

**VYSOKÁ ŠKOLA EVROPSKÝCH A REGIONÁLNÍCH
STUDIÍ, Z. Ú., ČESKÉ BUDĚJOVICE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**KOMPARACE VYUŽITÍ DAKTYLOSKOPIE A
ANALÝZY VZORKŮ DNA K IDENTIFIKACI OSOB**

Autor práce: Barbora Bendová

Studijní obor: Bezpečnostně právní činnost

Forma studia: Kombinovaná

Vedoucí práce: Mgr. Bc. Josef Kříha, PhD.

Katedra: Katedra právních oborů a bezpečnostních studií

2022

VYSOKÁ ŠKOLA EVROPSKÝCH A REGIONÁLNÍCH STUDIÍ, z. ú.
Žižkova tř. 6, 370 01 České Budějovice

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení studenta: Barbora Bendová
Studijní program: Bezpečnostně právní činnost
Studijní obor: Bezpečnostně právní činnost ve veřejné správě
Forma studia: Kombinovaná
Místo studia: České Budějovice

Název bakalářské práce:

Komparace využití daktyloskopie a analýzy vzorků DNA k identifikaci osob

Název bakalářské práce v anglickém jazyce:

Comparision of the Use of Dactyloscopy and Analysis of DNA Samples for Identification of Persons

Katedra: Katedra právních oborů a bezpečnostních studií


Vedoucí bakalářské práce (jméno a příjmení, titul): Mgr. Bc. Josef Kříha, PhD.

Datum zadání bakalářské práce (měsíc, rok): duben 2021

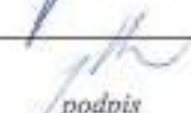
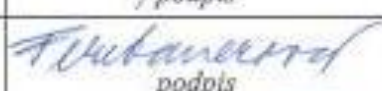

Cíl bakalářské práce:

Hlavní cíl bakalářské práce je komparativní formou demonstrovat vzájemnou korelaci zájmových ukazatelů ekonomické a časové náročnosti a spolehlivosti kriminalistických metod daktyloskopie a analýzy DNA a stanovit, zdali je možné plně nahradit jednu metodu druhou.

Vedlejším cílem práce je formou užitého empirického šetření dále vyhodnotit, která z metod je v aplikační praxi upotřebitelnější s ohledem k zjistitelnosti, vyhodnotitelnosti a systematizaci kriminalistických stop pro následné využití

Student: Barbora Bendová	29.04.2021 datum	Bendová podpis
Vedoucí práce: Mgr. Bc. Josef Kříha, PhD.	25.5.2021 datum	 podpis

Schvaluji zadání bakalářské práce:

Vedoucí katedry: doc. JUDr. Roman Svatoš, Ph.D.	25.5.2021 datum	 podpis
Prorektorka pro studijní a vnitřní záležitosti RNDr. Růžena Ferebauerová	26.5.21 datum	 podpis
Pověřený rektor: doc. Ing. Jiří Dušek, Ph.D.	24.5.2021 datum	 podpis



Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, na základě vlastních zjištění a s použitím odborné literatury a materiálů uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce v elektronické podobě ve veřejně přístupné části infodisku VŠERS, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky vedoucího a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce systémem na odhalování plagiátů.

.....

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Mgr. Bc. Josefu Kříhovi, PhD. za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

ABSTRAKT

BENDOVIÁ, B. *Komparace využití daktyloskopie a analýzy vzorků DNA k identifikaci osob: bakalářská práce*. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2022. 68 s. Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Bc. Josef Kříha, PhD.

Klíčová slova: analýza vzorků DNA, daktyloskopie, genetika, historie kriminalistických metod, identifikace osob, informační systémy PČR, zajišťování daktyloskopických stop, zajišťování stop DNA

Bakalářské práce (dále jen „práce“) má ambici formou teoreticko-empirického komparativního vhledu demonstrovat vzájemnou korelaci zájmových ukazatelů ekonomické a časové náročnosti a spolehlivosti dané výseče kriminalistické vědy, tj. daktyloskopie a analýzy DNA a rámcově stanovit, zda-li je možné obě metody vzájemně nahradit. „Práce“ je zaměřena na vzájemnou komparaci kriminalistických metod daktyloskopie a analýzy DNA z pohledu náročnosti zajišťování využitelných vzorků v kriminalistické praxi, jejich další systematizaci v informačních systémech a následné forenzní využití.

Daktyloskopie je charakterizována jako nauka o obrazcích papilárních linií vytvořených na vnitřní straně článků prstů, na dlaních, na prstech nohou a chodidlech a je druhou nejstarší metodou využívanou v kriminalistické praxi pro identifikaci osob.

Analýza DNA je moderní forenzní technika využívající jedinečnosti unikátní sekvence deoxyribonukleové kyseliny pro vyšetřování kriminálních činů a individuální identifikaci osob.

V rámci úvodní teoretické části „práce“ jsou primárně demonstrována základní pojmosloví a východiska zkoumané tematické oblasti s důrazem na porozumění komplexity, technické náročnosti a vzájemné koherence obou zájmově zkoumaných tematických oblastí, tj. kriminalistických metod využitelných v kriminalistické praxi, včetně reflexe historické geneze jejich vývoje. Empirická část „práce“ za pomoci užitého kvalitativního empirického výzkumného šetření, formou řízených rozhovorů vykazuje další navazující ambici naplnit její vedlejší cíl, tj. vyhodnotit možnosti vzájemné zastupitelnosti zájmově zkoumaných kriminalistických metod a stanovit, která z nich je v aplikační forenzní praxi upotřebitelnější.

ABSTRACT

BENDOVIÁ, B. *Comparison of the Use of Dactyloscopy and Analysis of DNA Samples for Identification of Persons: Bachelor Thesis*. České Budějovice: The College of European and Regional Studies, 2022. 68 p. Supervisor: Mgr. Bc. Josef Kříha, PhD.

Keywords: Dactyloscopy, dactyloscopic sample analysis, DNA sample analysis, genetics, history of forensic methods, identification of persons, information systems of the Police of the Czech Republic

The bachelor's thesis (hereinafter "thesis") has the ambition in the form of theoretical-empirical comparative insight to demonstrate the correlation of interest indicators of economic and time intensity and reliability of the field of criminology, ie. dactyloscopy and DNA analysis and determine, whether both methods are possible to replace each other. "Thesis" is focused on the mutual comparison of forensic methods of dactyloscopy and DNA analysis in terms of the complexity of providing usable samples in forensic practice, their further systematization in information systems and subsequent forensic use.

