

Metody biometryczne i ich stosowanie w działaniach wykrywczych Policji

Edyta Kot^{1*}, Anna Jurga¹, Ewa Kartasińska¹, Ewa Lewandowska¹, Sławomir Paśko²

¹ Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji

² Politechnika Warszawska

* autor korespondencyjny: edyta.kot@policja.gov.pl

Streszczenie

Biometria stanowi jedną z podstawowych technik wykrywczych stosowanych na co dzień w działaniach organów ścigania. Podobnie jak inne techniki podlega ona ciągłym zmianom. Niniejszy artykuł ma na celu przybliżenie tego, co było w przeszłości, tego, co jest teraz, i tego, co pojawi się w najbliższej przyszłości. Zaprezentowano w nim sposób gromadzenia wybranych danych, jak również systemy wykorzystywane do ich przetwarzania. Dodatkowo zamieszczono praktyczne wskazówki dotyczące tego, jak poszczególne dane biometryczne powinny być pobierane, oraz – w odniesieniu do konkretnych przypadków – wytłumaczono, dlaczego procedura pobierania danych przebiega w ten, a nie inny sposób, i jakie to ma znaczenie dla późniejszego ich przetwarzania. Ponieważ przy pobieraniu materiału niekiedy pojawiają się problemy, toteż zostały one zaprezentowane wraz z omówieniem przyczyn. Poza informacjami dotyczącymi aspektów technicznych w artykule można znaleźć odniesienia do aktów prawnych regulujących kwestie związane z biometrią.

Słowa kluczowe: biometria, dane daktyloskopijne, DNA, wizerunek twarzy, RapidHIT, Live Scanner

Wstęp

Biometria jako nauka kojarzy się wszystkim bardzo mocno z wizerunkiem, gdyż wizerunek twarzy człowieka to w istocie jego „wizytówka”. Obraz twarzy pozwala na co dzień rozpoznawać ludzi, odczytywać ich emocje, oceniać charakter, wiek, a nawet stan zdrowia.

W żadnej z ustaw nie ma definicji wizerunku. Poczne znaczenie tego słowa określa *Słownik Języka Polskiego* PWN. Napisano w nim, że wizerunek to „czyjaś podobizna na rysunku, obrazie, zdjęciu itp., ale także sposób, w jaki dana osoba lub rzecz jest postrzegana i przedstawiana”. Innymi słowy, można powiedzieć, że wizerunek to podobizna człowieka, i nie jest ważne, w jaki sposób powstała, lecz ważne, by daną osobę na jego podstawie można było rozpoznać. Rozpoznanie sprawców przestępstw w celach poszukiwawczych znane było już w starożytności. Odkrył to R. Heind, badając papyry egipskie, na których spisane były listy gończe. Jako przykład przytoczył list gończy z 145 r. p.n.e., wydany w Aleksandrii w Egipcie: „Młody niewolnik Arystogenes, s. Giuzupusa, zbiegł z Aleksandrii. Na imię ma Herman, zwany jest także Nejlesenem, z urodzenia jest Syryjczykiem, liczy 18 lat, wzrostu średniego, bez zarostu. Ma proste nogi, w brodzie ma dołeczek, na lewej stronie nosa ma brodawkę w kształcie ziarna soczewicy. Powyżej lewego kącika ust ma bliznę. Na prawym nadgarstku ma wytatuowany znak niewolniczy. Ubrany był w chlamys i fartuch skórzany” (Kozieł, Dębiński, 1992).

Oprócz opisu do rozpoznawania przestępców stosowano również okaleczenia i piętnowanie. Na przykład

Kodeks Hammurabiego przewidywał prawo *manus* (ucinięcie ręki za kradzież). Pierwsze próby oznaczania osób w celu ich rozpoznania stosowano już w imperium rzymskim – przez okaleczenia (nacinanie skóry, wypalanie znaku) cechowano niewolników w celu utrudnienia im ucieczki. We Francji w XIV–XVIII w., a w Rosji do XIX w. stosowano piętnowanie przestępców przez wypalanie znaków na ich ciele. We Francji na ciele złodzieja stawiano literę „V”, a recydywisty – „VV”. W Rosji w 1637 r. wprowadzono zasadę piętnowania przestępców w celach dowodowych. Znaki piętna nanoszono na twarzy – litera „B” identyfikowała złodzieja (w języku rosyjskim – *wor*). Opisane wyżej okaleczenia i piętnowanie umożliwiały rozpoznanie, a nawet identyfikację człowieka po znakach szczególnych, dodanych do wyglądu zewnętrznego. Problemem tym bliżej zainteresował się Alphonse Bertillon, znany francuski kryminalistyk i uczonec. Zainicjował on systematyzowanie cech wyglądu zewnętrznego i tym samym zapoczątkował dziedzinę, którą nazwał antropometrią (Kozieł, Dębiński, 1992).

Wraz z rozwojem cywilizacji i techniki powstawały nowe metody rozpoznawania i identyfikacji sprawców. Służby utrzymujące porządek w państwie początkowo stosowały zabiegi takie jak „parada zatrzymanych”. Twórcą tej metody był Eugène-François Vidocq. Polegała ona na tym, że grupa więźniów tworzyła koło i spacerowała wokół agentów, którzy im się przyglądali i dzięki temu mogli zapamiętać ich rysopisy. Rozwój nauk przyrodniczych i technicznych sprawił, że rozpoznanie osoby wyłącznie za pomocą „parady

zatrzymanych” było metodą znakomitą na początku wieku, jednakże z czasem stało się przestarzałe i mało skuteczne. Potrzebna była identyfikacja pewna, opierająca się nie tylko na zawodnej pamięci garstki detektywów, a zatem identyfikacja naukowa (Kędzierska, 2007). Odkrycia biologów, chemików i fizyków okazały się przydatne w pracy organów ścigania. Tak rozwinęła się kryminalistyka, której początki sięgają drugiej połowy XIX w., kiedy to po raz pierwszy posłużono się odciskami palców w identyfikacji podejrzanych, zastosowano fotografię kryminalistyczną oraz zwrócono uwagę na ślady pozostawione na miejscu przestępstwa, które następnie wykorzystywano w procesie wyjaśnienia zbrodni.

Znaczący krok w kryminalistyce nastąpił za sprawą Alphonse’a Bertillona, który opracował i wdrożył antropometrię jako technikę pomocną w identyfikacji osoby. Pomysł naukowy opierał się na założeniu, że niektóre wymiary ludzkiego ciała (wzrost, obwód głowy, długość ręki) są niezmiennie od momentu osiągnięcia przez człowieka dojrzałości. Ten sam uczyony opracował również metodę fotografowania osób, wprowadzając liczne innowacje techniczne, dotyczące m.in. samego aparatu, odległości między aparatem a obiektem, pozycji fotografowanego – od przodu (*en face*) i widok z boku (z profilu), rodzaju oświetlenia itp. Jest ona stosowana do dnia dzisiejszego.

Obecnie oprócz wizerunku twarzy nieocenioną rolę w identyfikacji osób odgrywają znane od ponad stu lat linie papilarne oraz profil DNA, zwany czasem genetycznym odciskiem palca. W 1987 r. w Wielkiej Brytanii po raz pierwszy wykorzystano badania genetyczne do wykrycia sprawcy dwóch zabójstw i gwałtów. Od tego

czasu metoda ta jest powszechnie stosowana przez organy ścigania i wymiaru sprawiedliwości i jest jedną z najszybciej rozwijających się pod względem technologicznym. Linie papilarne i DNA zaliczane są do danych biometrycznych, które unijnymi przepisami RODO od 25 maja 2018 r. zakwalifikowane zostały do szczególnej kategorii danych osobowych. Definicja danych biometrycznych zawarta jest w artykule 4 pkt 14 RODO (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE). Zgodnie z powyższym rozporządzeniem dane biometryczne to „dane osobowe, które wynikają ze specjalnego przetwarzania technicznego, dotyczą cech fizycznych, fizjologicznych lub behawioralnych osoby fizycznej oraz umożliwiają lub potwierdzają jednoznacznie identyfikację tej osoby”. Należą do nich takie cechy jak wizerunek twarzy, DNA, tęczęwka oka, układ naczyń krwionośnych, głos, kształt małżowiny usznej lub dane daktyloskopijne (linie papilarne).

Wizerunek twarzy

Fotografia rejestracyjna to sposoby i zasady fotografowania przestępców i osób podejrzanych w celach rozpoznawczych. Zdjęcia sygnalityczne obejmują ujęcie twarzy z prawego profilu i z przodu oraz prawego i lewego półprofilu. Jeżeli fotografowana osoba lub nieznanne zwłoki mają na ciele widoczne znaki szczególne, tj.: tatuaże, blizny, znamiona, deformacje, brak palców u rąk, utrwała się je na osobnych zdjęciach. Do wykonywania zdjęć twarzy wykorzystuje się urządzenie do



Ryc. 1. Pokój przystosowany do fotografowania w siedzibie paryskiej policji.

zdjęć sygnalitycznych UDZS, a w razie jego braku specjalne krzesło obrotowe.

Zdjęcie jest utrwaleniem wizerunku osoby i stanowi materiał porównawczy w badaniach antroposkopijnych. Metodyka wykonywania tych badań powiązana jest z antropometrią, czyli metodą, która zapoczątkowała identyfikację osób i zwłok na podstawie wyglądu ciała i kośćca, z wykorzystaniem ich pomiaru. Pojawienie się tej nauki doprowadziło w efekcie do powstania dziedziny, jaką są badania antroposkopijne.

W trakcie przeprowadzania antroposkopijnych badań identyfikacyjnych analizie poddaje się poszczególne, podstawowe elementy budowy zewnętrznej osoby – głównie twarzy – oraz występowanie indywidualnych cech charakterystycznych wyglądu zewnętrznego. Na wynik badania i wnioski, stanowiące podsumowanie tych badań, wyrażające się w zajęciu stanowiska w kwestii rozstrzygnięcia zagadnienia postawionego przez organ procesowy, wpływ ma występowanie cechy, która pod jakimś względem odróżnia badany obiekt od innych obiektów. Ważne są właściwości tej cechy, tak aby na jej podstawie można było dokonać takich ustaleń, które odniosą się do końcowego wyniku badania w postaci identyfikacji grupowej lub indywidualnej. Właściwości cechy to:

- 1) liczebność cech identyfikacyjnych, przez co należy rozumieć badanie wielu cech, co powoduje potrzebę szczególnie wnikliwych poszukiwań i ustalenia jak największej liczby cech charakteryzujących identyfikowany obiekt. Im więcej cech zostanie wyznaczonych, tym wyższy stopień prawdopodobieństwa wyniku badań identyfikacyjnych;
- 2) jakość cech identyfikacyjnych – sama tylko, nawet bardzo znaczna liczba cech o niskiej jakości nie pozwoli na przeprowadzenie skutecznego ustaleń identyfikacyjnych badanego obiektu, określonego takimi cechami. Bardzo ważnym elementem jest tu wysoka jakość cech identyfikacyjnych. O jakości tej może decydować wiele czynników, np. wyrazistość cechy, trwałość cechy, jej wymierność;
- 3) swoistość cech identyfikacyjnych – czyli znamienność lub czynnik wyróżniający jeden, a co najwyżej pojedyncze elementy określonego układu. Dzięki takiej wybiórczości czy selektywności odniesienia czynnik ów uzyskuje swoją znamienność.

Przedstawione trzy właściwości cech powinny występować łącznie w odniesieniu do każdej z cech identyfikowanego obiektu (Pikulski, Kaliszczak, 1998).

W badaniach antroposkopijnych najszerze zastosowanie ma jakość cech identyfikacyjnych występujących nie tylko w obrębie wyglądu twarzy, lecz także całego ciała. Należy zaznaczyć, że w tych badaniach nie ma wymaganej liczby cech, po których wyznaczeniu możliwa jest identyfikacja osoby. W niektórych przypadkach wystarczająca może okazać się jedna cecha. Do takich cech charakterystycznych należą np. blizny, szramy, znamiona, przebarwienia skóry, zgrubienia

naskórka, tatuaże itp. Ich cechą indywidualną będzie kształt, wielkość, barwa, wypukłość i miejsce występowania (lub rozmieszczenie względem siebie). Dlatego tak ważne jest przechowywanie zdjęć osób w modelu 3D twarzy/głowy lub dużej liczby zdjęć w formacie 2D, aby umożliwić porównanie dwóch zdjęć w tym samym ustawieniu twarzy/głowy.

