

podinsp. Wiktor Dmitruk

Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji – Instytut Badawczy

Badania policjantów oraz pojazdów służbowych w kierunku możliwej kontaminacji pozostałościami powystrzałowymi

Streszczenie

W artykule przedstawiono analizę danych literaturowych oraz wyniki badań mikrośladów zabezpieczonych na stoliki mikroskopowe z dłoni 59 policjantów, a także mikrośladów pobranych z 38 kanap radiowozów na ładunki ELAVAK. Stoliki przebadano pod kątem obecności cząstek GSR, natomiast filtry ładunków analizowano pod kątem obecności O-GSR oraz innych substancji chemicznych. Mikroślady zabezpieczono w siedmiu rejonowych komendach Policji garnizonu stołecznego. Badania przeprowadzono dwoma technikami analitycznymi: SEM/EDX i GC/MS. Na dłoniach 18% funkcjonariuszy stwierdzono charakterystyczne cząstki GSR w liczbie od 1 do 27 sztuk, a na powierzchniach 24% kanap ujawniono od 1 do 11 takich cząstek. W przypadku 13 pojazdów na kanapach ujawniono ślady difenylaminy – substancji chemicznej wykorzystywanej jako stabilizator w prochach bezdymnych, w trzech ślady kokainy, a w jednym THC.

Słowa kluczowe: cząstki GSR, O-GSR, kontaminacja GSR, dłonie policjantów, kanapy radiowozów, SEM/EDX, GC/MS

Wstęp

W wyniku oddania strzału z broni palnej strzelec zostaje zanieczyszczony produktami przemian chemicznych, którym podlegają materiał miotający oraz spłonka naboju, a także mikrofragmentami metali pochodzących z łuski, pocisku i elementów broni. Produkty te, a także ślady metali, nazywane są pozostałościami powystrzałowymi. Przyjęto, że pozostałości powystrzałowe, które powstają w wyniku kondensacji par metali, tworzą niejednorodne, sferyczne twory określane jako cząstki GSR (ang. *gun shot residues*). Przez lufę i szczeliny konstrukcyjne broni wydobywają się gazy prochowe, niosąc ze sobą resztki niespalonego prochu bezdymnego, jego składniki takie jak: stabilizatory, plastyfikatory, uczulacze oraz związki powstające w wyniku rekombinacji produktów rozkładu nitrocelulozy. Związki te w odróżnieniu od cząstek GSR określa się akronimem O-GSR (ang. *organic gun shot residues*). Na podstawie wyników badań GSR i O-GSR biegły podejmuje próbę ustalenia, czy osoba, od której zabezpieczono materiał dowodowy, oddała strzał z broni palnej, a także dąży do odtworzenia przebiegu zdarzenia, najczęściej z pomocą biegłych innych specjalności, głównie z zakresu badań broni i balistyki. Ustalenie to zwykle nie jest proste, gdyż bazuje na wielu czynnikach, co do których wpływu nie ma

wystarczających informacji, bądź też nie ma podstaw naukowych, pozwalających np. na powiązanie śladów powystrzałowych z konkretną jednostką broni lub oszacowanie czasu, jaki upłynął od oddania strzału. Najtrudniejszym do oceny czynnikiem jest jednak możliwość ewentualnego transferu pozostałości powystrzałowych na odzież i ciało osoby badanej z innych źródeł – niezwiązanych ze zdarzeniem – czyli tzw. kontaminacja.

Z punktu widzenia zapewnienia jakości badań w laboratoriach kryminalistycznych kluczowa jest odpowiedź na pytanie, czy dłonie policjanta dokonującego zatrzymania albo radiowóz wykorzystany jako środek transportu mogą być przyczyną i źródłem obecności cząstek GSR i O-GSR na podejrzanym, i oszacowanie ryzyka wpływu tych czynników na rezultaty badań materiału dowodowego przesyłanego do badań.

Przegląd literaturowy

Problem możliwości kontaminacji osoby zatrzymanej przez funkcjonariuszy organów ścigania jest od dawna obecny w literaturze tematu. W 1995 r. Gialamas, Rhodes i Sugarman przebadali 43 funkcjonariuszy policji w San Diego, którzy kończyli służbę i mieli danego dnia kontakt z bronią palną. Na dłoniach trzech spośród nich znaleziono po jednej cząstce charakterystycznej

zbudowanej z ołowiu, baru i antymonu (PbSbBa) i po jednej cząstce zgodnej, u 15 wykryto tylko cząstki zgodne w łącznej liczbie 70 sztuk, natomiast 25 nie miało w ogóle cząstek GSR na dłoniach.

Inni autorzy (Berk, Rochowicz, Wong i Kopina), również w Stanach Zjednoczonych, przebadali w 2007 r. 193 pojazdy policyjne i tylko w dwóch samochodach, które były wyposażone w fotele pokryte tkaniną, stwierdzili po jednej cząstce charakterystycznej PbSbBa.

Zbliżony wynik w pojazdach uzyskali w 2013 r. także Gerard, Lindsay, McVicar, Randall i Gapinska, którzy po przebadaniu tylnych kanap w 18 pojazdach policyjnych w Toronto tylko na jednej z nich ujawnili jedną cząstkę charakterystyczną. Ci sami autorzy znaleźli cząstki GSR na dłoniach 9 policjantów w Toronto spośród 36 badanych, a liczność cząstek zawierała się w przedziale od 1 do 15. Żadnych cząstek GSR nie ujawniono na dłoniach pracowników cywilnych pracujących w tym samym departamencie. Z kolei w grupie 8 spośród 30 przebadanych policjantów hrabstwa York liczność cząstek wahała się w przedziale od 1 do 7.