Dactyloscopy is characterized as the science of patterns of papillary lines created on the inside of finger joints, palms, toes and soles of the feet and is the second oldest method used in forensic practice to identify people.

DNA analysis is a modern forensic technique using the uniqueness of an exclusive deoxyribonucleic acid sequence for criminal investigations and individual identification.

The theoretical part of the "thesis" primarily demonstrates the basic terminology and starting points of the researched thematic areas with emphasis on understanding the technical complexity and mutual coherence of both thematic areas of interest, i.e. forensic methods used in forensic practice, including reflection on the historical genesis of their development. The empirical part of the "thesis" with the help of used qualitative empirical research, in the form of guided interviews shows another follow-up ambition to fulfill its secondary goal, i.e. to evaluate the possibilities of mutual research of forensic methods and determine which of them is more useful in applied forensic practice.

Obsah

Úvod.....	9
1 Úvod do problematiky daktyloskopie	11
1.1 Historie daktyloskopie.....	11
1.1.1 Jan Evangelista Purkyně	12
1.1.2 William James Herschel.....	14
1.1.3 Henry Faulds	15
1.1.4 Francis Galton	15
1.1.5 Juan Vucetich	18
1.1.6 Sir Edward Richard Henry	19
2 Daktyloskopické stopy	20
2.1 Dělení daktyloskopických stop	22
2.2 Vlastnosti daktyloskopických stop	23
3 Zajišťování daktyloskopických stop.....	24
3.1 Fyzikální metody	25
3.2 Chemické metody	26
3.3 Fyzikálně chemické metody	27
3.4 Speciální metody	28
3.5 Zajišťování daktyloskopických stop.....	30
3.6 Daktyloskopická identifikace	31
4 Informační systémy v daktyloskopii.....	34
4.1 AFIS	34
4.2 Eurodac.....	35
4.3 FODAGEN	35
5 Analýza DNA	37
5.1 Historie forenzní genetiky	37

5.2	Analýza DNA v kriminalistické praxi.....	41
5.3	Biologické stopy.....	41
5.4	Metody vyhledávání a zajišťování biologických stop.....	43
6	Metody analýzy DNA.....	46
7	Informační systémy využívané k evidování výsledků expertiz DNA	51
7.1	CODIS	51
7.2	Národní databáze DNA	51
7.3	FODAGEN	52
7.4	InfoDNA.....	52
8	Praktické využití daktyloskopie a analýzy DNA.....	53
9	Empirická část.....	54
10	Závěr.....	60
	Seznam použitých zdrojů	64
	Seznam zkratk	69

Úvod

Volba tématu „práce“ byla determinována praxeologickými zkušenostmi její zpracovatelky, které se aktuálně nachází ve služebním poměru u Policie ČR, ve služební hodnosti inspektor na Odboru cizinecké policie, Oddělení dokladů a specializovaných činností v Českých Budějovicích. Na základě četné interakce s odbornou i laickou veřejností autorka „práce“ často vyhodnocovala zastávané diskursivní názory, zda může metoda kriminalistické daktyloskopie z pohledu forenzního využití konkurovat tak progresivní kriminalistické metodě, jakou je analýza vzorků DNA.

Bližší zamyšlení nad historií vzniku obou metod, v některých případech jejich vzájemné nezastupitelnosti a naopak nevyhnutelné součinnosti vedoucí k odhalení identity jednoho či více pachatelů nebo obětí kriminálních činů, vedly k tvůrčí inspiraci vedoucí k zpracování této „práce“.

V historii, kdy se formovaly prvotní sociální, ekonomické a mocenské role, vznikla jako nežádoucí sociálně patologický jev také kriminalita. Kriminalita, navzdory obecně rozšířeným vyspělým technologiím, průmyslovému pokroku, stále více se šířící vzdělanosti, propracovanému právnímu a justičnímu systému, provází lidstvo dodnes.

Počátky kriminálního chování jedinců ve společnostech přirozeně provázela potřeba kriminální činy a jejich pachatele odhalovat, jednoznačně identifikovat a následně perzekuovat. Tímto byly položeny základy různých právních odvětví, justičních systémů, kriminalistiky, forenzních a lékařských věd, které se vyvíjely a utvářely po dlouhá staletí až do současné podoby. Bylo užíváno různých vědeckých, nevědeckých, více či méně spravedlivých a humánních metod, které měly jediný cíl - spolehlivě identifikovat a usvědčit pachatele kriminálního činu.

Mezi významné kriminalistické metody, které vedou k odhalení pachatele kriminálních činů patří daktyloskopie a analýza DNA.

Cíl a metodika bakalářské práce

V kriminalistické praxi se k získávání důkazního materiálu a identifikaci osob využívají metody daktyloskopie a analýzy vzorků DNA. Každá z těchto metod má při určitých technických podmínkách svoji definovanou oblast využití, avšak existuje oblast, kde se možnosti využití obou metod překrývají. Například, pokud na místě činu nelze zajistit upotřebitelnou daktyloskopickou stopu, lze z neupotřebitelné daktyloskopické stopy vždy zajistit vzorek DNA. V případě nálezu navrstvených daktyloskopických stop více původců může být technicky snazší využití analýzy DNA, než aplikace postupů daktyloskopických technik.

Teoretická část práce primárně reflektuje formou historické retrospektivy základní pojmosloví a východiska zkoumané tematické oblasti, kde v širším i užším postihu demonstruje problematiku daktyloskopie a analýzy vzorků DNA.

Teoretická část „práce“ využívá analýzu a syntézu dostupných pramenů a odborné literatury. Hlavním cílem práce je komparativní formou demonstrovat vzájemnou korelaci zájmových ukazatelů ekonomické a časové náročnosti a spolehlivosti kriminalistických metod daktyloskopie a analýzy vzorků DNA a stanovit, zdali je možné plně nahradit jednu metodu druhou. Cílem teoreticko-praxeologické části práce je v užším teoretickopraxeologickém postihu demonstrovat problematiku obou metod z pohledu náročnosti zajišťování využitelných vzorků v kriminalistické praxi a jejich další systematizace v informačních systémech.