Ekspertyza z zakresu badań antroposkopijnych jest trudna do wykonania w przypadku źle zabezpieczonego materiału dowodowego lub źle pobranego materiału porównawczego. Od jakości technicznej i wizualnej materiału zależy zarówno możliwość wykonania badań, jak i stopień kategoryzacji ich efektu. Jakość techniczna obejmuje głównie parametry zapisu, a więc: rozdzielczość obrazu lub zapisu wideo, typ pliku i jego wielkość oraz kompresję, jaką zastosowano podczas rejestracji czy archiwizacji, rodzaj urządzenia rejestrującego. Jakość wizualna to widoczność cech porównywanych elementów, na którą wpływają: warunki zewnętrzne takie jak oświetlenie, warunki atmosferyczne, jak również mimika twarzy, jej przysłonięcie, odległość od urządzenia rejestrującego, rozmiar, skala i elementy wyglądu (okulary, zarost, makijaż).

W chwili obecnej nie jest prowadzona osobna registratura wizerunków twarzy w obrazie 3D w specjalnie przeznaczonej do tego bazie. Dane zawierające wizerunki, w postaci zdjęć sygnalitycznych, terenowych, obrazów z kamer przemysłowych oraz fotografii z prywatnych zbiorów (np. osób zaginionych), są przechowywane w Krajowym Systemie Informacyjnym Policji (KSIP). Docelowo rejestracja wizerunków powinna być prowadzona w formie elektronicznej (zbiór wizerunków twarzy, danych osobowych, cech charakterystycznych oraz dodatkowych danych umożliwiających identyfikację sprawy/rodzaju prowadzonego postępowania) oraz papierowej w ograniczonym zakresie (zbiór dokumentacji zawierającej: decyzję o rejestracji w bazie, dokumenty związane z pobieraniem wizerunków, dane osobowe i wizerunki twarzy, powiązaną korespondencję z uprawnionymi organami). Obraz 3D twarzy jest niezwykle przydatny do identyfikacji kryminalistycznej.

Rozwój technik wizualnych i wprowadzenie monitoringu w celach dowodowych oraz prewencyjnych to potwierdzenie ważności istoty wyglądu osoby w rozpoznaniu czy identyfikacji. W Polsce pierwszy monitoring zastosowano w 1997 r. w celu zmniejszenia przestępczości kryminalnej. Po dwóch latach efekty były zaskakujące, statystyki w tym zakresie spadły o 60%. Monitoring stał się więc wszechobecny. Wobec dużej liczby zabezpieczonych danych zaczęto opracowywać algorytmy do rozpoznawania osób.

Obecnie metod identyfikacji opartych na biometrii jest wiele. Bazują one jednak na śladach, których występowanie nie jest tak powszechne jak pozyskanie obrazu twarzy, szczególnie w czasach stosowania na ogromną skalę monitoringu (banki, urzędy, komunikacja miejska, monitoring miasta). Systemy

biometryczne do rozpoznawania osób bazują głównie na wyglądzie zewnętrznym twarzy. Twarz została także uznana za bazową informację o osobie, przedstawianą w dokumentach biometrycznych. Technologie wykorzystujące rozpoznawanie osób na podstawie twarzy są nieinwazyjne, bezkontaktowe i najbardziej naturalne, nieograniczające w żaden sposób ruchów osoby. Coraz częściej stosowane są więc nie tylko pojedyncze obrazy, lecz także zapis wideo. Na analizie zarówno zdjęć, jak i zapisów wideo bazują badania antroposkopijne, których specyfika umożliwia identyfikację osoby na podstawie materiału pozyskiwanego w sposób nieinwazyjny i powszechny, mają one więc coraz większe zastosowanie w kryminalistyce. Weryfikacja na podstawie twarzy jest sposobem najbardziej naturalnym, a jednocześnie najbardziej skomplikowanym. Pomimo że prace nad tą metodą identyfikacji trwają już od 50 lat, nadal pozostaje ona w fazie eksperymentów. Proces identyfikacji twarzy przebiega zwykle w trzech etapach:

- lokalizacja twarzy,
- wyodrębnienie cech charakterystycznych,
- identyfikacja.

Najstarsza spośród technik identyfikacji na podstawie twarzy jest technika „twarzy własnych” (ang. *eigenfaces*) rozwinięta przez M. Turka i A. Pentlanda w 1991 r. Jej podstawę stanowi duża liczba obrazów twarzy zawartych w bazie danych systemu identyfikacyjnego. Pierwszym krokiem jest podział przechowywanych obrazów na podgrupy, które charakteryzują się największym stopniem podobieństwa, krok drugi to stworzenie, na podstawie wyodrębnionej grupy, „twarzy własnej”. Zatem „twarz własna” to graficzna reprezentacja cech najbardziej i najmniej podobnych w danej grupie. „Twarze własne” traktowane są jako twory złożone z wielu różnych składników, z których przez odpowiednią ich kombinację system jest w stanie utworzyć twarz dowolnej osoby, by następnie porównać ją z obrazem przechowywanym w swojej bazie danych. Im większa liczba „twarzy własnych”, tym lepsza skuteczność systemu, chociaż poprawną identyfikację można uzyskać na podstawie „jedynie” ok. 100 „twarzy własnych”. Wadą tej techniki jest to, że prawidłowa identyfikacja zależy od podobnego (w stosunku do obrazu znajdującego się w bazie danych) oświetlenia, pozy czy miny identyfikowanej osoby. Wystarczy uśmiech, by system identyfikacyjny odrzucił obraz (Gutowska, Stolc, 2004).

Pomimo niedoskonałości algorytmów ciągle słyszy się o systemach do identyfikacji osoby na podstawie różnych cech, takich samych, jakie bada także kryminalistyka. Czy wynik działania określonego systemu to jednak identyfikacja, czy tylko weryfikacja bodźca wpływowego z tym zapisanym w jego bazie? Identyfikacja i rozpoznanie to słowa określające zupełnie odmienne procesy, jak również powodujące różne następstwa ich zastosowania. Identyfikacja osoby jest

niezwykle szerokim zagadnieniem, wymagającym w konkretnych przypadkach stosowania osiągnięć nauki i techniki z wielu dziedzin. Niewiele węższy zakres mają czynności dokonywane w ramach identyfikacji kryminalistycznej, która zazwyczaj wymaga interdyscyplinarnej współpracy biegłych i stosowania różnych metod badawczych w zależności od stanu materiału badawczego w celu uzyskania wyniku, jakim jest stwierdzenie tożsamości osoby. Rozpoznanie natomiast nie wymaga stosowania metod badawczych i nie ma znaczenia tak twierdzącego jak identyfikacja.

Biometryczne techniki w praktycznych zastosowaniach zajmują się przede wszystkim weryfikacją osób (porównują uzyskane cechy z zapisaną wcześniej próbką, czyli dokonuje się wyboru jednego z wielu i weryfikuje), a w mniejszym stopniu ich rozpoznaniem, kiedy to uzyskane z pomiaru cechy należy porównać z każdą zapisaną w bazie próbką. Nie zawsze otrzymany wynik jest wystarczająco wiarygodny, gdyż oprócz innych czynników, które mają wpływ np. na zarejestrowany na miejscu zdarzenia obraz, należy pamiętać, że cechy, o których mowa, ulegają zmianom w ciągu życia. O ile w wielu zastosowaniach nie jest to problemem, o tyle identyfikacja kryminalistyczna dokonywana głównie w celach dowodowych nie może zawierać nawet 1% niepewności.

Dane daktyloskopijne

Wielki krok w biometrii poczyniono dzięki daktyloskopii. Linie papilarne stanowią unikatową cechę, która pozostaje niezmienna w trakcie ludzkiego życia. Cecha ta w zestawieniu z ich niepowtarzalnością jest wykorzystywana do identyfikacji osób. Zainteresowanie danymi biometrycznymi, jakimi są m.in. linie papilarne, sięga czasów starożytnego Babilonu, jednak wówczas prawdopodobnie nie wiedziano, że ich odciski mogą posłużyć do identyfikacji człowieka. Dopiero na przełomie XIX i XX w. identyfikacja daktyloskopijna stała się skuteczną metodą zwalczania przestępczości (Moszczyński, 1997). Po odzyskaniu niepodległości przez Polskę od 1919 r. Policja Państwowa zaczęła coraz powszechniej wykorzystywać daktyloskopię w pracy wykrywczej (Buras, 2009). Lata 20. XX wieku to początek gromadzenia przez Policję Państwową kart daktyloskopijnych osób podejrzanych o popełnienie przestępstw. Początkowo pobrane karty daktyloskopijne przesyłane były do centralnej kartoteki prowadzonej przez Centralną Służbę Śledczą, a kartoteka ta przez długie lata funkcjonowała wyłącznie w formie papierowej (Buras, 2009). W 2000 r. się to zmieniło i od tego czasu Centralna Registratura Daktyloskopijna prowadzona jest zarówno w wersji papierowej, jak i elektronicznej. W tym samym roku zakupiono i uruchomiono w polskiej Policji pierwszy profesjonalny System Identyfikacji Daktyloskopijnej (AFIS) firmy Sagem. Dziesięć lat później system ten został zmodernizowany do nowszej wersji 4.0. Obecnie trwają prace nad *upgrade* (modernizacją) AFIS do wersji MBIS. Do

końca 2020 r. w AFIS zgromadzono 4 117 382 karty daktyloskopijne i 111 224 obrazy NN śladów z miejsc zdarzeń. W 2020 r. wprowadzono 49 313 kart daktyloskopijnych, 40 284 odbitki dłoni i 3017 obrazów NN śladów. Odnotowano 20 428 hitów, w tym 18 603 karta/karta, 53 karta/ślad, 1772 ślad/karta. Za pomocą urządzeń do szybkiej identyfikacji osób na podstawie linii papilarnych wykonano 20 403 weryfikacje ich tożsamości, odnotowując 6418 hitów.

Zbiór danych daktyloskopijnych prowadzony jest na zasadach określonych w art. 21h–21n ustawy o Policji (Ustawa z dnia 6 kwietnia 1990 r. o Policji, 1990).

Karty daktyloskopijne osób podlegających rejestracji sporządza się metodą tuszową lub w sposób elektroniczny. Do wykonania daktyloskopii tuszowej używa się poduszki tuszowej, wałka oraz karty daktyloskopijnej. Najpierw pobierane są odbitki z palców prawej ręki, a następnie lewej. Daktyloskopowanie rozpoczyna się od wielkiego palca, a kończy na małym. Palce prawej ręki przetaczane są najpierw na poduszce daktyloskopijnej, a następnie na karcie zgodnie z ruchem wskazówek zegara, palce lewej ręki zaś w przeciwnym kierunku. Po przetoczeniu pojedynczych opuszek palców wykonuje się odbitki kontrolne czterech palców, od wskazującego do małego, przez jednoczesne ich docięnięcie w odpowiednim miejscu na karcie daktyloskopijnej. Odbitki kontrolne wielkich palców wykonuje się przez jednoczesne przetoczenie ich od zgięcia falangowego w kierunku czubków palca. Odbitki dłoni pobiera się za pomocą specjalnego wałka daktyloskopijnego, na który układana jest kartka papieru lub karta cheiroskopijna, a następnie przetaczana dłoń od nadgarstka w kierunku palców.

Na całym świecie wykonywanie kart daktyloskopijnych metodą tuszową nastroczało daktyloskopującym wielu problemów, w związku z tym pod koniec lat 80. ubiegłego stulecia rozpoczęto prace mające na celu opracowanie nowej, lepszej metody pozyskiwania odbitek linii papilarnych. Prace te zaowocowały powstaniem urządzeń do elektronicznego pobierania odbitek linii papilarnych. Są nimi Live Scannery, które mają jedną wspólną cechę, nie stosuje się w nich tuszu. Obrazy odbitek palców są pobierane elektronicznie i „na żywo” trafiają do bazy. Live Scanner wraz z aparatem fotograficznym wbudowanym w kabinę z fotelem obrotowym wchodzi w skład stanowiska do pełnofunkcyjnej elektronicznej rejestracji danych identyfikacyjnych osób. Obecnie w polskiej Policji funkcjonuje 385 takich stanowisk.