W innym projekcie prowadzonym w Australii, którego wyniki zostały opublikowane przez Cooka w 2016 r., przebadano dłonie 33 policjantów po pobraniu i sprawdzeniu przez nich broni. Uzyskane wyniki były zdecydowanie wyższe od rezultatów opisanych w cytowanych powyżej pracach. Dłonie 5 funkcjonariuszy były wolne od cząstek charakterystycznych, u 16 z nich odnotowano od 1 do 10 cząstek charakterystycznych, u 6 – od 11 do 99 cząstek charakterystycznych, natomiast u kolejnych 6 stwierdzono ponad 100 cząstek charakterystycznych. Należy podkreślić, że tylko u jednego spośród 33 policjantów w ogóle nie zaobserwowano na dłoniach cząstek GSR. U pozostałych ujawniono znaczną liczbę cząstek zgodnych, nawet gdy cząstki charakterystyczne nie występowały.

Badania nad poziomem kontaminacji były również prowadzone w Europie przez Petterssona (2003), który

na siedzeniach około 25% pojazdów szwedzkiej policji ujawnił 12 i więcej cząstek GSR.

W Polsce podobne badania prowadziła Brożek-Mucha z Instytutu Ekspertyz Sądowych w Krakowie. Według danych opublikowanych w 2014 r. autorka przebadła 50 próbek, z których 31 pochodziło od policjantów, a 19 od myśliwych. 18 spośród 50 próbek zawierało cząstki charakterystyczne PbSbBa; ich liczba wahała się od 1 do ponad 100 i była skorelowana silnie z czasem, który upłynął od ostatniego strzelania bądź kontaktu z bronią. W grupie policjantów u około 30% zaobserwowano na rękach cząstki GSR, jednakże jeśli czas, który upłynął od strzelania/kontaktu z bronią, był dłuższy niż 5 godzin, to w 16 przypadkach na 17 dłonie funkcjonariuszy były wolne od cząstek GSR.

Interesujące podejście, próbujące udzielić odpowiedzi na pytanie, czy ślady GSR mogą zostać przeniesione na osobę zatrzymaną przez policjanta, prezentuje praca Charles'a i Geusens z 2011 r. Eksperyment przeprowadzono, realizując dwa scenariusze testowe. Scenariusz pierwszy w założeniu autorów przewidywał niskie ryzyko kontaminacji, a scenariusz drugi – wysokie ryzyko zanieczyszczenia cząstkami GSR. Grupa 24 antyterrorystów została podzielona na dwie części: jedna z grup miała za zadanie dokonać zatrzymania podejrzanego – pozostali odtwarzali rolę pozorantów. W pierwszym scenariuszu policjanci mieli na sobie cywilne ubrania oraz broń i kajdanki. W drugim scenariuszu, oprócz broni i kajdanek, mieli na sobie kamizelki kuloodporne, napierśniki taktyczne i rękawiczki używane w trakcie służby. Przed przystąpieniem do czynności wszyscy uczestnicy umyli ręce. W każdym ze scenariuszy pozoranci ubrani byli w fartuchy jednorazowe, a policjanci przed dokonaniem aresztowania wymowali i przeładowywali broń. Próbkę pobierano z dłoni obu osób, napierśników oraz rękawiczek policjantów po upływie 5 minut od aresztowania. Policjanci w trakcie służby użytkowali amunicję, w której wykorzystane były

Tabela 1. Podsumowanie wyników eksperymentu dotyczącego transferu cząstek GSR wykonane przez autora na podstawie publikacji Charles'a i Geusens (2011).

Scenariusz I			
Policjant – liczba cząstek		Aresztant – liczba cząstek	
Średnia	Maksymalna	Średnia	Maksymalna
PbSbBa × 2 TiZn × 16	PbSbBa × 16 TiZn × 41	PbSbBa × 3 TiZn × 6	PbSbBa × 13 TiZn × 14
Scenariusz II			
Policjant – liczba cząstek		Aresztant – liczba cząstek	
Średnia	Maksymalna	Średnia	Maksymalna
PbSbBa × 66 TiZn × 217	PbSbBa × 320 TiZn × 1550	PbSbBa × 10 TiZn × 28	PbSbBa × 32 TiZn × 127

spłonki określane przez Wallace'a (1990) jako SINOXID, SINTOX oraz spłonki bezołowiowe typu NONTOX, których charakterystyka była przedmiotem badań Hogga, Huntera i Smith (2015). Kompilację uzyskanych przez Charles'a i Geusens wyników zebrano w tabeli 1.

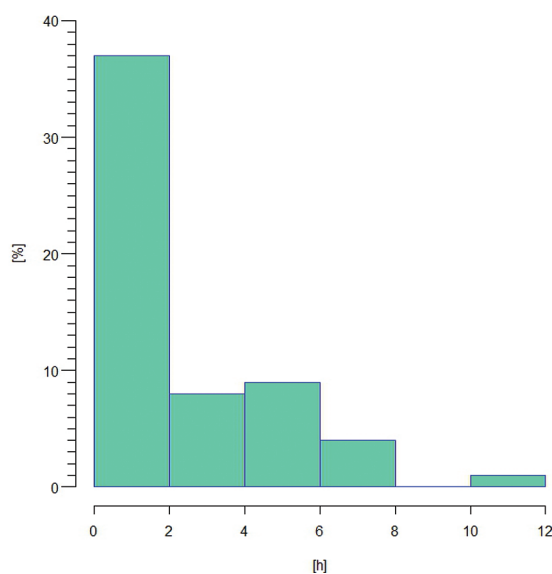
Co charakterystyczne, ze względu na intensywny trening oraz praktycznie nieustanny kontakt z bronią palną odzież i ekwipunek policjantów pełniących służbę w oddziałach antyterrorystycznych są silnie zanieczyszczone cząstkami GSR. Żaden z badanych policjantów biorących udział w badaniu jako strona aktywna nie był wolny od kontaminacji cząstkami GSR. Najniższy stwierdzony poziom kontaminacji to jedna cząsteczka zgodna zbudowana z tytanu i cynku (TiZn) – specyficzna dla spłonek typu SINTOX. Analogicznie wśród pozorantów w obu scenariuszach nie było takiego przypadku, w którym w wyniku aresztowania nie stwierdzono by zanieczyszczenia cząstkami GSR. Jediną wątpliwość co do wyników opisywanego doświadczenia budzi efektywność potencjalnego transferu, która u czterech par wynosiła praktycznie 100% w odniesieniu do cząstek typu SINOXID. Mimo to uzyskane wyniki potwierdzają, że w wyniku zatrzymania, podczas którego dochodzi do fizycznego kontaktu między policjantem a zatrzymanym, następuje transfer cząstek GSR ze strony policjanta w kierunku osoby zatrzymanej.