Empirická část práce má ambici naplnit subsidiárně korespondující cíl, tj. formou užitého empirického šetření vyhodnotit, která z metod je v aplikační praxi upotřebitelnější s ohledem k zajistitelnosti, vyhodnotitelnosti a systematizaci stop pro následné využití. V empirické části práce je využita metoda kvalitativního výzkumu formou řízených rozhovorů. Do výzkumu se zapojili kriminalističtí technici z odborného pracoviště Policie ČR Krajského ředitelství policie Jihočeského kraje Odboru kriminalistické techniky a expertiz (dále jen „OKTE“) a příslušníci odborného pracoviště Policie ČR Oddělení daktyloskopie a forenzní genetiky Kriminalistického ústavu v Praze (dále jen „KÚ“). Teoreticko-praxeologická část práce demonstruje konkrétní kategorizovaný přehled četnosti užívaných metod, tj. množství případů, kdy byly zajištěny stopy na místě činu a počty případů, při kterých byly zajištěny stopy ke znaleckému zkoumání v České republice v roce 2021.

1 Úvod do problematiky daktyloskopie

1.1 Historie daktyloskopie

Daktyloskopie je nauka o obrazcích papilárních linií vytvořených na vnitřní straně článků prstů, na dlaních a chodidlech. Tyto linie byly známy patrně již ve starověkém Egyptě, Mezopotámii, Číně, Japonsku, Mexiku, Indii, Izraeli a tehdejší Asýrii. Otisků prstů, dlaní či plosek nohou bylo hojně využíváno jako identifikačních cechovních značek, či jako prostředku k určení zhotovitele keramického výrobku v manufakturách. Takovéto značky byly nalezeny na stěnách nádob, cihlách či soškách. Původně však šlo zřejmě spíše o symbolickou identifikaci autora, často rituálního charakteru. Svou roli v identifikaci autora nehrál pouze otisk samotný, ale také jeho prostorové umístění na výrobku.¹

K identifikaci osob coby autorské signifikace úředních a obchodních dokumentů i dokumentů soukromého charakteru, sloužily ve starověké Číně pečeti opatřené otiskem prstu. Po vynálezu papíru kolem roku 650 n.l., se běžně užívalo otisku prstu či dlaně autora také přímo na listině. Otisk části těla však nebyl k úřednímu stvrzení platnosti dokumentu akceptován samostatně, bylo nutno listinu opatřit též autorským podpisem. Díky obchodním vztahům se tato metoda rozšířila dále na východ do Japonska. Zde je první zmínka o užívání otisku prstu jako signifikantního znaku na listinách v tzv. „Domácím zákoně“, který byl vydán v roce 702 n. l. Je zde uvedeno, že „neumí-li manžel psát, nechá si sepsat listinu jiným mužem a poté ji podepíše otisknutím svého ukazováku“.²

Otisků prstů jako podpisových značek bylo užíváno v Bengálsku, dnes na území Bangladěše a západoidického státu Západní Bengálsko. Tlakové značky zvané „tep-sai“, které shodně ve svých dílech popisuje William Herschel³ a sir Francis Galton⁴, zanechávaly na listinách negramotné osoby. Vzhledem k nízké kvalitě otisků nemohly

¹ CUMMINS, H., WRIGHT KENNEDY, R. *Purkinje's Observations (1823) on Finger Prints and Other Skin Features*, Am. Inst. Crim. L. & Criminology 343 (1940), s. 474.

² U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs. *The Fingerprint Sourcebook*., s. 8-9, ke stažení na: <<https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/225320.pdf>>

³ HERSCHEL, W. J. *The Origin of Finger-Printing*. Londýn: H. Milford. 1916, s. 35-37.

⁴ GALTON, F. *Finger Prints*. Londýn: Macmillan and co., 1892, s. 24-25.

tyto značky sloužit k individuální identifikaci osob. Sloužily, tak jako v předchozím uvedeném případě, jako výraz srozumění podepisující se osoby s obsahem dokumentu na místo tehdy hojně užívaného křížku coby podpisu.⁵ Z výše uvedených příkladů je zřejmé, že lidé dávných civilizací si byli vědomi existence papilárních linií a využívali jich v běžném životě, nelze však s jistotou tvrdit, že si starověké civilizace plně uvědomovaly jejich jedinečnost.

V Evropě jako první publikoval studii o kresbě papilárních linií, umístění vyústění potních žláz mezi nimi a popisu jejich funkce britský lékař a biolog **Nehemiah Grew**. Grew byl současníkem dalšího známého italského lékaře a otce mikroskopické anatomie, embryologie a histologie **Marcella Malphigiho**, který v roce 1687 zkoumal papilární linie rukou člověka, jejich utváření a funkci důležitou při úchopu předmětů. Více se však utvářením papilárních linií nezabýval. V roce 1788 německý lékař a anatom **Johann Christoph Andreas Mayer** vyslovil domněnku jedinečnosti obrazců papilárních linií jedince. Stal se tak prvním, kdo tuto teorii vyslovil.⁶

1.1.1 Jan Evangelista Purkyně

Po více než sto letech se otázkou papilárních linií začal zabývat Jan Evangelista Purkyně (1787 - 1869), český biolog, fyziolog a anatom. Ve svém habilitačním spise „De examine physiologico organi visus et systematis cutanei“, se v roce 1823 zabýval i papilárními liniemi, kde se věnoval pouze medicínskému hledisku. Purkyně jako jeden z hlavních obrazců stanovil tzv. deltu, trojúhelníkový útvar tvořený třemi vzájemně se sbíhajícími papilárními liniemi. V daktyloskopické identifikaci osob je delta jako hlavní identifikační znak užívána dodnes. Přestože Purkyněmu potenciál jeho objevu k využití jedinečnosti utváření papilárních linií k identifikaci osob zřejmě unikl, je Purkyně považován za objevitele fyziologických zákonitostí daktyloskopie.⁷ Jako první obrazce tvořené papilárními liniemi popsal a rozdělil do devíti kategorií:

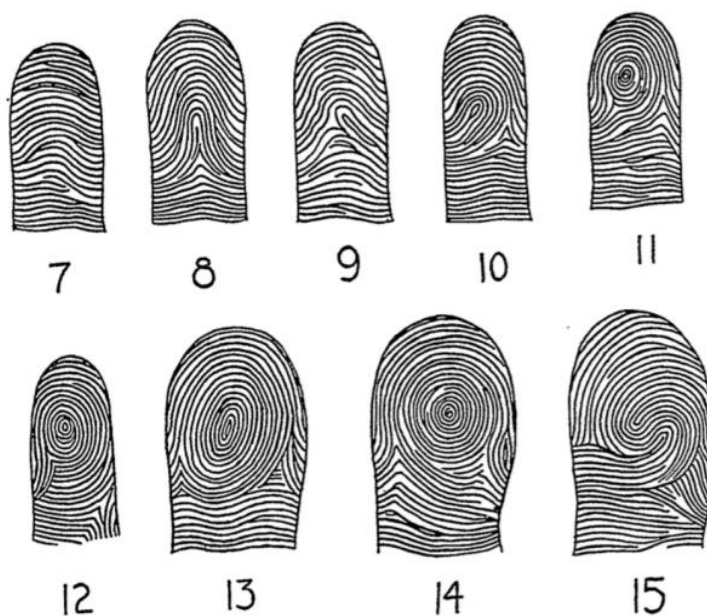
⁵ HERSCHEL, W. J. *The Origin of Finger-Printing*. Londýn: H. Milford, 1916, s. 35-37.