Pobieranie danych daktyloskopijnych na stanowisku do pełnofunkcyjnej elektronicznej rejestracji danych identyfikacyjnych osób poprzedzone jest rejestracją faktu daktyloskopowania konkretnej osoby w konkretnej sprawie. Odbywa się to za pomocą systemu KSIP. Policjant po wprowadzeniu danych osobowych do KSIP generuje plik zawierający dane o osobie i o przestępstwie, a następnie przesyła go do aplikacji zainstalowanej na stanowisku do rejestracji danych

identyfikacyjnych osób. Po uruchomieniu aplikacji na stanowisku osoba daktyloskopująca wybiera tryb rejestracji (kryminalna, administracyjna, wywiad) i po uzyskaniu informacji o gotowości urządzenia do skanowania przystępuje do procesu daktyloskopowania. Zawsze rozpoczyna się od zeskanowania lewej i prawej dłoni, następnie jednoczesnego zeskanowania odbitek czterech palców lewej ręki, tzw. odbitek kontrolnych, dalej prawej ręki oraz odbitek kontrolnych obu wielkich palców. Pobrane w ten sposób odbitki kontrolne prawej i lewej ręki służą w procesie daktyloskopowania do weryfikacji kolejności skanowania odbitek przetwarzanych kolejno palców (od wielkiego do małego palca). Bardzo ważną funkcjonalnością aplikacji jest kontrola jakości zeskanowanych obrazów odbitek linii papilarnych palców i informacja o błędzie w przypadku nieosiągnięcia założonego progu jakości. Wszystkie dane wysyłane z pełnofunkcyjnych stanowisk do centralnego systemu odbiorczego FingerPrint, zlokalizowanego w Centralnej Registraturze Daktyloskopijnej w Centralnym Laboratorium Kryminalistycznym Policji, są autoryzowane podpisem elektronicznym. Wygenerowanie podpisu umożliwia specjalny klucz, zwany tokenem.

Oprócz postępowań kryminalnych Policja i Straż Graniczna prowadzą postępowania administracyjne, w ramach których sporządza się karty daktyloskopijne cudzoziemców. Czynności te realizowane są również na stanowiskach pełnofunkcyjnych do rejestracji danych identyfikacyjnych osób lub na Live Scannerach (w Straży Granicznej). Daktyloskopowanie cudzoziemca nie różni się od analogicznej procedury w ramach rejestracji kryminalnej, z wyjątkiem pobierania odbitek linii papilarnych dłoni, których nie pobiera się podczas rejestracji cudzoziemca.








W przypadku wykorzystania tej techniki niestety nie udało się wyeliminować wszystkich niepożądanych zjawisk towarzyszących daktyloskopowaniu. Do czynników wpływających na jakość odbitek linii papilarnych należą:

- czystość i suchość skóry,
- równomierny nacisk do pryzmatu,
- stabilność przetwarzania,
- właściwe ułożenie na oknie skanera,
- zniszczenie naskórka,
- przykurcz dłoni i palców,
- występowanie blizn i deformacji.


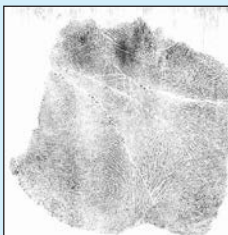

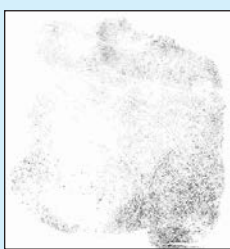

Bez względu na metodę wykonania daktyloskopowania (tuszowa czy elektroniczna) funkcjonariusze daktyloskopujący popełniają podobne błędy. W tabeli 1 zestawiono najczęściej zdarzające się błędy podczas daktyloskopowania za pomocą Live Scannera.

Sposób pobierania i uzyskiwania przez Policję informacji w formie odbitek linii papilarnych oraz sposób sporządzania kart daktyloskopijnych reguluje rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 28 stycznia 2020 r. w sprawie kart daktyloskopijnych (Dz.U. z 2020 r., poz. 173), rozporządzenie

Tab. 1. Zestawienie najczęściej popełnianych błędów podczas daktyloskopowania osób za pomocą Live Scannera.

Odbitka linii papilarnych pobrana prawidłowo	Opis	Odbitki linii papilarnych wykonane niepoprawnie	Wyjaśnienie przyczyn nieprawidłowo pobranych odbitek linii papilarnych
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dobra jakość pobranej odbitki linii papilarnych. 2. Widoczny wzór linii papilarnych. 3. Palec został przetoczony. 4. Widoczna linia falangowa. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Brak górnej części opuszki palca. 2. Zbyt duży obszar pod linią falangową.
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Brak widocznej części odbitki w okolicy obszaru linii falangowej (niewłaściwie przetoczony palec – nierównomierny docisk).
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Odbitka linii papilarnych palca z lewej strony ucięta.
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Brak górnej części opuszki palca. 2. Widoczne ślizgi boczne i wzdłużne oraz zniekształcenia na odbitce.
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Palec zabrudzony, zatłuszczony lub bardzo spocony. 2. Zbyt mały obszar przetoczenia – palec przyłożono, a nie przetoczono. 3. Brak widocznego zgięcia falangowego. 4. Zbyt duży nacisk palca na pryzmat.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Palec zbyt suchy, wymaga nawilżenia kremem do rąk. 2. Zbyt mały obszar przetoczenia, palec przyłożony, a nie przetoczony. 3. Zbyt mały nacisk palca na pryzmat. 		

Tab. 1. Cd.

Odbitka linii papilarnych pobrana prawidłowo	Opis	Odbitki linii papilarnych wykonane niepoprawnie	Wyjaśnienie przyczyn nieprawidłowo pobranych odbitek linii papilarnych
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Palec zabrudzony, zafuszczone lub bardzo spocony. 2. Zbyt duży nacisk palca na przyrząd. 3. Brak widocznego zgięcia falangowego.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Widoczna pełna odbitka dłoni. 2. Równomierny docisk wszystkich obszarów dłoni. 3. Dłoń czysta o właściwej wilgotności. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Nierównomierny docisk wszystkich obszarów dłoni. 2. Brak centralnej części dłoni oraz części podpalcowej.
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Zbyt słaby docisk wszystkich obszarów dłoni. 2. Dłoń bardzo sucha i nienatłuszczona. 3. Odbitka nieczytelna.
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Odbitka częściowo obcięta z lewej strony i od dołu. 2. Miejscowo zbyt duży docisk dłoni. 3. Dłoń czysta o właściwej wilgotności.

Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2020 r. w sprawie pobierania odcisków linii papilarnych oraz wymazów ze śluzówki policzków od funkcjonariuszy i pracowników Policji (Dz.U. z 2020 r., poz. 1347) oraz zarządzenie nr 28 Komendanta Głównego Policji z dnia 11 sierpnia 2020 r. w sprawie zbiorów danych daktyloskopijnych (Dz.Urz. 2020. 44).

Ze względu na bardzo dobrą opinię, jaką Live Scanner cieszy się w szeregach Policji, zdecydowano, by stał się on integralną częścią stanowiska do kompleksowego pobierania danych biometrycznych budowanego w ramach projektu „Opracowanie zaawansowanego technologicznie systemu informatycznego umożliwiającego zautomatyzowane przetwarzanie informacji zgromadzonych w kryminalistycznych biometrycznych bazach danych w celu zwalczania przestępstw lub identyfikacji osób” nr DOB-BIO10/09/01/2019 „BIOMETRIA”.

Dane DNA

Od kilkudziesięciu lat, a więc od stosunkowo niedawna, w badaniu zebranego przez śledczych materiału wykorzystywana jest analiza DNA. Kwas deoksyrybonukleinowy (DNA) zajmuje wyjątkową pozycję wśród cząsteczek chemicznych, tworzących materię żywą. W postaci liniowej sekwencji zasad w DNA zapisywana jest informacja o budowie cząsteczek białek i RNA (kwas rybonukleinowy), które z kolei determinują kompletną strukturę i wszystkie funkcje życiowe komórek oraz całych organizmów. Szczególna budowa cząsteczki DNA ma jedną ważną cechę – umożliwia precyzyjne powielenie informacji genetycznej. Jest to proces, bez którego nie byłoby możliwe rozmnażanie się organizmów i dziedziczenie cech, a zatem i proces ewolucji na Ziemi (Węgleński, 1995). DNA występuje w każdym organizmie człowieka, a organizm człowieka jest zbudowany z różnego typu tkanek, które z kolei składają się z komórek. Szacuje się, że w organizmie

człowieka znajduje się ok. 1000 bilionów komórek (10^{15}), zawierających „taką samą” cząsteczkę DNA. Każda żywa komórka, z wyjątkiem dojrziałych erytrocytów – krwinek czerwonych – jest jego źródłem (Branicki i in., 2008).

DNA jest cząsteczką szczególną, mającą m.in. podobne do linii papilarnych cechy, które przyczyniły się do jego ogromnej popularności w kryminalistyce; a mianowicie: niepowtarzalność, nieusuwalność i niezmiennosc. Niepowtarzalność (indywidualność) DNA w rejonach niekodujących (Butler, 2005) pozwala odróżnić poszczególnych ludzi od siebie, wyjątkiem są bliźniaki jednojajowe, które mają ten sam profil. Trwałość (nieusuwalność) DNA wyraża się tym, że cząsteczka ta jest umiejscowiona w jądrze komórkowym, które jest chronione przez jego ściany. Dodatkowo sama cząsteczka DNA jest dość stabilna i odporna na działanie czynników środowiskowych. Na podstawie profilu uzyskanego np. z kości można nawet zidentyfikować konkretnego człowieka długo po jego śmierci (Rothe i in., 2015). Trwałość cząsteczki DNA potwierdza także fakt wykorzystywania badań DNA, nawet po kilkudziesięciu latach, w celu dochodzenia spraw umorzonych z powodu niewykrycia sprawcy.

Analiza profilu DNA stosowana najczęściej w kryminalistyce wykorzystuje polimorfizm *loci* STR krótkich powtórzeń tandemowych – STR (ang. *short tandem repeats*). Stanowi bardzo dobre źródło informacji umożliwiającej identyfikację osób podejrzanych, osób o nieustalonej tożsamości lub ukrywających swoją tożsamość, nieznanych zwłok ludzkich, jak również pozwala na ustalanie pokrewieństwa. Na potrzeby kryminalistyki wykorzystywany jest najczęściej materiał biologiczny w postaci: krwi, śliny, nasienia, włosów, fragmentów tkanek miękkich, materiał kostny oraz tzw. ślady o charakterze kontaktowym.

Mimo że analiza DNA jest metodą dającą wysoki stopień pewności co do prawidłowości identyfikacji, obecnie w sektorze prywatnym nie są produkowane urządzenia biometryczne posługujące się DNA jako identyfikatorem (Tomaszewska-Michalak, 2015). Może to wynikać z tego, że we współczesnym świecie zwykle wymagane jest potwierdzenie tożsamości osoby w czasie rzeczywistym, np. podczas przekraczania granicy, dokonywania transakcji bankowych czy internetowych transakcji handlowych. Natomiast standardowa analiza profili DNA jest pracochłonna i trwa około 7–8 godzin (Thong i in., 2015). Ponadto wymaga warunków laboratoryjnych i jest procesem wieloetapowym, na który składa się izolacja DNA, pomiar jego ilości, amplifikacja określonych rejonów STR podczas reakcji PCR, rozdział produktów reakcji PCR podczas elektroforezy kapilarnej i w końcu ich detekcja oraz analiza profili DNA (Butler i in., 2004).

Obecnie badania genetyczne są rutynowo wykorzystywane na potrzeby organów ścigania i wymiaru sprawiedliwości. W przypadkach kiedy uzyskane w ramach opinii biegłego profile DNA śladów nieznanymi

sprawców przestępstw pozostają niezidentyfikowane, podlegają rejestracji w krajowym zbiorze danych DNA. Zbiór ten prowadzony jest na zasadach określonych w art. 21a–21e ustawy o Policji (Ustawa z dnia 6 kwietnia 1990 r. o Policji, 1990).