Założenia eksperymentu badawczego

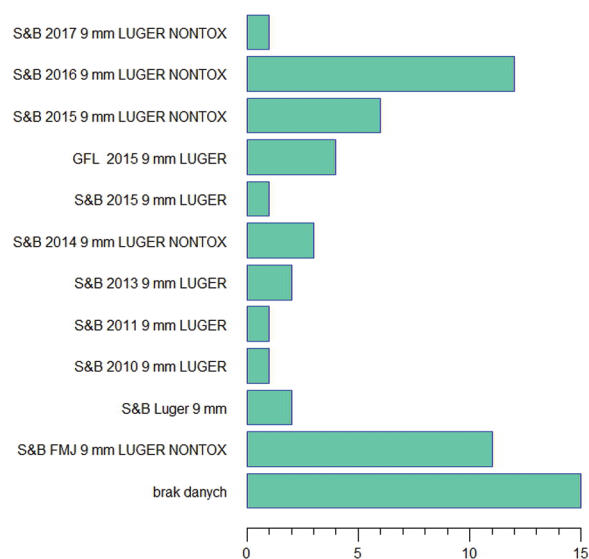
Celem niniejszej pracy było zbadanie poziomu zanieczyszczenia pozostałościami powystrzałowymi kanap radiowozów oraz dłoni policjantów w Polsce. Zabezpieczenia próbek dokonano w trakcie zmiany służb zespołów patrolowych w wydziałach patrolowo-wywiadowczych siedmiu komend rejonowych Policji w Warszawie. Mikroślady z obydwu dłoni policjantów zabezpieczane były na jeden stolik mikroskopowy

z obszarów pomiędzy palcem wskazującym a kciukiem, które to rejony badane są rutynowo u osób podejrzewanych o użycie broni palnej. Badaniom poddano zarówno osoby schodzące ze służby, jak i rozpoczynające ją danego dnia. W trakcie zabezpieczania funkcjonariusze proszeni byli o udzielenie krótkiej informacji na temat: czasu ostatniego mycia rąk, rodzaju amunicji stosowanej w broni służbowej, pozasłużbowych zainteresowań i aktywności związanych z bronią palną oraz o odpowiedź na pytanie, czy w trakcie służby broń palna była używana.

Po zabezpieczeniu mikrośladów z dłoni pobrano mikroślady z tylnych kanap radiowozów. Proces ten wykonywany był za pomocą urządzenia ELAVAK (Filewicz, 2001, s. 100). Z każdej kanapy pobierana była jedna próbka. Mikroślady z badanych powierzchni zasysane były w wyniku wytworzonego podciśnienia. Jednorazowe ładunki w urządzeniu ELAVAK zbudowane są w taki sposób, że frakcje makroskopowe zatrzymywane są na powierzchni dwóch filtrów o malejących średnicach prześwitu. Poniżej filtrów znajduje się stolik mikroskopowy, na który migrowały drobiny o średnicy mniejszej niż 50 mikronów. Takie zabezpieczenie mikrośladów gwarantowało, że stolik mikroskopowy pokryty był równomiernie mikrośladami nadającymi się do badań metodą SEM/EDX. Na filtrach pozostały przede wszystkim: ziarna piasku, włókna, detrytus roślinny, martwe owady i inne mikroślady, które można było przebadać, wykorzystując techniki mikroskopowe lub chromatograficzne. Wybrany sposób zabezpieczenia mikrośladów gwarantował również sprawdzenie, czy na siedziiskach radiowozów obecne są organiczne pozostałości powystrzałowe (O-GSR), a także ślady innych kontrolowanych substancji, takich jak narkotyki czy materiały wybuchowe.



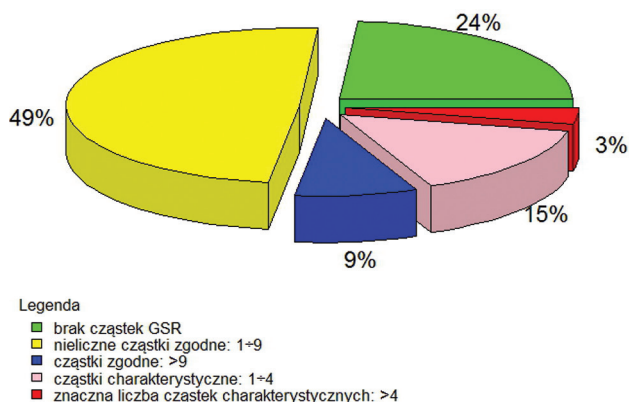
Ryc. 1. Deklarowany czas od umycia rąk.



Ryc. 2. Rodzaje amunicji znajdujące się na wyposażeniu ankietowanych policjantów.

Tabela 2. Parametry konfiguracyjne stosowane w badaniach GSR metodą SEM/EDX.