⁶ U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs. *The Fingerprint Sourcebook*., s. 9, ke stažení na: <<https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/225320.pdf>>

⁷ MUSIL, J. *Jan Evangelista Purkyně*. Kriminologický sborník. Praha, MV ČR, 1987, roč. 31, č. 12, s. 760.

1. příčné záhyby (flexerae transversae)
2. střední podélní pruh (stria centralit longitudinalis)
3. šikmý pruh (stria obliqua)
4. šikmý záliv (sinus obliquus)
5. mandle (amygdalus)
6. spirála (spirula)
7. elipsa (elipsis)
8. kruh (circulus)
9. zdvojený vrcholek (vertex duplicatus)⁸

Obr. 1 - devět kategorií obrazců tvořených papilárními liniemi dle Purkyněho: (7) příčné záhyby, (8) střední podélný pruh, (9) šikmý pruh, (10) šikmý záliv, (11) mandle, (12) spirála, (13) elipsa, (14) kruh a (15) zdvojený vrcholek⁹



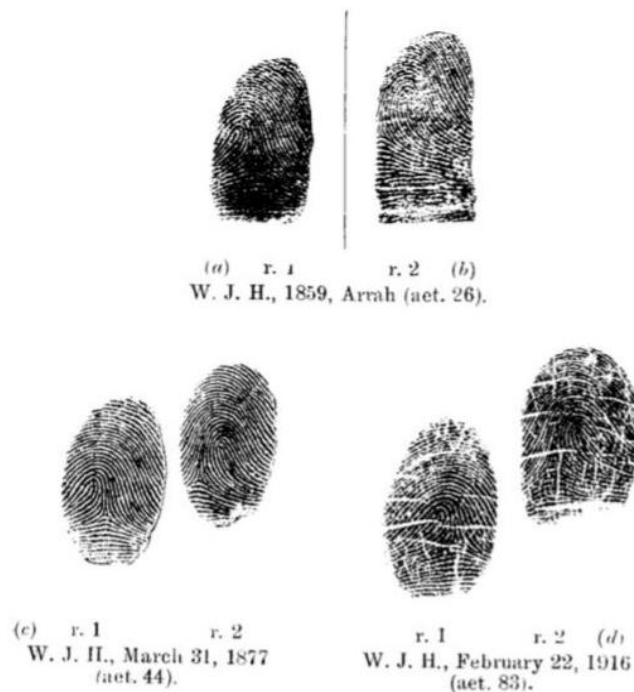
⁸ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 15.

⁹ CUMMINS, H., WRIGHT KENNEDY, R. *Purkinje's Observations (1823) on Finger Prints and Other Skin Features*, Am. Inst. Crim. L. & Criminology, 1940, s. 349.

1.1.2 William James Herschel

Za jednoho ze zakladatelů daktyloskopie jakožto metody identifikace osob je považován William James Herschel (1833 - 1917). V polovině 50. let 19. století působil jako správní úředník v Indii. Měl na starost vyplácení penzí indickým vojákům. Pro Evropana byli povětšinou negramotní Indové vzhledově takřka nerozlišitelní, čehož nezdůrazně využívali k podvodům a vyplácení peněžité dávky požadovali i několikrát do měsíce. Herschel stanovil povinnost označit výplatnici při vyplacení dávky otiskem pravého ukazováčku a prostředníku, čímž dalším podvodům zamezil.¹⁰ Na základě komparace daktyloskopických vzorků došel k přesvědčení o jedinečnosti papilárních linií jedince. Opakovaným daktyloskopováním osob v průběhu jejich života zjistil, že průběh papilárních linií je u osob v čase neměnný. Tímto stanovil dva ze tří zákonů daktyloskopie. Výsledky jeho práce společně s rozsáhlou sbírkou daktyloskopických se staly základem Galtonovy vědecké práce nazvané *Fingerprints*.¹¹

Obr. 2 - otisky prstů Williama Herschela pořízené mezi lety 1859 a 1916, na kterých dokazuje časovou stálost obrazců tvořených papilárními liniemi.¹²



¹⁰ HERSCHEL, W. J. *The Origin of Finger-Printing*. Londýn: H. Milford, 1916, s. 8.

¹¹ NĚMEC, B. *Dějiny daktyloskopie. Kriminalistický sborník č. 11*. Praha, 1958, s. 510.

¹² HERSCHEL, W. J., *The Origin of Finger-Printing*. Londýn: H. Milford, 1916, s. 30.

1.1.3 Henry Faulds

Henry Faulds (1843-1930) si povšiml otisků prstů na japonských hliněných nádobách.¹³ Věnoval se studiu papilárních linií, daktyloskopii z pohledu dědičnosti a dokonce se snažil klasifikovat rasové rozdíly mezi otisky osob různých národností.¹⁴ V roce 1880 uveřejnil v časopise *Nature* výsledky svého bádání a vyslovil myšlenku využitelnosti daktyloskopie v určení totožnosti pachatele kriminálního činu.¹⁵ Jako první navrhl snímat otisky všech deseti prstů a dlaní. Tento systém jím zavedených daktyloskopických karet je v praxi využíván dodnes. K využití daktyloskopie v kriminalistice v té době však nedošlo, protože nebyl stanoven klasifikační systém vyhodnocování otisků prstů.¹⁶ Zajímavostí je, že Faulds s Heschelem vedli celoživotní spor o prvenství objevitele daktyloskopie, který nebyl v tehdejší době uspokojivě rozřešen. Obecně je dnes přijímáno stanovisko, že oba na myšlenku daktyloskopické identifikace přišli souběžně.^{17 18}

1.1.4 Francis Galton

Francis Galton (1822-1911), se původně zabýval tehdy progresivní antropometrickou metodou bertillonáží. Alphonse Bertillon přišel s poznatkem, že určité proporce těla dospělého člověka zůstávají v průběhu času víceméně neměnné, a to bez ohledu na změny způsobené stárnutím ani přibýváním či úbytkem na váze.¹⁹ Bertillonáž, která byla poměrně náročná na přesnost a počet měření různých částí lidského těla, ve své době našla mnoho příznivců a byla přijata jako identifikační metoda mnohými evropskými policejními sbory.²⁰ Tehdy teprve rozvíjející se metoda daktyloskopie byla

¹³ NOSEK, V. *Daktyloskopie, cheiroskopie, podoskopie*. Kroměříž: Knihtiskárna J. Gusek, národní správa, 1947, s. 26.