Informacje, w tym dane osobowe, w zależności od kategorii są wprowadzane do zbioru danych DNA na podstawie zarządzenia organu prowadzącego postępowanie przygotowawcze, sądu, zarządzenia lub wniosku właściwego miejscowo organu Policji. Przetwarzane w nim dane DNA obejmują informacje wyłącznie o niekodującej części DNA. Zbiór ten jest źródłem informacji o charakterze pozaprocesowym i stanowi nieocenione narzędzie wspomagające pracę zarówno Policji, jak i innych organów ścigania (Ćwik, 2017). Rejestrowane w nim profile DNA są porównywane w bazodanowym oprogramowaniu CODIS (ang. Combined DNA Index System) z już zgromadzonymi profilami. Oprogramowanie pozwala na wprowadzenie dużej liczby profili w tym samym czasie i ich niezwłoczne porównanie z całym zbiorem. Zautomatyzowane przeszukiwanie umożliwia stwierdzenie zgodności między profilami DNA, tzw. dopasowanie, trafienie (ang. *match* lub *hit*). W przypadku kiedy stwierdzane jest dopasowanie ślad/osoba, ślad/ślad, NN zwłoki/NN osoba/osoba, NN zwłoki/NN osoba–osoby spokrewnione z osobami zaginionymi, o fakcie tym informowane są uprawnione podmioty, tj. organy prowadzące postępowanie karne, postępowanie w sprawach nieletnich bądź czynności wykrywcze lub identyfikacyjne (art. 21c ustawy o Policji). Duża część stwierdzonych dopasowań stanowi tzw. *cold hits*, czyli trafienia, w których wytypowane osoby nie znajdowały się w kręgu osób podejrzanych.

Uzyskiwanie dopasowań skorelowane jest z liczbą zarejestrowanych profili, dlatego istotne jest, aby baza była zasilana danymi w sposób ciągły i zrównoważony, tzn. należy wprowadzać nie tylko profile NN śladów, lecz także profile referencyjne (porównawcze) (Jurga, Mondzelewski, 2017).

Do połowy 2017 r. na potrzeby zbioru danych DNA profile porównawcze (referencyjne) uzyskiwane z próbek pobranych od osób wymienionych w art. 74 k.p.k. (Ustawa z dnia 6 czerwca 1997 r. – Kodeks postępowania karnego) były oznaczane wyłącznie przez Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Policji (CLKP). Wymaz ze słuzówki policzków był pobierany na pakiet kryminalistyczny, oznakowany indywidualnym kodem kreskowym, a następnie wraz z kartą rejestracyjną próbki biologicznej oraz z zarządzeniem, o którym mowa w art. 21b ustawy o Policji, przekazywany do CLKP. Zmiana regulacji prawnych i wejście w życie zarządzenia nr 26 Komendanta Głównego Policji z dnia 10 lipca 2017 r. w sprawie wykonywania przez Policję zadań związanych z przetwarzaniem informacji o wynikach analizy kwasu deoksyrybonukleinowego (DNA) oraz prowadzeniem bazy danych DNA umożliwiły rejestrację profili DNA osób wymienionych w art. 74 k.p.k. uzyskanych na podstawie opinii

biegłego z laboratorium mającego akredytację zgodnie z normą ISO 17025, co przyczyniło się do zwiększenia rejestracji referencyjnych profili DNA od ww. osób.

W dniu 31 grudnia 2020 r. zasoby zbioru danych DNA zawierały: 129 895 profili DNA, w tym 17 483 profile NN śladów, 107 466 profili DNA podejrzanych, 1466 profili DNA NN zwłok, 37 profili DNA NN osób, 570 profili DNA osób zaginionych, 2809 profili DNA osób spokrewnionych z osobami zaginionymi oraz 64 profile funkcjonariuszy i pracowników Policji. Pod koniec kwietnia bieżącego roku weszło w życie zarządzenie nr 13 Komendanta Głównego Policji z dnia 12 kwietnia 2021 r. w sprawie zbioru danych DNA, które podtrzymało dotychczasowe zasady rejestracji profili DNA osób wymienionych w art. 74 k.p.k.

Zautomatyzowanie pracy oraz analizy otrzymanych wyników przyczyniło się do większej przepustowości w laboratoriach kryminalistycznych, a tym samym umożliwiło przebadanie dużej liczby próbek w tym samym czasie. Należy jednak zauważyć, że dotychczas profile DNA mogły być oznaczane wyłącznie w przestrzeni laboratoryjnej, co nie zawsze jest najlepszym rozwiązaniem, dlatego też od wielu lat podejmowane są prace nad rozwiązaniami pozwalającymi na uzyskanie profili DNA bezpośrednio z miejsca zdarzenia o charakterze kryminalnym, katastrofy masowej lub od osób o ustalonej tożsamości, np. aresztowanych w związku z popełnieniem przestępstwa. Nowe technologie są regularnie wprowadzane i walidowane w celu

poszerzenia możliwości laboratoriów zajmujących się wykrywaniem obecności DNA i wykazują się zwiększoną czułością i informatywnością (Butler, 2015).

Jedną z nowatorskich technologii w dziedzinie genetyki sądowej, wykorzystującą proces automatyzacji, jest technologia *rapid DNA*. Umożliwia ona szybką analizę profilu DNA wykorzystującą polimorfizm *loci STR*. Obecnie na rynku są dostępne trzy urządzenia tego typu: RapidHIT™ ID oraz RapidHIT™ 200 firmy Thermo Fisher Scientific, a także ANDE firmy ANDE Corporation. Technologia *rapid DNA* była testowana m.in. w sprawach dotyczących wykorzystania seksualnego na terenie Nepalu i w Kostaryce. Testy obejmowały ocenę próbek referencyjnych od ofiar oraz próbek dowodowych, w tym niedopałków papierosów, butelek na wodę, szklanek i prezerwatyw. Z wszystkich wymazów z jamy ustnej i 71% próbek dowodowych uzyskano profile DNA (Palmbach i in., 2014). Warto wspomnieć, że technologia *rapid DNA* zaczyna być również wykorzystywana na miejscach katastrof masowych, np. w listopadzie 2018 r. po pożarze 60 000 hektarów ziemi w hrabstwie Butte w Kalifornii (Gin i in., 2020) czy po katastrofie śmigłowca w 2019 r. w rejonie Wysp Hawajskich w paśmie klifów po północno-zachodniej stronie wyspy Kaua'i (Thermo Fisher Scientific, 2020).

Ze względu na znaczenie techniki DNA w biometrii zdecydowano, że analizator do identyfikacji osobniczej będzie częścią stanowiska konstruowanego w ramach wspomnianego już projektu DOB-BIO10/09/01/2019.



Ryc. 2. Urządzenie RapidHIT™ ID z komputerem z zainstalowanym oprogramowaniem i jednorazowymi kartridżami (ACE Sample Cartridge).

Chcąc się upewnić, że technologia *rapid DNA* jest zgodna z oczekiwaniami projektu, przeprowadzono badania walidacyjne na urządzeniu RapidHIT™ ID firmy Thermo Fisher Scientific.

Urządzenie to jest zautomatyzowaną mobilną platformą, służącą do szybkiej identyfikacji osobniczej na podstawie analizy DNA (polimorfizmu *loci* STR) materiału biologicznego. Zostało opracowane z myślą o stosowaniu nie tylko w warunkach laboratoryjnych, ale przede wszystkim na miejscu zdarzenia czy na miejscu katastrofy masowej w celu identyfikacji ofiar lub sprawców zamachów terrorystycznych. RapidHIT™ ID umożliwia obróbkę DNA (izolację, amplifikację i rozdział elektroforetyczny oraz jego analizę w postaci genotypu) w ciągu około 90 minut, praktycznie bez ingerencji człowieka. Należy jedynie umieścić wymaz ze śluzówki policzków w przeznaczonym do badania materiału porównawczego jednorazowym kartridżu (ACE Sample Cartridge) i uruchomić analizę. Z uwagi na fakt, że system jest zautomatyzowany, może być obsługiwany także przez osoby niebędące specjalistami w zakresie genetyki sądowej, a więc np. przez pracowników organów ścigania i wymiaru sprawiedliwości, pracowników podmiotów odpowiadających za bezpieczeństwo państwa na lotniskach, przejściach granicznych lub w jednostkach Policji (Thermo Fisher Scientific, 2020).

Wymiary urządzenia RapidHIT™ ID są niewielkie, tj.: 28 cm szer. × 53 cm gł. × 47 cm wys., a waga to zaledwie 28,4 kg. Jest ono podłączone do komputera (ryc. 2) z zainstalowanym oprogramowaniem RapidLINK™ oraz GeneMarker®HID STR Human Identity Software umożliwiającym analizę w sposób automatyczny.

Wyniki tak przeprowadzonej analizy DNA mogą zostać przesłane bezpośrednio do CODIS albo analizowane lokalnie (istnieje możliwość zapisania dużej liczby profili DNA na aparacie, dzięki czemu mogą być porównywane z kolejnymi uzyskiwanymi wynikami). Oprogramowanie RapidLINK™ (RapidLINK™ Software v1.0 User Guide) ma również moduł służący do analizy pokrewieństwa oraz moduł umożliwiający wykrycie kontaminacji DNA. Analiza pokrewieństwa dokonywana jest za pomocą modułu RapidLINK Kinship. Z kolei moduł RapidLINK Staff Elimination przeznaczony jest do przetwarzania i gromadzenia profili DNA osób, które ewentualnie mogłyby zakontaminować (zanieczyścić) analizowane w aparacie próbki, np. obsługujących urządzenie, wykonujących badania, pobierających próbki do badań. Moduł umożliwia automatyczną detekcję ww. kontaminacji (Kartasińska, Jurga, 2020).

W ramach realizowanego projektu urządzenie RapidHIT™ ID poddano walidacji, podczas której oceniano parametry charakteryzujące jego działanie w zakresie metody oznaczania profili DNA z materiału biologicznego w postaci śliny (wymazu ze śluzówki policzków). Parametry poddane ocenie to między innymi: czułość, balans, próg stochastyczny, odtwarzalność, test krzyżowej kontaminacji, poziom pików typu *stutter*,

zgodność i jakość oznaczanych profili genetycznych, wszechstronność metody, oznaczenie składników mieszaniny DNA, odporność na warunki środowiskowe i inhibitory, specyficzność metody. Powyższe parametry wyznaczono na podstawie rekomendacji Grupy Roboczej DNA ENFSI (ang. DNA Working Group of the European Network of Forensic Science Institutes) (ENFSI, 2010), wytycznych SWGDAM (ang. Scientific Working Group on DNA Analysis Methods) (SWGDAM, 2016) oraz dokumentu DAB-10 (Polskie Centrum Akredytacji, 2016). Walidacja wykazała, że oznaczone przez system RapidHIT™ ID profile STR prezentują wystarczająco dobrą jakość, by pozwoliły analizować materiał pobrany ze śluzówki policzków (materiał referencyjny), pobrany na wymazówkę oraz przeprowadzać przeszukania uzyskanego profilu DNA w bazach danych. Uzyskane wyniki są odtwarzalne, wiarygodne i o zgodnych genotypach. Dane wygenerowane za pomocą tradycyjnej metody ekstrakcji, kwantyfikacji i amplifikacji wraz z rozdziałem elektroforetycznym są w pełni zgodne z tymi wygenerowanymi za pomocą systemu RapidHIT™ ID. Urządzenie może być obsługiwane przez użytkowników niebędących ekspertami, gdyż jego obsługa jest prosta i nie wymaga wiedzy specjalistycznej. Należy jednak zadbać o przeszkolenie w zakresie jego obsługi. Analiza profili DNA jest przeprowadzana automatycznie przez oprogramowanie GeneMarker®HID STR Human Identity Software. Do szczegółowej obsługi ww. oprogramowania niezbędna jest wiedza specjalistyczna. Gdy oznaczony za pomocą urządzenia RapidHIT™ ID profil DNA nie kwalifikuje się do wprowadzenia do zbioru danych DNA, oprogramowanie RapidLINK™ sygnalizuje, że profil DNA wymaga sprawdzenia przez wykwalifikowanego analityka mającego wiedzę specjalistyczną w celu podjęcia decyzji, czy profil wymaga ponownej analizy.