Parametr	Wartość
Napięcie przyspieszające	20 kV
Odległość robocza	15 mm
Rozdzielczość okna skanowania	1024 px × 1024 px
Powiększenie	409×
Czas akwizycji widma	1 s
Czas przetwarzania widma	4 s
Próg średnicy cząstki GSR	1,0 μm
Liczba stolików w serii	5
Wzorzec kalibracji BSE	Al/Ni

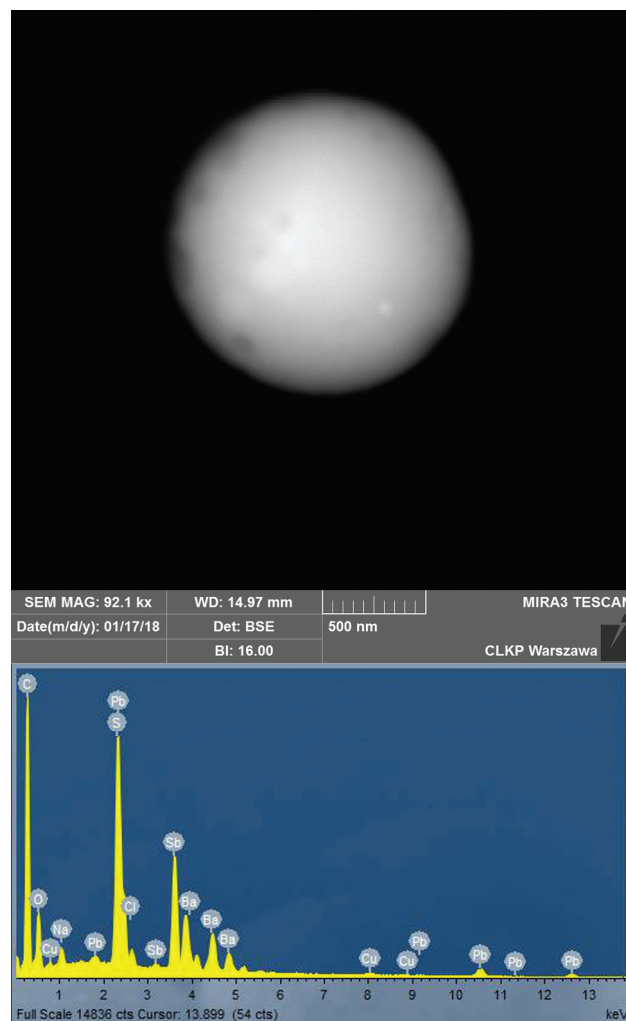


Ryc. 3. Podsumowanie rodzaju i liczby cząstek GSR ujawnionych na dłoniach funkcjonariuszy.

Podsumowanie pobranych próbek

Na potrzeby badań zebrano mikroślady z dłoni 59 funkcjonariuszy, z których 3 zadeklarowało, że uprawia aktywnie strzelectwo sportowe, natomiast jeden był myśliwym. Żaden z funkcjonariuszy nie strzelał w trakcie swojej zmiany, jednakże każdy miał kontakt z bronią służbową w trakcie pobierania lub zdawania broni. Największa grupa policjantów – około 38% – deklarowała, że umyła dłonie w ciągu ostatnich dwóch godzin (ryc. 1).

W trakcie zabezpieczania śladów nie w każdym przypadku udało się ustalić, jaką amunicję policjanci posiadali na swoim wyposażeniu (ryc. 2) i jaką amunicją załadowana była ich broń. Jedna czwarta uczestników w momencie badania albo zdała już broń, albo jej jeszcze nie pobrała. Zdecydowana większość funkcjonariuszy posiadała amunicję kalibru 9 mm LUGER, w 68% produkcji czeskiej firmy Sellier & Bellot. Co ciekawe, na podstawie uzyskanej próby badawczej okazało się, że dużą popularnością cieszy się amunicja



Ryc. 4. Obraz oraz widmo EDX cząstki PbSbBa ujawnionej na dłoniach funkcjonariusza oznaczonego kodem S16.

typu NONTOX, która w składzie spłonek nie zawiera metali ciężkich – w szczególności ołowiu.

W wyniku badań zabezpieczono mikroślady z 38 kanap pojazdów Policji, spośród których 37 było pojazdami oznakowanymi. We wszystkich były przewożone osoby zatrzymane. W większości pojazdów na kanapach zamocowane były osłony siedzeń w postaci pokrowców wykonanych z materiału skóropodobnego.

Badania metodą mikroskopii elektronowej

Mikroślady zebrane na stolikach mikroskopowych od 59 funkcjonariuszy i z 38 kanap pokryto węglową warstwą przewodzącą o grubości 10 nm, wykorzystując napyłarkę firmy QUORUM typ Q150T ES. Stoliki poddano badaniom zgodnie z procedurą rutynowo stosowaną do badań pozostałości powystrzałowych. W tym celu użyto skaningowego mikroskopu elektronowego firmy Tescan Mira 3 LMU sprzężonego ze spektrometrem promieniowania rentgenowskiego X-Max^N o powierzchni detektora 80 mm² typu SDD firmy

U trzeciego z funkcjonariuszy deklarujących strzelectwo zaobserwowano na dłoniach tylko jedną cząstkę charakterystyczną (4 godziny od umycia rąk), natomiast dłonie policjanta – myśliwego zanieczyszczone były cząstkami ołowiu (Pb i PbSb) w łącznej liczbie 11 sztuk po godzinie od umycia rąk. Wśród pozostałych policjantów nie stwierdzono na dłoniach większej liczby niż trzy cząstki charakterystyczne (jeden przypadek), a u dwóch znaleziono powyżej 20 cząstek ołowiu. Rozkład wyników z podziałem na klasy GSR przedstawiono na rycinie 5. Po lewej stronie rysunku znajduje się wykres pudełkowy Tukeya, natomiast na prawym wykresie zebrano sumaryczną liczbę ujawnionych cząstek w poszczególnych klasach i oznaczono wartości maksymalne. Najliczniej reprezentowaną klasę GSR na dłoniach policjantów stanowi ołów i jego połączenia (stopy). Poza cząstkami GSR na dłoniach funkcjonariuszy stwierdzono również cząstki środowiskowe, wśród których dominowały mosiądz i stopy żelaza.