¹⁴ STRAUS, J., VAVERA, F. et al. *Dějiny kriminalistiky*, Plzeň: Aleš Čeněk, 2012, s. 79.

¹⁵ ČICHÁ, M. *Integrovaná antropologie*. Praha: Triton, 2014, s. 250.

¹⁶ STRAUS, J., VAVERA, F. et al. *Dějiny kriminalistiky*, Plzeň: Aleš Čeněk, 2012, s. 32.

¹⁷ FAULDS, H., *Dactylography or the Study of Finger-prints*. Halifax: Milner & Company. 1912, s. 23-25.

¹⁸ HERSCHEL, W. J., *The Origin of Finger-Printing*. Londýn: H. Milford. 1916, s. 32.

¹⁹ STRAUS, J., VAVERA, F. et al. *Dějiny kriminalistiky*, Plzeň: Aleš Čeněk, 2012, s. 75.

²⁰ STRAUS, J. et al. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2005, s. 94.

bertillonáží zastíněna a o uznání svých nepochybných kvalit jako začínající věda teprve bojovala. Vytvořil rozsáhlou sbírku daktyloskopických karet, která zcela zastínila tu Herschelovu. Uvědomil si plně potenciál daktyloskopie jako kriminalistické metody a také nutnost nezpochybnitelnosti spolehlivosti daktyloskopie jako identifikační metody osob.²¹ Stanovil proto tři fyziologické zákony daktyloskopie, které platí dodnes:²²

1) Zákon o relativní neměnnosti obrazců papilárních linií

V průběhu života jsou papilární linie relativně neměnné.²³ Pozdější embryonální studie poukázaly na skutečnost, že papilární linie se začínají formovat už ve 4. měsíci embryonálního vývinu, kdy jejich vývoj je ukončen 6. měsíci. Vzniklé papilární linie se během života člověka nemění, mohou se zvětšovat v důsledku růstu, ve stáří mohou být zvrásněné. Průběh papilárních linií, jejich sled a návaznost jsou neměnné, taktéž vzdálenost a mezi jednotlivými markanty zůstává shodná.²⁴

2) Zákon o relativní neodstranitelnosti papilárních linií

Papilární linie jsou relativně neodstranitelné. K odstranění papilárních linií by bylo zapotřebí odstranit zárodečnou vrstvu kůže, což je u živého jedince prakticky neproveditelné. Navíc by bylo nutno odstranit i zárodečnou vrstvu pokožky i v oblastech dlaní, z důvodu přítomnosti papilárních linií i na nich. S možností odstranění zárodečných vrstev kůže experimentovali např. dva francouzští kriminalisté Locard a Wikovski, kteří prováděli experimenty sami na sobě. Ponořovali například prsty do vařící vody či oleje, nebo se dotýkali žhavého kovu. Po následném zhojení ran se však obrazce papilárních linií objevily v původním tvaru.²⁵

3) Zákon o relativní individuálnosti obrazců papilárních linií

Na světě nejsou dvě osoby, které by měly stejné neboli shodné obrazce papilárních linií. Studie prokázaly, že pravděpodobnost výskytu stejného papilárního

²¹ WEHNER, W. *Šach zločinu: dějiny kriminalistiky*. Praha: Odeon, 1969, Klub čtenářů (Odeon), s. 108.

²² PROTIVINSKÝ, M., KLVAŇA, K. *Základy kriminalistiky*. Praha: ARMEX PUBLISHING, 2007, s. 35.

²³ STRAUS, J., VAVERA, F. *Slovník kriminalistických pojmů a osobností*. Plzeň: Aleš Čeněk, s.r.o., 2010, s. 137.

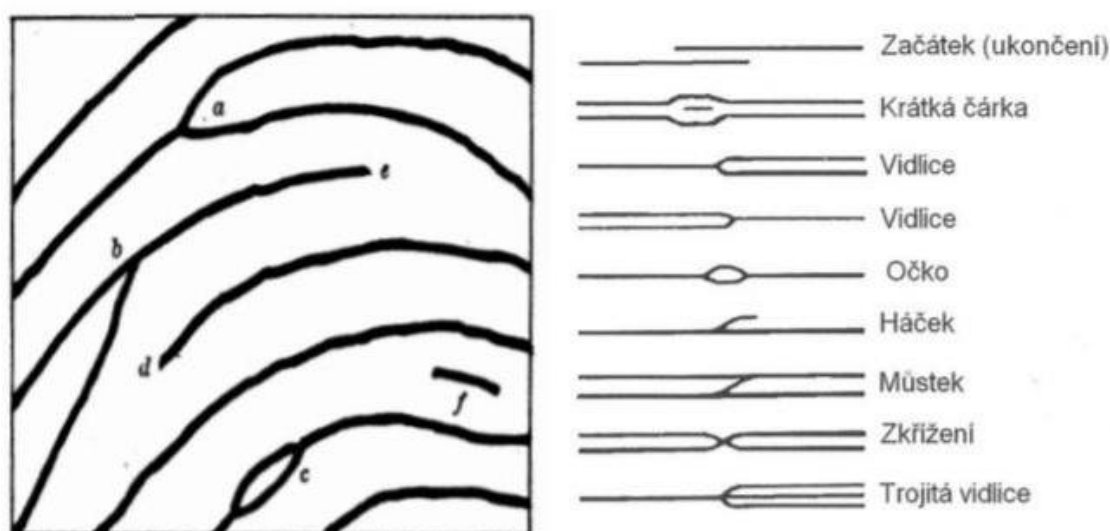
²⁴ STRAUS, J., PORADA, V. et al. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Vydavatelství Policejní akademie ČR, 2005, s. 54.