Niewielkie wymiary i waga urządzenia RapidHIT™ ID umożliwiają jego mobilność oraz wykorzystanie poza laboratorium, np. bezpośrednio na miejscu zdarzenia. Warto podkreślić również, że kartridże, w których umieszcza się próbki materiału biologicznego w postaci wymazu ze śluzówki policzków, mogą być przechowywane w temperaturze pokojowej, tj. 15–25°C przez okres do dwóch miesięcy. Pozwala to na ich użytkowanie np. w komisariacie lub transport na miejsce zdarzenia o charakterze kryminalnym bez konieczności przechowywania w lodówce. W razie potrzeby dłuższego przetrzymywania (do sześciu miesięcy) wymagana jest temperatura 4–10°C. Niewątpliwą zaletą RapidHIT™ ID jest krótki czas oznaczania profilu DNA, tj. 90 minut, pomimo faktu, że w tym czasie można uzyskać profil od zaledwie jednej osoby. Do tej pory to właśnie długi czas oczekiwania był przeszkodą, która utrudniała albo wręcz uniemożliwiała wykorzystanie wyników analizy DNA jako danej biometrycznej. Zastosowanie technologii *rapid DNA* w ramach projektowanego stanowiska do pobierania danych biometrycznych pozwoli na skrócenie czasu, który traci

się w odniesieniu do możliwości pozyskiwania danych biometrycznych w postaci odwzorowań linii papilarnych czy wizerunku twarzy w wyniku konieczności nie tylko transportu próbki materiału biologicznego do laboratorium, lecz także poddania go badaniom i analizie, które trwają dodatkowo ok. 7–8 godzin. Zaoszczędzony dzięki użyciu urządzenia RapidHIT™ ID czas przyspieszy tym samym moment wprowadzania uzyskanego profilu DNA do CODIS, przeszukania zbioru danych DNA, a co za tym idzie – weryfikacji osoby, od której pobrano próbkę biologiczną. Dodatkowo zastosowanie ww. stanowiska np. w komisariacie Policji pozwoli na przyspieszenie czynności podjętych w stosunku do osoby zatrzymanej na 48 godzin, wobec której istnieje uzasadnione przypuszczenie, że popełniła przestępstwo (np. z art. 248 § 1 k.k.).

Podsumowanie

Systemy biometryczne są sprawdzoną metodą walki z przestępczością. Jeszcze do niedawna każde pobranie realizowane było niezależnie. To się jednak od pewnego czasu zmienia, czego przykładem jest wspomniana w artykule tendencja do łączenia pobrania wizerunku z pobraniem odcisków palców. W ramach realizowanego projektu „Opracowanie zaawansowanego technologicznie systemu informatycznego umożliwiającego zautomatyzowane przetwarzanie informacji zgromadzonych w kryminalistycznych biometrycznych bazach danych w celu zwalczania przestępstw lub identyfikacji osób” nr DOB-BIO10/09/01/2019 „BIOMETRIA” integracja systemów biometrycznych wchodzi na nowy poziom i prócz wspomnianych systemów na stanowisku znajdzie się urządzenie do szybkiej analizy DNA. Dodatkowo w systemie zamiast typowego urządzenia do rejestracji wizerunku zastosowany zostanie zautomatyzowany skaner 3D zbierający informację dookoła. Użycie skanera 3D pozwoli zwiększyć zasób informacji wizualnej o skanowanych osobach, co odpowiednio wykorzystane będzie miało bez wątpienia przełożenie na wyższą wykrywalność. Z kolei zebranie wszystkich urządzeń w jednym miejscu pozwoli skrócić proces gromadzenia danych, a specjalny system informatyczny sprawi, że proces ten będzie bardziej niezawodny.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują za wsparcie finansowe otrzymane od NCBiR dla projektu „Opracowanie zaawansowanego technologicznie systemu informatycznego umożliwiającego zautomatyzowane przetwarzanie informacji zgromadzonych w kryminalistycznych biometrycznych bazach danych w celu zwalczania przestępstw lub identyfikacji osób” nr DOB-BIO10/09/01/2019.

Źródło rycin i tabel:

Ryc. 1: U.S. National Library of Medicine, 2006

Ryc. 2: A. Jurga

Tab. 1: autorzy

Bibliografia

1. Branicki, W., Kupiec, T., Wolańska-Nowak, P. (2008). *Badania DNA dla celów sądowych*. Kraków: Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych.
2. Buras, D. (2009). Daktyloskopia na ziemiach polskich i w Polsce w latach 1909–1939. W: P. Rybicki, T. Tomaszewski (red.), *Daktyloskopia. 100 lat na ziemiach polskich*. Warszawa: Stowarzyszenie Absolwentów Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Warszawskiego.
3. Butler, J.M. (2005). *Forensic DNA Typing: Biology, Technology, and Genetics of STR Markers*, wyd. 2. London: Academic Press Inc.
4. Butler, J.M. (2015). The future of forensic DNA analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1674), 20140252, <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0252>.
5. Butler, J.M., Buel, E., Crivellente, F., McCord, B.R. (2004). Forensic DNA typing by capillary electrophoresis using the ABI Prism 310 and 3100 genetic analyzers for STR analysis. *Electrophoresis*, 25(1011), <https://doi.org/10.1002/elps.200305822>.
6. Ćwik, K. (2017). Eliminacyjna Baza Danych DNA – szansa czy zagrożenie? Przegląd funkcjonowania baz eliminacyjnych na przykładzie wybranych państw. *Problemy Kryminalistyki*, 295(1).
7. ENFSI (2010). *Recommended Minimum Criteria for the Validation of Various Aspects of the DNA Profiling Process*, http://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/minimum_validation_guidelines_in_dna_profiling_-_v2010_0.pdf.
8. Gin, K., Tovar, J., Bartelink, E.J., Kendell, A., Milligan, C., Willey, P., Wood, J., Tan, E., Turingan, R.S., Selden, R.F. (2020). The 2018 California wildfires: Integration of Rapid DNA to dramatically accelerate victim identification. *Journal of Forensic Sciences*, 65(3), <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14284>.
9. Gutowska, D., Stolc, L. (2004). Techniki identyfikacji osób z wykorzystaniem indywidualnych cech biometrycznych. *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*, 20.
10. Jurga, A., Mondzelewski, J. (2017). Funkcjonowanie bazy danych DNA w Polsce. *Problemy Kryminalistyki*, 297(1).
11. Kartasińska, E., Jurga, A. (2020). Rapid DNA – technologia umożliwiająca zautomatyzowaną, szybką analizę profilu DNA wykorzystującą polimorfizm loci STR. *Problemy Kryminalistyki*, 309(3).
12. Kędzińska, G. (2007). W: W. Kędzińska (red.), *Technika kryminalistyczna*. Szczytno: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Policji.

13. Kozieł, T., Dębiński, Z. (1992). Portret obrazowy w identyfikacji i poszukiwaniu osób. *Problemy Kryminalistyki*, 197–198.
14. Moszczyński, J. (1997). *Daktyloskopia. Zarys teorii i praktyki*. Warszawa: Wydawnictwo Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego Komendy Głównej Policji.
15. Palmbach, T., Blom, J., Hoynes, E., Primorac, D., Gaboury, M. (2014). Utilizing DNA analysis to combat the world wide plague of present day slavery – trafficking in persons. *Croatian Medical Journal*, 55(1), <https://doi.org/10.3325/cmj.2014.55.3>.
16. Pikulski, S., Kaliszczak, M. (1998). *Nowa metoda kryminalistycznej identyfikacji zwłok ludzkich*. Szczytno: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie.
17. Polskie Centrum Akredytacji (2016). Akredytacja laboratoriów badawczych – dostawców usług kryminalistycznych wykonujących czynności laboratoryjne (DAB-10 wyd. 2 z 2020-12–15), https://www.pca.gov.pl/download/data/rep-files/userfiles/_public/dokumenty_pca/dokumenty_ogolne/dab-10_2.pdf.
18. Rothe, J., Melisch, C., Powers, N., Geppert, M., Zander, J., Purps, J., Spors, B., Nagy, M. (2015). Genetic research at a fivefold children's burial from medieval Berlin. *Forensic Science International: Genetics*, 15, <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.10.022>.
19. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE, Dz.Urz. L 119 z 4.05.2016.
20. SWGDAM (2016). *Validation Guidelines for DNA Analysis Methods*.
21. Thermo Fisher Scientific (2020). The Kaua'i Police Department uses rapid DNA technology to save time and cost in disaster victim identification, <http://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/GSD/Reference-Materials/Kauai-police-dna-technology-disaster-victim-identification.pdf>.
22. Thong, Z., Phua, Y.H., Loo, E.S., Goh, S.K., Ang, J., Looi, W.F., Syn, C.K.C. (2015). Evaluation of the RapidHIT™ 200 System: A comparative study of its performance with Maxwell® DNA IQ™/Identifier® Plus/ABI 3500xL workflow. *Forensic Science International: Genetics*, 19, <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2015.05.006>.
23. Tomaszewska-Michalak, M. (2015). *Prawne i kryminalistyczne aspekty wykorzystania technologii biometrycznej w Polsce*. Warszawa: Wydawnictwo Difin SA.
24. U.S. National Library of Medicine (2006). *Visible Proofs: Forensic Views of the Body: Galleries: Technologies: The Bertillon System*. 2006-02-16.
25. Ustawa z dnia 6 czerwca 1997 r. – Kodeks postępowania karnego, Dz.U. z 1997 r. Nr 89, poz. 555 z późn. zm.
26. Ustawa z dnia 6 kwietnia 1990 r. o Policji, Dz.U. z 1990 r. (t.j. Dz.U.2020.0.360).
27. Węgleński, P. (red.). (1995). *Genetyka molekularna*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
28. Zarządzenie nr 13 Komendanta Głównego Policji z dnia 12 kwietnia 2021 r. w sprawie zbioru danych DNA, Dz.Urz. 2021.27.
29. Zarządzenie nr 28 Komendanta Głównego Policji z dnia 11 sierpnia 2020 r. w sprawie zbiorów danych daktyloskopijnych, Dz.Urz. 2020. 44.

Biometric methods and their application in the Police investigation work

Edyta Kot^{1*}, Anna Jurga¹, Ewa Kartasińska¹, Ewa Lewandowska¹, Sławomir Paśko²

¹ Central Forensic Laboratory of the Police

² Warsaw University of Technology

* Corresponding author: edyta.kot@policja.gov.pl

Summary

Biometrics is one of the basic detection techniques used in law enforcement activities on a daily basis. Like other techniques, it is constantly changing. This article aims to provide an overview of what was in the past, what is now, and what will be in the near future. It presents the selected methods of collecting some of the data, as well as the systems used to process them. In addition, practical guidance is provided on how individual biometric data should be collected and, for specific cases, it explains why the data collection procedure is carried out in one way and not another, and what it means for its subsequent processing. As problems sometimes arise during recovery of the material they have been presented together with an overview of the reasons for that. In addition to information on the technical aspects, the article also includes references to legal acts regulating issues related to biometrics.

Key words: biometry, dactyloscopic data, DNA, facial image, RapidHIT, Live Scanner

Introduction

Everybody strongly associates biometrics in its scientific aspect with an image, because the image of a person's face is in fact their "calling card". Face appearance allows recognition of people on a daily basis, identification of their emotions, assessment of their character, age and even health.

There is no definition of a facial image in any of the laws. The colloquial meaning of this word is defined by the PWN Polish Language Dictionary. It says that a personal image is "a picture of someone in a drawing, painting, photo, etc., but also the way in which that person or thing is perceived and represented." In other words, it can be said that an image is that of a human being, and it is not important how it was created, but it is important that the person can be recognised in it. The identification of perpetrators of crimes for search purposes was known in the ancient. That was discovered by R. Heind, examining the Egyptian papyri on which wanted notices were written. As an example, he cited a wanted notice of 145 BCE, issued in Alexandria, Egypt: "A young slave Aristogenes, Sr. Giuzupus, fled from Alexandria. His name is Herman, he is also called Nejlesen, he is Syrian by birth, 18 years old, of medium height, without facial hair. He has straight legs, a dimple in his chin, and a lentil-shaped wart on the left side of his nose. There is a scar above the left corner of his mouth. He has a slave sign tattooed on his right wrist. He was dressed in a chlamys and a leather apron" (Kozieł, Dębiński, 1992).

In addition to the description, criminals were also identified by mutilations and branding. For example, the

Hammurabi Code provided for a manus law (cutting off a hand for theft). The first attempts to mark people for the purpose of identifying them were already used in the Roman empire – slaves were marked by mutilations (cutting the skin, branding) in order to prevent them from escaping. In France, in the fourteenth and eighteenth centuries, and in Russia until the nineteenth century, criminals were stigmatised by burning marks on their bodies. In France, a thief was marked with the letter "V", and reoffender: "VV". In Russia, in 1637, the principle of branding criminals for evidence purposes was introduced. Marks of the stigma were generated on the face. The letter "B" identified a thief (Russian "vor"). The above-described mutilations and stigmatisation made it possible to recognise and even identify a person by special signs added to their outer appearance. Alphonse Bertillon, a famous French forensic examiner and scientist, became interested in this problem. He initiated the systematising of external appearance characteristics and thus founded the scientific field, which he called anthropometry (Kozieł, Dębiński, 1992).