Kanapy radiowozów charakteryzowały się mniejszym poziomem kontaminacji cząstkami GSR niż dłonie policjantów (ryc. 6). Spośród 38 przebadanych siedzisk na 21 nie stwierdzono cząstek GSR. W pozostałych przypadkach dominowały nieliczne cząstki zgodne i pojedyncze cząstki charakterystyczne. Uzyskany wynik jest łatwy do wytłumaczenia, gdyż policjanci jedynie w przypadku konwojowania osoby zatrzymanej podróżują na tylnych kanapach. Prawdopodobieństwo zanieczyszczenia radiowozów przez osoby transportowane jest zdecydowanie mniejsze ze względu na spadającą liczbę przestępstw z użyciem broni palnej i statystycznie mniejszą szansę na obecność zakontaminowanej cząstkami GSR osoby w radiowozie.

Mimo mniejszej liczby mikroślady zebrane z kanap charakteryzowały się wyższą różnorodnością klas GSR niż w przypadku próbek zebranych z dłoni policjantów. Jak poprzednio, cząstki GSR pochodziły ze spłonek typu SINOXID (cząstki: PbSbBa, SSb, BaAl i PbBa), spłonek typowych dla dawnego bloku wschodniego (SSnSbHg i SnSb), spłonek typu SINTOX (cząstka TiZn) oraz spłonek typu NEROXIN (Sellier & Bellot, 2015). Morfologię przykładowej, zgodnej cząstki



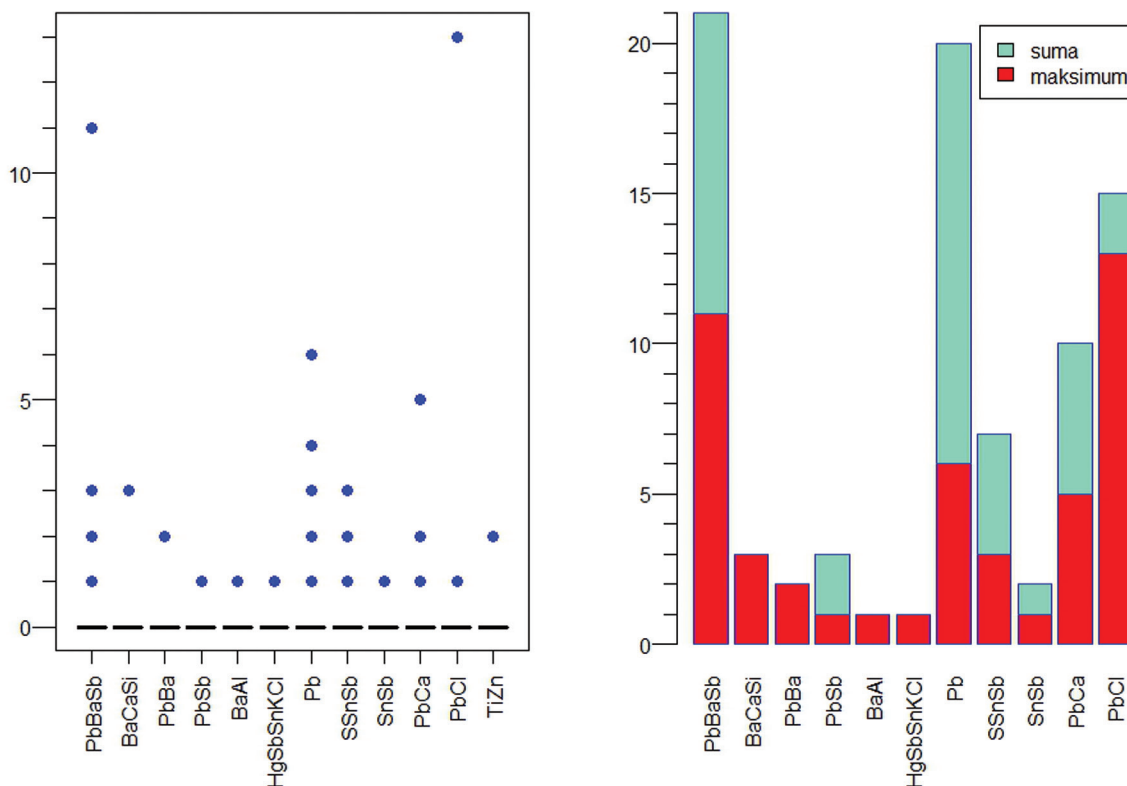
Ryc. 7. Obraz oraz widmo EDX cząstki BaCaSi ujawnionej na kanapie oznaczonej kodem K17.

BaCaSi ze spłonki NEROXIN i zarejestrowane z jej powierzchni widmo EDX przedstawiono na rycinie 7.