²⁵ STRAUS, J., PORADA, V. et al. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Vydavatelství Policejní akademie ČR, 2005, s. 68.

terénu je tak nízká, že z hlediska, jak kriminalistické vědy, tak kriminalistické praxe je zanedbatelná.²⁶ Galton si uvědomoval nezbytnost vhodného klasifikačního systému, který by umožnil efektivní třídění a daktyloskopických záznamů a jejich porovnávání. Pokusil se neúspěšně využít Purkyněho klasifikační systém, na jeho základě vytvořil klasifikační systém vlastní, založený na přítomnosti tzv. delt popsaných právě Purkyněm. Tyto delty pak posloužily jako referenční body, od nichž odvozoval tři základní obrazce tvořené papilárními liniemi - oblouky, smyčky a spirály.²⁷ Nutnosti zavedení spolehlivého klasifikačního systému si byli vědomi i další dva policejní úředníci Juan Vucetich a Edward Richard Henry.

Obr. 3 vlevo - daktyloskopické markanty podle Galtona²⁸ a, b - rozdvojení; c - ohraňování; d, e - konec/začátek; f - ostrůvek

Obr. 3 vpravo - typické daktyloskopické markanty podle Strause²⁹



²⁶ STRAUS, J., PORADA, V. et al. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Vydavatelství Policejní akademie ČR, 2005, s. 70.

²⁷ GALTON, F. *Fingerprints*. London: MacMillan and Co., 1892., s. 9 - 10

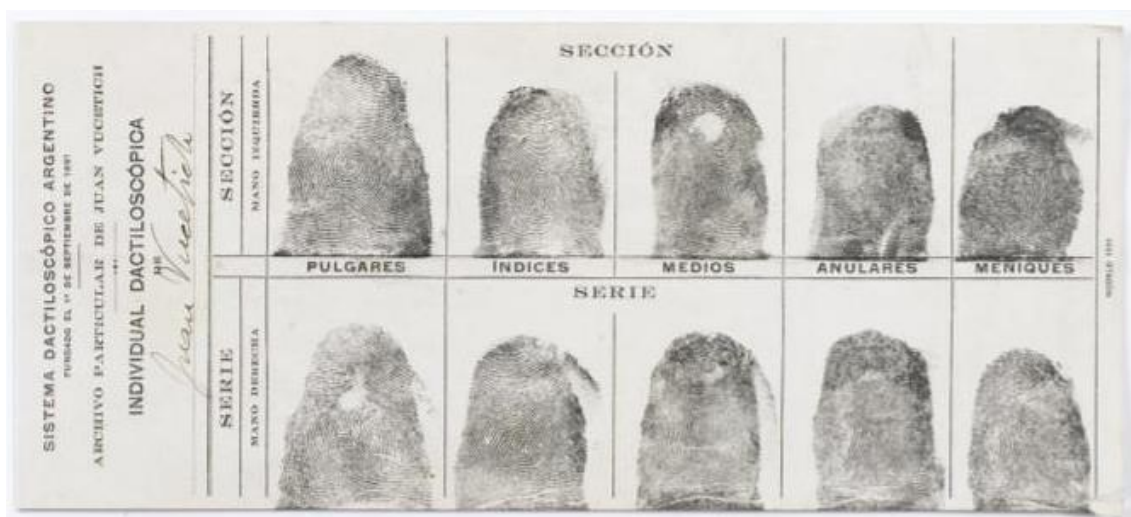
²⁸ GALTON, F. *Fingerprints*. London: MacMillan and Co., 1892., vložená příloha č. 5.

²⁹ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005. s. 288, s. 94.

1.1.5 Juan Vucetich

Argentínek **Juan Vucetich** (1858-1925) v roce 1891 vytvořil vlastní klasifikační systém podobný Galtonovu.³⁰ Systém byl založen na čtyřech vzorech obrazců tvořených papírárními liniemi, který vycházel z původní Purkyněho klasifikace. V roce 1896 pak Vucetich dosáhl zavedení daktyloskopické identifikace jako oficiální metody, čímž se Argentina stala vůbec první zemí, která daktyloskopii zavedla jako výlučnou metodu identifikace.³¹

Obr. 4 - Vucetichova karta otisků³²



³⁰ U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs. *The Fingerprint Sourcebook.*, s. 14, ke stažení na: <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/225320.pdf>

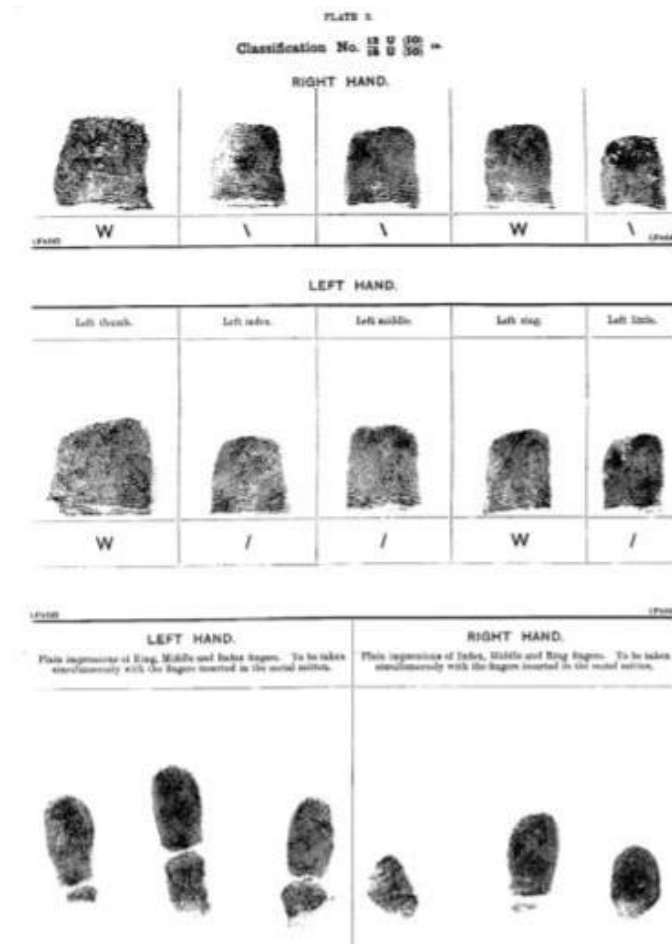
³¹ U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs. *The Fingerprint Sourcebook.*, s. 14, ke stažení na: <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/225320.pdf>

³² Zdroj: https://www.nlm.nih.gov/visibleproofs/media/gallery/iii_c_210a.jpg

1.1.6 Sir Edward Richard Henry

Sir Edward Richard Henry (1850-1931) začal v roce 1894 pracovat na vlastním klasifikačním systému, který vycházel z Galtonova členění obrazců papilárních linií do čtyř základních skupin (oblouk, smyčka, spirála a další tvary označené jako složené) a některé z nich dále do podskupin. Vytvořil tak velmi propracovaný systém, který využíval otisky všech deseti prstů rukou daktyloskopované osoby. Henryho systém daktyloskopických karet byl v roce 1901 přijat Scotland Yardem, odkud se rozšířil do celé Evropy.³³

Obr. 5 - daktyloskopický záznam podle Henryho. Obsahuje deset válených otisků prstů, a kontrolní píchané otisky ukazováku, prostředníku a prsteníku každé ruky.³⁴



³³ NATIONAL INSTITUTE OF JUSTICE (U.S.), et al. *The Fingerprint Sourcebook*. Washington DC: U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice, 2011.