With the advancement of civilisation and technology, new methods of recognising and identifying crime perpetrators were emerging. Initially, the state law and order services used methods such as a "parade of detainees". The creator of this method was Eugène-François Vidocq. In this procedure, a group of prisoners formed a circle and walked around police agents who were looking at them and memorising their appearances. In the light of the development in natural and technical sciences the identification using the "parade of detainees", which was an excellent method

at the beginning of the century became obsolete and ineffective. A certain method of identification was needed that would not have been based only on the unreliable memories of a handful of detectives, and therefore it had to employ scientific techniques (Kędzińska, 2007). The discoveries of biologists, chemists and physicists proved useful in the work of law enforcement agencies. This is how the area of forensics developed the origins of which date back to the second half of the 19th century, when fingerprints were used for the first time to identify suspects, forensic photography was launched and traces left at crime scenes were focused on and used in the process of investigating crimes.

A significant step in forensics came thanks to Alphonse Bertillon, who developed and implemented anthropometry as a technique that helps in identifying a person. The scientific idea was based on the assumption that some dimensions of the human body (height, head circumference, arm length) are unchanged from the moment of reaching maturity. The same scientist also developed a method of photographing people, introducing numerous technical innovations, including the camera itself, the distance between the camera and the subject, the photographed person's position – front view (en face) and side view (profile), type of lighting, etc. It is still used today.

Currently, in addition to the image of the face, an invaluable role in identifying people is played by fingerprints known for over a hundred years and the DNA profile, sometimes called the DNA fingerprint. In 1987, the UK police used DNA profiling for the first time to find the perpetrator of two murders and rapes. Since then, this method has been widely used by law

enforcement and judicial authorities and is one of the fastest-growing in terms of technology. Fingerprints and DNA are referred to as biometric data, which have been classified as a special category of personal data by the EU GDPR regulations since May 25, 2018. The definition of biometric data is included in Article 4 point 14 the GDPR Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC. According to the above regulation, biometric data mean “personal data resulting from specific technical processing relating to the physical, physiological or behavioural characteristics of a natural person, which allow or confirm the unique identification of that natural person.” These include features such as facial image, DNA, the iris of the eye, the arrangement of blood vessels, voice, shape of the auricle, or fingerprint data.

Facial image

Signalment photography is the method and principles of photographing criminals and suspects for reconnaissance purposes. The shots include the right-profile and front-profile, as well as right and left half-profiles. If a photographed person or an unknown corpse has visible distinctive signs on their body, such as tattoos, scars, birthmarks, deformities, missing fingers, they are recorded on separate photos. To take pictures of the face, a signalment pictures cabin is used, and in its absence, a special swivel chair.

A photograph preserves the image of a person and constitutes comparative material in anthroposcopic



Fig. 1. The room adapted for taking photographs in the seat of the Paris Police.

research. The methodology of performing these examinations is related to anthropometry, which initiated the identification of people and corpses based on the appearance of the body and skeleton by their measurements. The emergence of this science has led to initiating the field of anthroposcopic examinations.

In the course of anthroposcopic identification individual, basic elements of the external constitution of a person – mainly the face – and the presence of individual characteristics of the external appearance are analysed. The result of the study and conclusions, which summarise these studies, expressed in taking a position on the resolution of the issue posed by the procedural authority, are influenced by the presence of a feature that in some respect distinguishes the tested object from other objects. The properties of this feature are important so that it can be used to make such determinations that will relate to the final result in the form of group or individual identification. These properties include:

- 1) the abundance of identification features, which should be understood as the study of many features, which results in the need for particularly in-depth research and determination of as many features that characterise the identified object as possible. The more features will be determined, the higher the degree of likelihood of the positive identification test result;
- 2) quality of identification features – by itself, even a very large number of low-quality features will not allow for effective identification of the tested object determined by such features. A very important element here is the high quality of identification features. This quality may be determined by many factors, e.g. the clarity of the feature, stability durability of the feature and its measurability;
- 3) specificity of identification features – that is, the significance or the factor distinguishing one, and at most a few individual elements of a given system. Due to such selectivity or reference selectivity, this factor gains its significance.

The presented three properties of features should appear jointly in relation to each feature of the object undergoing identification (Pikulski, Kaliszczak, 1998).

Quality of identification features found not only on within the face but also in the entire body is the most widely used in anthroposcopic examinations. It should be noted that in these studies, there is no required number of features, allowing identification of a person. In some cases, one feature may be sufficient. Such characteristic features include, for example, scars, slashes, moles, skin discoloration, thickening of the epidermis, tattoos, etc. Their individual properties will be the shape, size, colour, convexity and place of occurrence (or arrangement in relation to each other). That is why it is so important to store photos of people in a 3D face/head model or a large number of photos

in 2D format to enable the comparison of two photos of the same face/head alignment.

A forensic opinion in the field of anthroposcopy is difficult to elaborate in a case of incorrectly recovered evidence or poorly collected comparative material. Technical and visual quality of material determines both the possibility of performing examinations and the degree of categorising its final effect. Technical quality depends mainly on recording parameters, i.e. image or video resolution, file type and size as well as compression used during recording or archiving, as well as the type of recording device. Visual quality includes visibility of the features of compared elements, which is influenced by: external conditions such as lighting, weather conditions, as well as facial expressions, obscuring, distance from the recording device, size, scale and elements of appearance (glasses, facial hair, makeup).

In the present time, there is no separate registration of facial images in a 3D image in a specially designed database. Data containing images, in the form of mug shots, general photographs, images from industrial cameras and photos from private collections (e.g. of missing persons), are stored in the National Police Information System (KSIP). Ultimately the images ought to be stored in an electronic form (a set of facial images, personal data, characteristic features and additional data enabling the identification of the case/type of investigation) with just a limited number of hard copies (a set of documentation containing: decision to enter the material in the database, documents related to acquiring images, personal data and facial images, related correspondence with relevant authorities). A 3D image of the face is extremely useful for forensic identification.

The development of visual techniques and the introduction of street security cameras recordings for evidential and preventive purposes confirm the importance of the essence of a person's appearance for recognition or identification. In Poland, the first street security cameras were used in 1997 to reduce the crime rate. After two years, the effects were surprising as the statistics in this regard dropped by 60%. Therefore monitoring has become ubiquitous. In view of the large amount of secured data algorithms for persons identification began to be developed.

Currently, there are many methods of identification based on biometrics. However, they mostly are based on traces the occurrence of which is not as common as facial images from recordings in the present times of large-scale use of security camera systems (banks, offices, public transport, city cameras). Biometric systems for people identification are mainly based on the external appearance of the face. The face has been accepted as the primary information about a person included in biometric documents. Technologies using facial recognition are non-invasive, non-contact and the most natural, not restricting the movements of a person

in any way. Thus not only single images are used more and more, but also video recordings. Anthroposcopic examinations are based on the analysis of both photographs and video recordings, the specificity of which enables the identification of a person on the basis of material obtained in a non-invasive and universal way, so they are increasingly used in forensics. Face verification is the most natural and at the same time the most complicated way. Although work on this method of identification has been going on for 50 years it is still in the experimental phase. The face identification process usually includes three stages:

- location of a face in an image/video recording,
- isolation of characteristic features,
- identification.

The oldest face identification technique is the eigenfaces method, developed by M. Turk and A. Pentland in 1991. It is based on a large number of facial images contained in the identification system database. The first step is to divide the stored images into subgroups that are characterised by the highest degree of similarity, the second step is to create a “face” on the basis of a separate group. This “own face” is a graphic representation of the most and least similar features in a given group. “Own faces” are treated as creations composed of many different components, from which, by combination the system is able to create the face of any person, and then compare it with an image stored in its database. The greater the number of “own faces”, the better the system’s efficiency, although correct identification can be obtained on the basis of “only” approximately 100 “own faces”. The disadvantage of this technique is that correct identification depends on a similar (in relation to the image in the database) lighting, pose or facial expression of the identified person. A smile is enough for the identification system to reject the image (Gutowska, Stolc, 2004).

Despite the imperfections of the algorithms we still hear about systems for identifying a person based on various features – the same ones that are also examined by forensic practitioners. Is the result of the operation of a specific system an identification or only verification of the entered stimulus with the one stored in its database? Identification and recognition are words that describe completely different processes and bring about varying consequences. Identification of a person is a very extensive issue requiring in specific cases the use of achievements of science and technology from many fields. The activities performed as part of forensic identification, which usually requires interdisciplinary cooperation of experts and the use of various research methods depending on the condition of the research material, in order to obtain the result of confirming the identity of a person, have only a slightly narrower scope. Recognition, on the other hand, does not require the use of analytical methods and is not as categorical as identification.

In practical applications biometric techniques deal primarily with the verification of persons (they compare the obtained features with a previously saved sample, i.e. one chooses one out of many and verifies it), and to a lesser extent with their recognition, when the features obtained from the measurement should be compared with every sample recorded in the database. The obtained result is not always sufficiently reliable, because apart from other factors that affect, e.g. an image recorded at the scene, it should be remembered that the characteristics in question change throughout life. While in many applications this is not a problem, a forensic identification performed mainly for evidential purposes must not allow even 1% uncertainty.

Fingerprint data

A great step in biometrics was made thanks to dactyloscopy. Skin ridges pattern is a unique feature that remains unchanged throughout human life. This feature in combination with their uniqueness is used to identify persons. The interest in biometric data, such as fingerprints date back to ancient Babylon, but it was probably not known then that their fingerprints could be used to identify a person. It was only at the turn of the 19th and 20th centuries that fingerprint identification became an effective method of fighting crime (Moszczyński, 1997). After regaining the independence by Poland, in 1919, the State Police began to use fingerprint examination more and more frequently in the investigative work (Buras, 2009). The 1920s marked the beginning of the State Police collecting tenprint cards of persons suspected of committing crimes. Initially, fingerprint cards were submitted to the central file kept by the Central Investigation Service, and for many years the collection file operated only in paper form (Buras, 2009). That changed in 2000 and since then the Central Fingerprint Register has been kept both in both paper and in electronic form. In the same year, the first professional Sagem Automated Fingerprint Identification System (AFIS) was purchased and launched in the Polish Police. Ten years later, this system was upgraded to the newer version no. 4.0. Currently, works on the upgrade (modernization) of AFIS to the MBIS version are in progress. By the end of 2020, 4,117,382 tenprint cards and 111,224 images of unknown latents from crime scenes had been collected in AFIS. In 2020, 49,313 tenprint cards, 40,284 palm prints and 3,017 unsolved latents images were introduced. There had been 20,428 hits, including 18,603 tenprint card/tenprint card, 53 tenprint card/fingermark, 1,772 fingermark/tenprint card. With the help of devices for rapid identification of people based on fingerprints, 20,403 verifications of identity had been performed with 6,418 recorded hits.

The Fingerprint Data Collection is maintained in accordance with the principles set out in art. 21h–21n of the Police Act (The Act of April 6, 1990 on the Police). The tenprint cards of the persons subject to registration

are made by the ink method or electronically. Ink pads, a roller and a tenprint card are used to perform ink fingerprinting and palmprinting. Fingerprints of the right hand are taken first, then the fingers of the left hand. Fingerprinting starts with the thumb and ends with the little finger. Fingers of the right hand are first rolled on the fingerprint pad, then clockwise on the card, and the fingers of the left hand in the opposite direction. After rolling the individual fingertips, control prints are made of four fingers, from the index to the little one, by simultaneously pressing them in the appropriate place on the tenprint card. The control prints of the thumbs are made by simultaneously rolling them from the phalanx fold towards the fingertips. Palm prints are collected using a special roller, on which a sheet of paper or a cheilosopic card is placed, and then the hand is rolled from the wrist towards the fingers.

All over the world, making tenprint cards with the ink method posed many problems for the persons responsible for fingerprinting, therefore, in the late 1980s, work began on developing a new, better method of collecting prints. The effort resulted in the development of devices for electronic fingerprint collection. They are Live Scanners, which have one thing in common: they do not use ink. Finger and palm images are collected electronically and transferred "live" to the database. Live Scanner with a camera built into the cabin with a swivel chair are part of the full-function electronic registration station. Currently, there are 385 such stations in the Polish Police.

The collection of fingerprint and palm print data at the fully-functional electronic registration station of persons' identification data is preceded by the registration of the fact of fingerprinting a specific person in a specific case. This is done by means of the National Police Information System (KSIP). After entering personal data into the KSIP, a policeman generates a file containing information on the person and the crime, and then sends it to the application installed at the station for registering the identification data of persons. Upon starting the application, the fingerprinting officer selects the registration mode (criminal, administrative, interview), and when the Live Scanner has been confirmed ready the fingerprinting process begins. It always starts with scanning the left and right hands, then simultaneously scanning four fingerprints of the left hand, the so-called control prints or "flats" and, further on, the right hand and control prints of both thumbs. The control prints of the right and left hand collected in this way are used in the fingerprinting process to verify the order of scanning the prints of the shifted fingers (from the big to the little finger). A very important functionality of the application is the quality control of scanned images and information about the error in case of failure to reach the assumed quality threshold. All the data sent from fully functional workstations to the central FingerPrint receiving system, located at the Central Fingerprint Registry at the Central

Forensic Laboratory of the Police, is authorised with an electronic signature. A special key, called a token, is used to generate a signature every time.