Pozostałe cząstki to wspomniane wcześniej stopy ołowiu. Liczność cząstek w tej grupie była zdecydowanie niższa niż w przypadku dłoni. Tylko na jednej z kanap stwierdzono liczne charakterystyczne cząstki

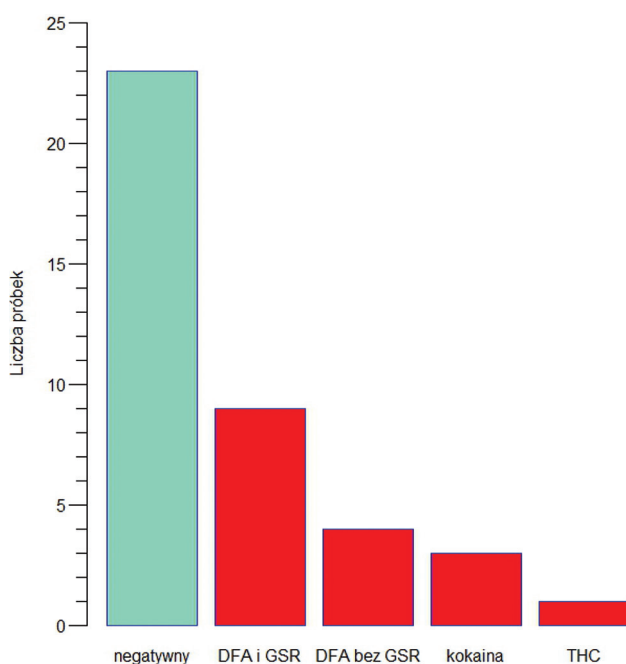
Tabela 3. Parametry konfiguracyjne stosowane w badaniach O-GSR metodą GC/MS.

Parametr	Wartość
Dozownik	200°C, tryb splitless z czasem dozowania 1 min
Nastrzyk	1 l, autosampler TriPlus, technika hot needle
Kolumna	RTX-5ms, długość 15 m, średnica wewnętrzna 0,25 mm, grubość filmu 0,25 µm
Gaz nośny	He, 1,5 ml/min
Program temperaturowy	izoterma 45°C/1 min, narost 16°C/min do 290°C, izoterma 290°C/0,5 min (czas całkowity 16,81 min)
Inne	detektor masowy typu pułapka jonowa, jonizacja elektronowa, skanowanie w zakresie 29–450 m/z, opóźnienie rozpuszczalnikowe 2,80 min



Ryc. 8. Zestawienie liczby cząstek ujawnionych na kanapach pojazdów z podziałem na klasy GSR.

GSR – PbSbBa w liczbie 11 sztuk. Tak jak w odniesieniu do mikrośladów z dłoni, rozkład wyników z podziałem na klasy GSR przedstawiono na rycinie 8, na której



Ryc. 9. Zestawienie wyników badań ekstraktów sporządzonych z filtrów ELAVAK z mikrośladami pobranymi z powierzchni kanap.

znajduje się wykres pudełkowy oraz sumaryczne zestawienie liczby cząstek GSR w poszczególnych klasach. Ponownie najliczniej reprezentowaną klasą GSR na powierzchni kanap był ołów i jego stopy. Poza cząstkami GSR na kanapach stwierdzono również liczne cząstki środowiskowe, wśród których przeważały stopy żelaza i krzesiwo z zapalniczek. W porównaniu z mikrośladami z dłoni licznosc mikrodrobin mosiądzu była zdecydowanie mniejsza.

Badania metodą chromatografii gazowej

Filtry z ładunków ELAVAK wyekstrahowano metanolem, uzyskane roztwory zdekantowano i przesączono. Przed właściwymi badaniami wykonano próbę kontrolną, która polegała na ekstrakcji pustego filtra. W próbce kontrolnej nie stwierdzono składników prochów bezdymnych. Ekstrakty poddano badaniam, wykorzystując chromatograf gazowy Thermo Finnigan Trace GC sprzężony ze spektrometrem mas Thermo Finnigan Polaris Q w warunkach ustalonych dla badania m.in. organicznych pozostałości powystrzałowych. Celem badań było ujawnienie ewentualnych składników prochów bezdymnych, takich jak: difenylamina, centralit etylu, centralit metylu, naftalen oraz ftalany. Zestawienie parametrów akwizycyjnych urządzenia zebrano w tabeli 3.

W 15 z 38 przebadanych ekstraktów nie stwierdzono substancji będących przedmiotem badań. W 13 próbkach ujawniono difenylaminę w ekstrakcie, przy czym

w 9 z 13 przypadków na stoliku GSR z mikrośladowami pobranymi z tej samej kanapy obecne były również cząstki GSR. Ponadto ujawniono substancje kontrolowane ustawą o przeciwdziałaniu narkomanii: w trzech roztworach stwierdzono kokainę oraz w jednym tetrahydrokanabinol (THC). Podsumowanie uzyskanych wyników przedstawiono na rycinie 9.

