moskwa 1956.

Adres do korespondencji

Anna Karpiewska
Zakład Technik Molekularnych
Katedra Medycyny Sądowej
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich
ul. M. Skłodowskiej-Curie 52
50-369 Wrocław, Polska
e-mail: anna.karpiewska@umed.wroc.pl

Address for correspondence

Anna Karpiewska
Molecular Techniques Unit
Department of Forensic Medicine
Wrocław Medical University
M. Skłodowskiej-Curie 52
50-369 Wrocław, Poland
e-mail: anna.karpiewska@umed.wroc.pl