In addition to criminal cases, the Police and Border Guard conduct administrative proceedings in which fingerprint cards of foreign citizens are drawn up. These activities are also carried out on the fully functional stations for registering the identification data of persons or on Live Scanners (in the Border Guard). Fingerprinting of a foreigner does not differ from the analogous procedure under criminal registration, with the exception of taking fingerprints of hands, which are not collected in those cases.

In the case of this technique, unfortunately it has not been possible to eliminate all the undesirable phenomena accompanying fingerprinting. The factors affecting the quality of fingerprint prints include:

- cleanness and dryness of skin,
- even pressure to the prism,
- steadiness of rolling,
- correct positioning of fingers and hands on the scanner window,
- epidermis injuries,
- hand and finger contracture,
- scars and deformations.

Regardless of the method of performing fingerprinting (either ink or electronic) officers make similar mistakes. The most common mistakes made during fingerprinting with Live Scanners are listed in Table 1.








The method of collecting and obtaining information by the Police in the form of fingerprints and the method of preparing tenprint cards are regulated by the Regulation of the Minister of the Interior and Administration of January 28, 2020 on tenprint cards (Journal of Laws of 2020, item 173), Regulation of the Minister of Internal Affairs and Administration of 24 July 2020 on taking fingerprints and cheek mucosa swabs from police officers and employees (Journal of Laws of 2020, item 1347) and order No. 28 of the Police Commander in Chief of August 11, 2020 on fingerprint data collections (Official Journal 2020.44).

Due to the very good opinion that Live Scanner enjoys in the Police, it was decided that it would become an integral part of the station for comprehensive biometric data collection, built under the project "Development of a technologically advanced information system enabling automated processing of information collected in forensic biometric databases in order to combat crime or identify persons" No. DOB-BIO10/09/01/2019 "BIOMETRIA".


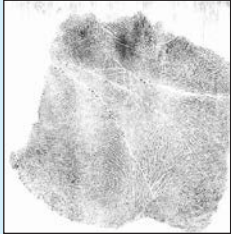

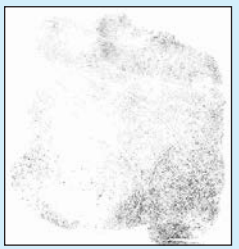
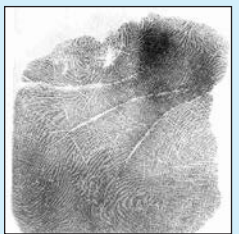
DNA data

DNA analysis has been used in examinations of case materials collected by investigators For several dozen years, i.e. it was relatively recently introduced. Deoxyribonucleic acid (DNA) occupies a unique

Tab. 1. List of the most common mistakes made when fingerprinting people with Live Scanners.

Correctly taken fingerprint	Description	Incorrectly collected fingerprints	Explanation of causes of incorrect collection of fingerprints and palm prints
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Good quality of collected fingerprint. 2. Visible pattern of skin ridges. 3. Finger has been rolled. 4. Visible intraphalangeal crease. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Missing upper portion of fingertip. 2. Too large area under the intraphalangeal crease.
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Missing visible part of print in the area of intraphalangeal crease (incorrectly rolled finger – uneven pressure).
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Cut-off part of fingerprint on the left.
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Missing top portion of fingertip. 2. Apparent lateral and axial slips and distortions in the print.
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Soiled, greasy or very sweaty finger. 2. Too small area of rolling – the finger was pressed on but not rolled. 3. Intraphalangeal crease not visible. 4. Too strong pressure of the finger on the prism.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Finger was too dry; application of moisturising hand cream needed. 2. Too small area of rolling. 3. Too small pressure of finger on the prism. 		

Tab. 1. Continue.

Correctly taken fingerprint	Description	Incorrectly collected fingerprints	Explanation of causes of incorrect collection of fingerprints and palm prints
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Soiled, greasy or very sweaty finger. 2. Too strong pressure of the finger on the prism. 3. No distinct interphalange crease.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Visible complete palm print. 2. Even pressure of all the areas of the palm. 3. Clean palm of appropriate moisture level. 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Uneven pressure of individual areas of the palm. 2. Missing central part and upper of palm.
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Too weak pressure of all palm areas. 2. Very dry hand that has not been greased. 3. Illegible mark.
			<ol style="list-style-type: none"> 1. Partly cut-off left and bottom part of the print. 2. Too strong palm pressure in one spot. 3. Clean hand of appropriate moisture level.

position among the chemical molecules that make up living matter. In the form of a linear sequence of bases, DNA stores information about the structure of protein and RNA (ribonucleic acid) molecules, which in turn determine the complete structure and all vital functions of cells and entire living organisms. The special structure of the DNA molecule has one important feature – it enables the precise duplication of genetic information. Without this process it would not be impossible to reproduce organisms and inherit features, and therefore the process of evolution on Earth (Węgleński, 1995). DNA is found in every human body, and the human body is made up of different types of tissue, which in turn are made up of cells. It is estimated that there are approximately 1,000 trillion of cells (10¹⁵) containing “the same” DNA molecule. Every living cell, except for mature erythrocytes – red blood cells – constitutes its source (Branicki et al., 2008).

DNA is a special molecule that has, inter alia, fingerprint-like features that made it so popular in forensics; namely: uniqueness, indelibility and immutability. The uniqueness (individuality) of DNA in the non-coding regions (Butler, 2005) makes it possible to distinguish individuals from one another, with the exception of monozygotic twins, which have the same profiles. The permanence (indelibility) of DNA is expressed in the fact that this molecule is located in the cell nucleus and protected by its wall. Additionally, a DNA molecule itself is quite stable and resistant to environmental factors. On the basis of a profile obtained e.g. from bone, it is even possible to identify a specific person long after death (Rothe et al., 2015). Another proof for the durability of the DNA molecule is the fact that DNA profiling is performed even after several dozen years, to investigate cases discontinued due to the failure to identify the perpetrator.

DNA profiling is most often used in forensics is based on the polymorphism of STR loci of short tandem repeats (STR). It is a very good source of information enabling the identification of suspects, persons with undetermined identity or hiding their identity, unknown human corpses, as well as allowing for establishing kinship. The most common biological materials analysed for the forensic DNA examination purposes include: blood, saliva, semen, hair, fragments of soft tissues, bone material and the so-called contact traces.

Although DNA analysis is a method that gives a high degree of certainty as to the correctness of identification, currently no biometric devices that use DNA as an identifier are offered by the private sector (Tomaszewska-Michalak, 2015). This may be due to the fact that the modern world it is usually required to confirm a person's identity in real time, e.g. when crossing the border, making banking or online commercial transactions. On the other hand, a standard analysis of DNA profiles is laborious and time-consuming and takes about 7–8 hours (Thong et al., 2015). Moreover, it requires laboratory conditions and is a multi-stage process consisting of DNA extraction, measurement of its quantity, amplification of specific STR regions during PCR reaction, separation of PCR reaction products during capillary electrophoresis and, finally, their detection and analysis of DNA profiles (Butler et al., 2004).

Currently, DNA analysis is routinely used for law enforcement and the judiciary activities. In cases where the DNA profiles of unknown offenders' traces obtained by forensic experts remain unidentified, they are registered the national DNA database. This collection is kept in accordance with the principles set out in Art. 21a–21e of the Police Act (Act of April 6, 1990 on the Police, 1990).

The information, including personal data, depending on the category, is entered into the DNA data collection upon an order by the authority conducting the preparatory proceedings, by the court, order or request of the locally competent Police authority. The DNA data that are processed include information about the non-coding part of DNA only. This collection is a source of non-procedural information and is an invaluable tool supporting the work of both the police and other law enforcement agencies (Ćwik, 2017). The DNA profiles entered in the Database are compared by means of CODIS (Combined DNA Index System) software with the already stored profiles. The software allows entry of a large number of profiles at the same time and their immediate comparison with the entire collection. Automated searches may lead to finding consistence between DNA profiles, the so-called match or hit. In case a match is found, such as: crime scene stain/person, stain/stain, unknown body/unknown person/person, unknown body/unknown person, relatives of the missing individual and relevant authorities are

notified about this fact, i.e. authorities conducting criminal proceedings, proceedings in juvenile-related cases or detection/ identification activities (Article 21c of the Police Act). A lot of the matches found constitute the, so-called, cold hits, i.e. hits in which the selected people were not among suspects.

Obtaining matches is correlated with the number of registered profiles, so it is important that data are added to the database in a continuous and steady manner, i.e. not only unknown crime scene stains profiles should be entered, but also reference (comparative) profiles (Jurga, Mondzelewski, 2017).

By mid-2017, for the purposes of the DNA database, comparative (reference) profiles obtained from samples collected from persons specified in Art. 74 of the Code of Criminal Proceedings (Act of 6 June 1997 – Code of Criminal Proceedings) had been elaborated only by the Central Forensic Laboratory of the Police (CFLP). A buccal swab was taken with use of a forensic kit, labelled with an individual barcode, and then together with the biological sample registration card and the order referred to in Art. 21b of the Police Act, submitted to the CFLP. The amendment of legal regulations and the entry into force of Order No. 26 of the Chief Commander of the Police of 10 July 2017 on the performance by the Police of tasks related to the processing of information on the results of deoxyribonucleic acid (DNA) analysis and the maintenance of a DNA database made it possible to register DNA profiles of persons listed in art. 74 of the Code of Criminal Procedure obtained on the basis of an expert opinion from every forensic laboratory accredited in accordance with ISO 17025, which contributed to the increase in the registration of reference DNA profiles from the above-mentioned individuals.

On December 31, 2020, the data collection of the National DNA Database contained 129,895 DNA profiles, including 17,483 unknown stains profiles, 107,466 DNA profiles of suspects, 1,466 DNA profiles of unknown bodies, 37 DNA profiles of unknown persons, 570 DNA profiles of missing persons 2,809 DNA profiles of missing persons relatives and 64 profiles of police officers and employees of the Police. At the end of April this year, Order No. 13 of the Police Commander in Chief of April 12, 2021 on the DNA data collection entered into force, which upheld the existing rules for registering DNA profiles of persons listed in Art. 74 of the Code of Criminal Proceedings.

The automation of work and analysis of the obtained results contributed to greater throughput in forensic laboratories, and thus made it possible to test a large number of samples at the same time. It should be noted, however, that so far DNA profiling could only have been performed in a laboratory space, which is not always the best solution. Therefore, for many years, work has been underway on solutions allowing to obtain DNA profiles directly from the scene of a criminal event, mass disaster or from Identified persons, e.g. those arrested for a crime. New technologies are being regularly

implemented and validated in order to expand the capabilities of laboratories dealing with the detection of DNA and they have demonstrated improved sensitivity and informativeness (Butler, 2015).

One of the cutting-edge technologies in the field of forensic DNA analysis that uses the automation process is rapid DNA testing. It enables a quick analysis of the DNA profile using the STR loci polymorphism. Currently three devices of this type are available on the market: RapidHIT™ ID and RapidHIT™ 200 by Thermo Fisher Scientific, and ANDE from ANDE Corporation. Rapid DNA testing technology has been assessed, among others in cases of sexual abuse in Nepal and Costa Rica. The tests included the evaluation of reference samples from victims and evidential samples, including cigarette butts, water bottles, glasses and condoms. DNA profiles were obtained from all buccal swabs and 71% of evidence samples (Palmbach et al., 2014). It is worth mentioning that the rapid DNA testing technology is also introduced at scenes of mass disasters, e.g. in November 2018, after a fire of 60,000 hectares of land in Butte County, California (Gin et al., 2020) or after a helicopter crash, in 2019, in the Hawaiian Islands region in the range of cliffs on the northwest side of Kaua'i (Thermo Fisher Scientific, 2020).

Due to the importance of DNA analysis in biometrics, it was decided that an individual identification analyser should be incorporated in the station constructed under

the already mentioned DOB-BIO10/09/01/2019 project. In order to make sure that the rapid DNA testing technology was in line with the project's expectations, validation tests were carried out on the Thermo Fisher Scientific RapidHIT™ ID device.