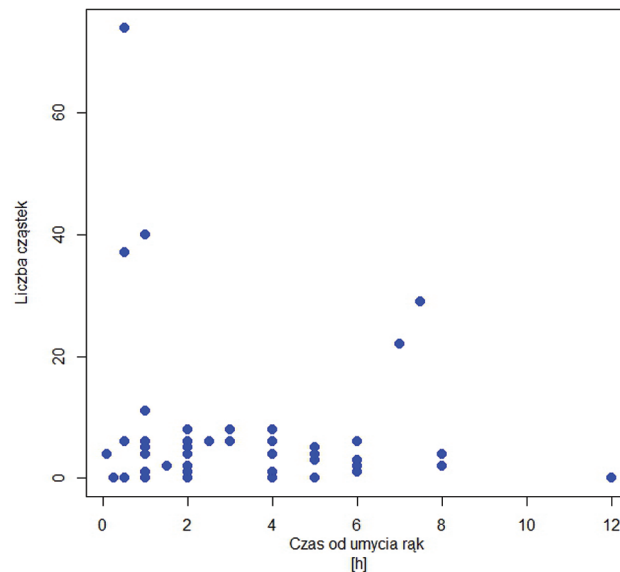
Analiza uzyskanych wyników

Przeprowadzone badania wykazały, że dłonie policjantów są zanieczyszczone cząstkami GSR, wśród których dominują cząstki zgodne oparte głównie na ołowiu i jego stopach. Pomimo niewielkiej specyficzności tych cząstek występują one w wynikach większości pozytywnych opiniowanych spraw. Na podstawie prowadzonych od 2014 r. statystyk można stwierdzić, że cząstki te stanowią 16% wszystkich zidentyfikowanych cząstek, z uwzględnieniem również tych niemających związku z bronią palną i określanych jako środowiskowe. Z kolei cząstki o składzie PbSbBa stanowią około 2% wszystkich cząstek, częstotliwość ich występowania na dłoniach jest więc zdecydowanie niższa niż ołowiu. Analizując wykres pudełkowy, można zauważyć, że jedynie w odniesieniu do cząstek dotyczących ołowiu (Pb i PbSb) mediana z wyników w klasie różni się od zera, co wskazuje na to, że poziom zanieczyszczenia ołowiem dłoni policjantów jest istotny. Ślady antymonu w ołowiu mogą pochodzić zarówno z siarczku antymonu (III) używanego jako paliwo w materiale inicjującym spłonek, jak też z rdzeni pocisków, ponieważ dodatek antymonu poprawia twardość ołowiu. W przypadku cząstek charakterystycznych problem jest bardziej złożony, gdyż poza dwoma ekstremalnymi wynikami, które dotyczą policjantów uprawiających strzelectwo sportowe, poziom zanieczyszczenia tymi wysoce specyficznymi cząstkami GSR nie przekroczył trzech cząstek u jednej osoby. Porównując otrzymane wyniki z tymi uzyskanymi przez innych badaczy (tabela 4), można zauważyć, że poziom kontaminacji cząstkami PbSbBa jest porównywalny z danymi przytoczonymi w literaturze.

Istotnym czynnikiem w analizie tych wyników jest również kontekst kulturowy, gdyż w porównaniu ze Stanami Zjednoczonymi czy Australią policjanci

w Polsce zdecydowanie rzadziej sięgają po broń w trakcie pełnienia służby.

Nie stwierdzono natomiast zależności między liczbą cząstek GSR na dłoniach a czasem, który upłynął od ostatniego mycia rąk; jej wizualizacja znajduje się na rycinie 10.



Ryc. 10. Zależność liczby ujawnionych cząstek GSR na dłoniach od czasu, który upłynął od ostatniego umycia rąk.

Mogło to być spowodowane przede wszystkim niemożnością precyzyjnego określenia czasu tej czynności. Z uwagi na relatywnie niski poziom cząstek GSR na dłoniach policjantów obecność tych cząstek mogła być również spowodowana ciągłą autokontaminacją z elementów umundurowania oraz z broni w kaburze i pozostać na stałym poziomie. Pomimo kontaktu z bronią w momencie jej zdawania i pobierania, które to czynności wiązały się ze sprawdzeniem broni i kontaktem z nią, u żadnego z policjantów nie stwierdzono wysokiego poziomu cząstek GSR – powyżej 100 sztuk – o którym mowa w niektórych cytowanych pozycjach literaturowych.

Tabela 4. Porównanie częstotliwości występowania cząstek charakterystycznych na dłoniach policjantów w odniesieniu do danych literaturowych.

	Gialamas i inni (1995)	Gerard i inni (2013), Toronto	Gerard i inni (2013), hrabstwo York	Cook (2016)	Brożek-Mucha (2014)	Niniejsza praca
Odsetek policjantów z cząstkami PbSbBa na dłoniach	7%	25%	60%	67%	30%	18%
Liczność PbSbBa	<2	<8	<16	od 1 do ponad 100	od 1 do ponad 100	1–27

Poziom kontaminacji kanap radiowozów cząstkami GSR jest niemal trzykrotnie niższy niż dłoni policjantów w odniesieniu do liczby ujawnionych cząstek charakterystycznych. Poza dwoma stolikami liczba cząstek GSR jest niższa niż 10 i nie przekracza liczby 2 cząstek charakterystycznych na pojazd. Oprócz cząstek GSR na 13 kanapach stwierdzono obecność śladów difenyloaminy – związku chemicznego, który powszechnie wykorzystywany jest jako stabilizator w prochach bezdymnych i poza tym zastosowaniem trudno wskazać inne racjonalne wytłumaczenie obecności tej substancji w radiowozach. Obecność difenyloaminy w 9 z 13 przypadków pokrywa się z ujawnieniem cząstek GSR na badanych kanapach, co wzmacnia tezę o balistycznym pochodzeniu tego związku chemicznego. Na powierzchni kanap ujawniono również ślady kokainy i tetrahydrokanabinolu – substancji odpowiedzialnej za biologiczną aktywność zieleń konopi. Obecność śladów substancji narkotycznych jest konsekwencją profilu zatrzymanych, którzy najczęściej podróżują jako pasażerowie policyjnych radiowozów. Poziom kontaminacji cząstkami GSR polskich radiowozów jest wyższy niż raportowany przez badaczy z Ameryki Północnej, a podobny do tego, który został udokumentowany w pojazdach szwedzkiej policji (tabela 5).

Należy rozważyć, jakie przełożenie mają uzyskane wyniki na opiniowanie w sprawach, w których badane są mikroślady i odzież od osób podejrzanych o użycie broni palnej. Zgodnie ze stosowaną metodologią obecność już trzech cząstek charakterystycznych albo pięciu lub więcej cząstek zgodnych dwuskładnikowych, albo dziesięciu bądź większej liczby cząstek zgodnych jednoskładnikowych uprawnia do sformułowania pozytywnego wyniku testu jakościowego na obecność pozostałości powystrzałowych. W przypadku gdy podczas czynności koniecznych do zatrzymania podejrzanego, np. w związku z kajdankowaniem, dochodzi do kontaktu fizycznego policjanta z podejrzanym, należy uwzględnić możliwość transferu cząstek GSR. Jeżeli policjant dokonujący zatrzymania nie użył broni palnej, to liczba przeniesionych cząstek GSR nie może być znacząca, gdyż kontaminacja dłoni policjantów jest na poziomie kilku cząstek charakterystycznych. Ryzyko to wzrośnie, jeżeli zatrzymania dokonają antyterrorysty bądź też policjanci, którzy z racji częstszego kontaktu z bronią palną (strzelectwo sportowe, myślistwo) mogą mieć wyższą liczbę cząstek GSR na swoim

ciele. Odnosząc powyższe wnioski do tych otrzymanych przez Sebastiana Charles'a w scenariuszu pierwszym, można powiedzieć, że finalny poziom kontaminacji aresztanta może być zbliżony do tego, jaki występuje na dłoniach policjanta, i w tych przypadkach realne może być uzyskanie wyniku fałszywie pozytywnego.