³⁴ HENRY, E. R., 1900. *Classification and Uses of Finger Prints*. Londýn: George Routledge and sons, ltd., vložená příloha č. 2, s. 90-94.

2 Daktyloskopické stopy

Daktyloskopické stopy vznikají při kontaktu vnitřních částí prstů, dlaní nebo chodidel s vhodným nosičem, na který je následně přenesen obraz papilárních linií. V povrchové vrstvě kůže se nacházejí póry s vývody potních žláz, které v místech v místech papilárních linií uvolňují trvale pot. Pot je složen z 99% z vody, zbylé 1% tvoří jiné látky, ať už organické (kyselina mléčná, octová a močová, aminokyseliny, močovina, lipidy, proteiny) či anorganické (chlor, sodík, draslík, vápník, magnesium, zinek), které tělo vylučuje. Množství potu je pak závislé na mnoha faktorech včetně věku dotyčného jedince, jeho zdravotním stavu, stravovacích a životních návycích, situaci, emočním rozpoložení, okolní teplotou a podobně.³⁵

Lidská kůže je tvořena třemi nestejně silnými vrstvami, z nichž každá má unikátní vlastnosti a plní odlišné úkoly:

Svrchní vrstva kůže - pokožka (epidermis), plní funkci ochrannou, kdy lidské tělo chrání před pronikáním UV záření, brání odpařování vody z lidského těla a dále brání mechanickému poškození spodních vrstev kůže. Obsahuje zakončení hmatových receptorů a ústí do ní potní žlázy.

Škára (dermis) - nachází se pod pokožkou, kterou stavebně podporuje a vyživuje, slouží jako zásobárna krve a má i určité senzorní funkce.

Spodní vrstva tukového vaziva (hypodermis) - plní tepelně izolační funkci kůže a zajišťuje mechanickou odolnost kůže. Svou konstrukcí umožňuje pohyb vrchních vrstev kůže relativně nezávisle na hlouběji uložených tkáních, a v neposlední řadě slouží i jako zásobárna energie.³⁶

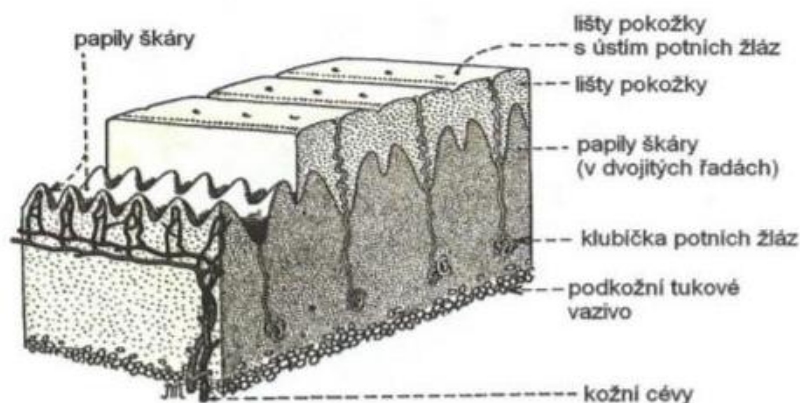
Z hlediska daktyloskopie jsou důležitými právě pokožka a škára. Vazivová tkáň škáry ve své svrchní vrstvě tvoří zdvojené výběžky nazývané dermální papily. Tyto papily ve svém průběhu tvoří tzv. dermální lišty. Mezi jednotlivými papilami a škárovými lištami se střídají hlubší a mělké prohlubně, tzv. papilární brázdy. Hlubšími brázdami

³⁵ RYBÁŘ, M. *Základy kriminalistiky*. Pelhřimov: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2001, s. 60.

³⁶ NATIONAL INSTITUTE OF JUSTICE (U.S.), et al., *The Fingerprint Sourcebook*. Washington DC: U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice, 2011, s. 2 - 3.

prochází vyústění potních žláz, která jsou na povrchu pokožky, v mělkých brázdách se pak vytváří silnější pojivové buňky, které váží pokožku ke škáře. Právě nad těmito papilami a brázdami se na pokožce vytváří papilární linie, nazývané také epidermální lišty. Ty svým tvarem kopírují průběh hlubších, tzv. primárních, papilárních brázd, a ústí do nich zmiňované potní žlázy. Umístění potních žláz je důležitým daktyloskopickým markantem.³⁷

Obr. 6 - průřez strukturou lidské kůže. Patrné je i vytvoření papilárních linií s vyústěními potních žláz nad hlubšími primárními papilárními brázdami a tvorba epidermálních



Obr. 7 - detailní pohled na pokožku lidské kůže, na níž jsou zřetelně viditelné krůpěje potu vylučované právě na vrcholky papilárních linií, což mimo jiné umožňuje lepší rozptýlení potu po pokožce a tím tak efektivnější chlazení.³⁸



³⁷ POSPÍŠIL, M. *Základy dermatoglyfiky*. Bratislava: Přírodovědecká fakulta Univerzity J. A. Komenského v Bratislave. 1974, s. 9.

³⁸ NATIONAL INSTITUTE OF JUSTICE (U.S.), et al. *The Fingerprint Sourcebook*. Washington DC: U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice, 2011, s. 2 - 3.

2.1 Dělení daktyloskopických stop

Objemové daktyloskopické stopy - vznikají vtisknutím povrchové struktury papilárních linií tím do měkkého plastického podkladu nosiče, kde vytvářejí zrcadlově obrácený reliéf. Takto vzniklé stopy jsou za vhodných podmínek trvanlivé do doby rozpadu nosiče. Objemová stopa může vzniknout například na čokoládě, vosku, plastelině.³⁹

Plošné daktyloskopické stopy - dělíme na navrstvené a odvrstvené.