The device is an automated mobile platform for rapid individual identification based on DNA analysis (STR loci polymorphism) from biological material. It has been developed with a prospect of using it not only in laboratory conditions, but above all at the scene of crime or on the site of a mass disaster to identify victims or perpetrators of terrorist attacks. RapidHIT™ ID enables DNA processing (extraction, amplification and electrophoretic separation, as well as analysis in the form of a genotype) in about 90 minutes, practically without human interference. All that has to be done is to place a buccal swab in a disposable cartridge for comparative material analysis (ACE Sample Cartridge) and start the analysis. Due to the fact that the system is automated, it can also be operated by persons who are not specialists in the area of forensic DNA analysis, that is by employees of law enforcement and judicial authorities, employees of entities responsible for state security at airports, border crossings or in police units (Thermo Fisher Scientific, 2020).

The RapidHIT™ ID device has small dimensions, i.e. 28 cm width × 53 cm depth × 47 cm high, and its weight amounts to only 28.4 kg. It is connected to a computer



Fig. 2. RapidHIT™ ID with connected to the computer with installed software and disposable cartridges (ACE Sample Cartridge).

(Figure 2) with the RapidLINK™ software installed and Genemarker® HID STR Human Identity Software, which enable an automatic analysis.

Results of such DNA analysis can be sent directly to CODIS or analysed locally (it is possible to save a large number of DNA profiles on the device and they can be compared with subsequent results). RapidLink™ (RapidLink™ Software V1.0 User Guide) has a module for analysis of kinship and a module that allows detecting DNA contamination. Kinship analysis is carried out using the RapidLINK™ Kinship module. The RapidLINK™ Staff Elimination module is designed to process and collect DNA profiles of persons who might possibly be the source of contamination of analysed samples, e.g. maintaining the device, performing the analysis, collecting the samples. The module allows automatic detection of the said contamination (Kartasińska, Jurga, 2020).

As part of the implemented project the RapidHIT™ ID device was validated and the process involved an evaluation of the parameters characterising its operation during execution of the method of determining the DNA profiles from the biological material in the form of saliva (buccal swabs). The assessed parameters included: sensitivity, balance, stochastic thresholds, reproducibility, cross-contamination test, stutter peaks heights, compliance and quality of DNA profiles, versatility of the method, determination of the components of DNA mixtures, resistance to environmental factors and inhibitors, specificity of the method. The above parameters were determined according to the recommendation of the European Network of Forensic Science Institutes DNA Working Group (ENFSI, 2010), guidelines by Scientific Working Group on DNA Analysis Methods (SWGDM, 2016) and DAB-10 document (Polish Center for Accreditation, 2016). The validation has shown that profiles obtained by means of RapidHIT™ ID present sufficient good quality to allow analysing material collected onto a swab from internal cheek mucosa (reference material) and use the profiles to search the DNA database collections. The results are reproducible and reliable, and genotypes are compatible. The data generated by the traditional method of extraction, quantification and amplification followed by the electrophoretic separation are fully compatible with those generated by the RapidHIT™ ID system. The device can be operated by users who are not experts, because the procedure is simple and does not require specialist knowledge. However, a training in the operation of the device ought to be provided. The analysis of DNA profiles is carried out automatically by GeneMarker® HID STR Human Identity Software. Specialist knowledge is necessary for precise operation of that tool. When the DNA profile provided by RapidHIT™ ID is not sufficient to be entered to the DNA data collection, RapidLINK™ software signals it requires checking by a qualified analytics possessing

specialist knowledge to decide whether the profile should be analysed.

Small dimensions and weight of RapidHIT™ ID device allow its transporting and use outside the laboratory, e.g. directly at the scene of the incident. It is also worth emphasising that cartridges in which biological material from buccal swabs samples are placed may be stored at room temperature, i.e. 15–25°C for up to two months. This allows them to be used, for example, at the police station or transport to a place of a criminal event without the need of procuring a refrigerator. A longer storage (up to six months), if necessary, requires a temperature of 4–10°C. An unquestionable advantage of RapidHIT™ ID is a short time of obtaining a DNA profile, i.e. 90 minutes, despite the fact that during this time you can get a profile from just one person. Until now, this long waiting time was an obstacle that hampered or even prevented the use of DNA analysis results as biometric data. The use of rapid DNA testing as part of the designed station for downloading biometric data will allow shortening the time lost, as compared with obtaining biometric data in the form of fingerprints or facial image, due to the necessity not only to transport a biological sample to the laboratory, but also to submit it for processing and analyses that lasted additionally approximately 7–8 hours. Thanks to speeding up the process by using the RapidHIT™ ID device it is possible to enter the obtained DNA profile to CODIS and search the DNA database sooner and, and thus – the verification of the person in question is achieved in a shorter time. In addition to that setting up of the above mentioned device, for example, at the police station, will facilitate the acceleration of activities undertaken in relation to a person detained for 48 hours, due to a legitimate suspicion that he/she has committed a crime (e.g. a crime defined in art. 248 § 1 of the Criminal Code).

Summary

Biometric systems are a proven method of fighting crime. Until recently, every collection of data or sample download was executed independently. That situation has, however, been changing for some time, an example of which is the tendency to combine recording the facial image with fingerprinting, referred to in the article. As part of the project: „Opracowanie zaawansowanego technologicznie systemu informatycznego umożliwiającego zautomatyzowane przetwarzanie informacji zgromadzonych w kryminalistycznych biometrycznych bazach danych w celu zwalczania przestępstw lub identyfikacji osób” (Developing the technologically advanced IT system enabling automated processing of information collected in the forensic biometric databases for the purpose of combating crimes or identification of persons) No. DOB-BIO10/09/01/2019 “BIOMETRIA” integration of biometric systems enters a new level and besides the mentioned systems the station will incorporate also a device for rapid DNA testing. Additionally, instead of a typical facial image

registration device an automated 3D scanner collecting information around person's head will be used. The use of 3D scanning will contribute to increasing the available visual information about individuals' appearance, which, when appropriately made use of, shall undoubtedly result in a higher crime detection rate. At the same time, gathering all devices in one place will shorten the data collection process and a special IT system will make this process more reliable.

ACKNOWLEDGEMENTS

The Authors wish to thank for the financial support received from NCBIIR for the project „Opracowanie zaawansowanego technologicznie systemu informatycznego umożliwiającego zautomatyzowane przetwarzanie informacji zgromadzonych w kryminalistycznych biometrycznych bazach danych w celu zwalczania przestępstw lub identyfikacji osób” (Developing a technologically advanced IT system enabling automated processing of information collected in the forensic biometric databases for the purpose of combating crimes or identification of persons) No. DOB-BIO10/09/01/2019.

Sources of Figures and Tables:

Fig. 1: U.S. National Library of Medicine, 2006

Fig. 2: A. Jurga

Table 1: Authors

Bibliography

1. Branicki, W., Kupiec, T., Wolańska-Nowak, P. (2008). *Badania DNA dla celów sądowych*. Cracow: Institute of Forensic Research Publishing House.
2. Buras, D. (2009). Daktyloskopia na ziemiach polskich i w Polsce w latach 1909–1939. In: P. Rybicki, T. Tomaszewski (ed.), *Daktyloskopia. 100 lat na ziemiach polskich*. Warsaw: Association of Warsaw University Faculty of Law and Administration Graduates.
3. Butler, J.M. (2005). *Forensic DNA Typing: Biology, Technology, and Genetics of STR Markers*, 2nd ed. London: Academic Press Inc.
4. Butler, J.M. (2015). The future of forensic DNA analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1674), 20140252, <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0252>.
5. Butler, J.M., Buel, E., Crivellente, F., McCord, B.R. (2004). Forensic DNA typing by capillary electrophoresis using the ABI Prism 310 and 3100 genetic analyzers for STR analysis. *Electrophoresis*, 25(1011), <https://doi.org/10.1002/elps.200305822>.
6. Ówik, K. (2017). Elimination DNA database – an opportunity or a threat? A review of the functioning of elimination databases in selected countries. *Issues of Forensic Science*, 295(1).
7. ENFSI (2010). *Recommended Minimum Criteria for the Validation of Various Aspects of the DNA Profiling Process*, http://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/minimum_validation_guidelines_in_dna_profiling_-_v2010_0.pdf.
8. Gin, K., Tovar, J., Bartelink, E.J., Kendell, A., Milligan, C., Willey, P., Wood, J., Tan, E., Turingan, R.S., Selden, R.F. (2020). The 2018 California wildfires: Integration of Rapid DNA to dramatically accelerate victim identification. *Journal of Forensic Sciences*, 65(3), <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14284>.
9. Gutowska, D., Stolec, L. (2004). Techniki identyfikacji osób z wykorzystaniem indywidualnych cech biometrycznych. *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*, 20.
10. Jurga, A., Mondzelewski, J. (2017). Functioning of the DNA Database in Poland. *Issues of Forensic Science*, 297(1).
11. Kartasińska, E., Jurga, A. (2020). Rapid DNA – a technology for rapid automated DNA profile analysis based on STR loci polymorphism. *Issues of Forensic Science*, 309(3).
12. Kędzierska, G. (2007). In: W. Kędzierski (red.), *Technika kryminalistyczna*. Szczytno: Police Academy Publishing House.
13. Kozieł, T., Dębiński, Z. (1992). Image portrait in identification and search of persons. *Issues of Forensic Science*, 197–198.
14. Moszczyński, J. (1997). *Daktyloskopia. Zarys teorii i praktyki*. Warsaw: Central Forensic Laboratory of the Police Publishing House.
15. Palmbach, T., Blom, J., Hoynes, E., Primorac, D., Gaboury, M. (2014). Utilizing DNA analysis to combat the world wide plague of present day slavery – trafficking in persons. *Croatian Medical Journal*, 55(1), <https://doi.org/10.3325/cmj.2014.55.3>.
16. Pikulski, S., Kaliszczak, M. (1998). *Nowa metoda kryminalistycznej identyfikacji zwłok ludzkich*. Szczytno: Police Academy Publishing House.
17. Polish Centre for Accreditation (2016). Akredytacja laboratoriów badawczych – dostawców usług kryminalistycznych wykonujących czynności laboratoryjne (DAB-10 2nd edition of 2020-12-15), https://www.pca.gov.pl/download/data/rep-files/user/files/_public/dokumenty_pca/dokumenty_ogolne/dab-10_2.pdf.
18. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation), OJ L 119, 4.05.2016.
19. Rothe, J., Melisch, C., Powers, N., Geppert, M., Zander, J., Purps, J., Spors, B., Nagy, M. (2015). Genetic research at a fivefold children's burial from medieval Berlin. *Forensic Science International: Genetics*, 15, <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2014.10.022>.
20. SWGDAM (2016). *Validation Guidelines for DNA Analysis Methods*.

21. Thermo Fisher Scientific (2020). The Kaua'i Police Department uses rapid DNA technology to save time and cost in disaster victim identification, <http://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/GSD/Reference-Materials/Kauai-police-dna-technology-disaster-victim-identification.pdf>.
22. Thong, Z., Phua, Y.H., Loo, E.S., Goh, S.K., Ang, J., Looi, W.F., Syn, C.K.C. (2015). Evaluation of the RapidHIT™ 200 System: A comparative study of its performance with Maxwell® DNA IQ™/Identifiler® Plus/ABI 3500xL workflow. *Forensic Science International: Genetics*, 19, <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2015.05.006>.
23. Tomaszewska-Michalak, M. (2015). *Prawne i kryminalistyczne aspekty wykorzystania technologii biometrycznej w Polsce*. Warsaw: Difin Publishing House Ltd.
24. U.S. National Library of Medicine (2006). *Visible Proofs: Forensic Views of the Body: Galleries: Technologies: The Bertillon System*. 2006-02-16.
25. Act of 6 June, 1997 – Code of Criminal Proceedings, Journal of Laws of 1997 No. 89, item 555, as amended.
26. Act of 6 April, 1990 on the Police, Journal of Laws of 1990 (consolidated text Journal of Laws 2020.0.360).
27. Węgleński, P. (ed.). (1995). *Genetyka molekularna*. Warsaw: Scientific Publisher PWN.
28. Order No. 13 of the Police Commander in Chief of April 12, 2021 on the DNA data collection, Official Journal 2021.27.
29. Order No. 28 of the Police Commander in Chief of August 11, 2020 on fingerprint data collections, Official Journal 2020.44.

Translation Ewa Nogacka