Ryzyko zanieczyszczenia osoby zatrzymanej w wyniku przewożenia na tylnej kanapie radiowozu wydaje się znacznie niższe niż to, jakie niesie kontakt fizyczny. Jedynie w przypadku 2 na 38 pojazdów liczba cząstek GSR byłaby wystarczająca do skutecznego zanieczyszczenia osoby zatrzymanej, tak aby mógł wystąpić błąd pierwszego rodzaju. Nawet wówczas szansa naniesienia cząstek GSR na okolice dłoni, na których cząstki GSR osadzają się w wyniku strzału, byłaby niższa niż zanieczyszczenie odzieży osoby przewożonej.

Wnioski końcowe

Kontaminacja dłoni policjantów oraz tylnych kanap radiowozów jest faktem, który potwierdzają przeprowadzone badania. Jej poziom nie jest na tyle duży, aby szansa przeniesienia pozostałości powystrzałowych z policjanta na osobę zatrzymaną bądź z pojazdu policyjnego na odzież osoby przewożonej dyskredytowała każde wykonane badania na obecność cząstek GSR. Ryzyko takie jednak istnieje, a jego zminimalizowanie wymaga podjęcia przez organy ścigania kompleksowych działań. Dobrym krokiem w tę stronę, co już widoczne jest w garnizonie stołecznym, jest używanie amunicji bezołowiowej. Powszechnie wykorzystywanie amunicji bezołowiowej przez policjantów ma korzystny wpływ na zdrowie ze względu na zmniejszoną toksyczność gazów prochowych oraz redukuje ryzyko kontaminacji osób postronnych cząstkami GSR. Sytuacją idealną byłoby używanie takiej amunicji przez całą formację, a docelowo wdrożenie programu znakowania amunicji używanej przez polską Policję – tak aby móc identyfikować cząstki GSR pochodzące z broni służbowej. Należałoby również wykonywać czynności kryminalistyczne takie jak np. zabezpieczenie mikrośladów z dłoni, o ile jest to w danym przypadku możliwe, od razu na miejscu zdarzenia, aby ograniczyć utratę mikrośladów oraz ich niekontrolowany transfer w trakcie transportu. W uzasadnionych przypadkach celowe byłoby również zabezpieczenie próbek kontrolnych od funkcjonariuszy dokonujących zatrzymania.

Tabela 5. Porównanie częstotliwości występowania cząstek charakterystycznych na kanapach radiowozów w odniesieniu do danych literaturowych.

	Berk i inni (2007)	Gerard i inni (2013)	Pettersson (2003)	Niniejsza praca
Odsetek pojazdów z cząstkami PbSbBa na kanapach	1%	6%	25%	24%
Liczność PbSbBa	<2	<3	12 i więcej	1–11

Jeżeli odzież osoby zatrzymanej ma być przedmiotem późniejszych badań – nie tylko chemicznych – należałoby zastosować w pojazdach jednorazowe pokrowce na siedzisku bądź w taki jednorazowy kombinizon zaopatrzyć przewożonego zatrzymanego.

Źródła rycin i tabel:

Ryciny 1–10: autor

Tabela 1: Charles, Geusens, 2011

Tabele 2–5: autor

Bibliografia

1. Berk, R.E., Rochowicz, S.A., Wong, M., Kopina, M.A. (2007). Gunshot residue in Chicago police vehicles and facilities: An empirical study. *Journal of Forensic Sciences*, 52.
2. Brożek-Mucha, Z. (2014). On the prevalence of gunshot residue in selected populations – An empirical study performed with SEM-EDX analysis. *Forensic Science International*, 237C(1).
3. Charles, S., Geusens, N. (2011). A study of the potential risk of gunshot residue transfer from special units of the police to arrested suspects. *Forensic Science International*, 216.
4. Cook, M. (2016). Gunshot residue contamination of the hands of police officers following start-of-shift handling of their firearm. *Forensic Science International*, 269.
5. Filewicz, A. (2001). *Kryminalistyczne badania pozostałości po wystrzale z broni palnej (GSR)*. Warszawa: Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Komendy Głównej Policji.
6. Gerard, V.R., Lindsay, E., McVicar, J.M., Randall, E., Gapinska, A. (2013). Observations of gunshot residue associated with police officers, their equipment, and their vehicles. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 45.
7. Gialamas, M.D., Rhodes, F.E., Sugarman, A.L. (1995). Officers, their weapons and their hands: An empirical study of GSR on the hands of non-shooting police officers. *Journal of Forensic Science*, 40(6).
8. Hogg, R.S., Hunter, C.B., Smith, R. (2015). Elemental characterization and discrimination of nontoxic ammunition using scanning electron microscopy with energy dispersive X-ray analysis and principal components analysis. *Journal of Forensic Sciences*, 61.
9. Pettersson, S. (2003). What conclusions can be drawn from the presence of gunshot residues. *Forensic Science International*, 136.
10. Sellier & Bellot (2015). Boxer type primer with NERO-XIN composition. *Safety Data Sheet*, www.sellierbellot.us/index.php/download_file/view/677/144/.
11. Wallace, S.J. (1990). Chemical aspects of firearms ammunition. *AFTE Journal*, 22.