Odvrstvené daktyloskopické stopy - vzniknou přenosem látky z nějakého určitého povrchu na prst, přičemž dochází k porušení celistvosti struktury nosiče stopy. Tento druh daktyloskopických stop vzniká zpravidla tehdy, když jsou papilární linie prstů či dlaní pokryty vrstvou potu, který sám má mírně lepivé vlastnosti. Odvrstvená stopa může vzniknout například otiskem prstu do vrstvy prachu, čerstvě natřené nátěrové hmoty, lepidla, krve.⁴⁰

Navrstvené daktyloskopické stopy dělíme na viditelné a neviditelné tzv. latentní.

Viditelné stopy vznikají přenosem nějaké látky, která se nachází na povrchu papilárních linií, na konkrétní předmět - například barva, krev, prach.

Latentní stopy dělíme na stopy vytvořené potem a vytvořené jinou chemickou látkou (například mastnota, kosmetické přípravky).

Trvanlivost daktyloskopických stop je závislá na několika faktorech, například na teplotě, vlhkosti, dále pak zejména na době od vzniku do zajištění stopy. Další vliv na trvanlivost daktyloskopických stop má charakter nosiče, jinou trvanlivost bude mít stopa vytvořená na kompaktní materiál nebo naopak nasákový materiál, který zapříčiní rozptýlení látky do okolí.⁴¹

³⁹ SUCHÁNEK, Jaroslav; et al. *Kriminalistika – kriminalistickotechnické metody a prostředky*. Praha: Vydavatelství Policejní akademie ČR, 1996, s. 28.

⁴⁰ STRAUS, Jiří et al. *Kriminalistická technika*, 3. vyd., Plzeň: Aleš Čeněk, 2012, s. 43 - 44.

⁴¹ STRAUS, Jiří et al. *Kriminalistická technika*, 3. vyd., Plzeň: Aleš Čeněk, 2012, s. 42 - 43.

Obr. 8 - Klasifikace daktyloskopických stop⁴²



2.2 Vlastnosti daktyloskopických stop

Daktyloskopické stopy podléhají v závislosti na svém druhu, vzniku a odolnosti různému způsobu degradace. Svou roli hraje i materiál odrážejícího objektu, vlastnosti okolního prostředí a čas. Potní stopy mají oproti potně-tukovým stopám menší stálost, přibližně až pětkrát, v závislosti na dalších okolnostech, kdy klíčovým faktorem je teplota a vlhkost okolního vzduchu. Naopak ve vodě nerozpustné tuky se zdají být proti vlivům vlhkosti mnohem odolnější, ačkoliv příliš nízká vlhkost vede k jejich vysoušení a znehodnocení. Potně-tukové stopy jsou obecně odolnější proti teplotním změnám, v závislosti na poměrném zastoupení lipidů v potním sekretu pak mohou zůstat zachovány i při vystavení vysokým teplotám (Straus uvádí 100 až 200 °C) po řadu dní, na rozdíl od stop potních, které mizí i po několika minutách.⁴³ Rovněž na působení vody reagují tyto druhy stop rozdílně. Zatímco stopy čistě potní jsou náchylnější ke „smytí“, stopy potně-tukové vykazují v závislosti na materiálu odrážejícího objektu a teplotě vody stálost až řádově delší.⁴⁴ Otisky prstů na papíře lze sejmout i po desítkách uplynulých let. Stopy na hladkých předmětech se mohou zachovat roky, ale například na plastických hmotách je

⁴² STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005. s. 288. ISBN 80-7251-192-0, s. 70.

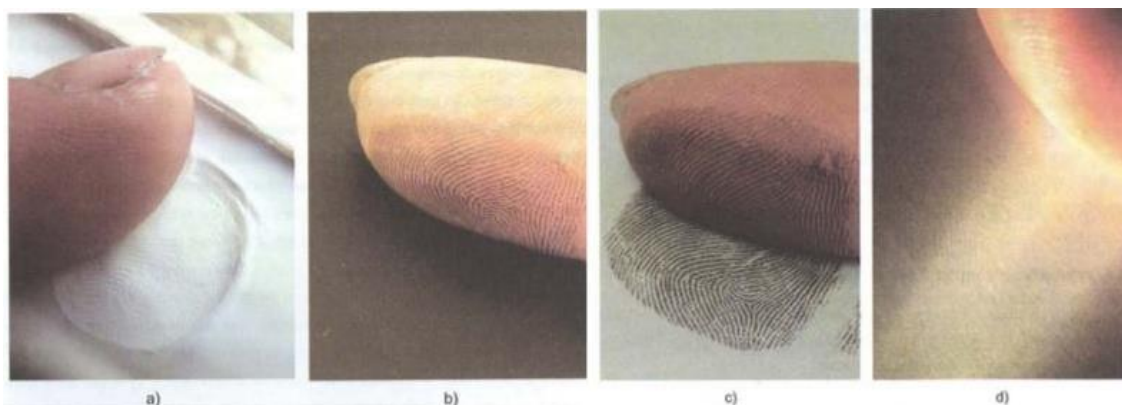
⁴³ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 84.

⁴⁴ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 69-71.

tato doba řádově kratší díky elektrostatickému náboji, který přitahuje mikročástice prachu a stopa tak degraduje. Z praktických zkušeností vyplývá nutnost zajistit daktyloskopické stopy na místě činu v co nejkratší době po jejich vzniku. Jejich degradace závisí na okolních vlivech a materiálu odražejícího objektu vede totiž k jejich částečnému znehodnocení, nebo dokonce k úplné neupotřebitelnosti.⁴⁵

Obr. 9 - typické ukázky druhů daktyloskopických stop

a) plastická, b) odvrstvená, c) navrstvená přenesením cizorodé látky a d) navrstvená přenesením potně-tukového sekretu.⁴⁶



3 Zajišťování daktyloskopických stop

Způsob zviditelňování daktyloskopických stop závisí nejen na materiálu odražejícího objektu, druhu stopy a jejím stáří. Na druhu odražejícího objektu závisí způsob zajišťování daktyloskopických stop, v případě latentních stop i způsob jejich zviditelňování. V současnosti existuje řada metod a prostředků, jak daktyloskopické stopy zviditelnit a zajistit. Za tímto účelem bylo vyvinuto mnoho speciálních prostředků pro různé nosiče a stopy různého stáří. Použití nevhodnějšího druhu takového prostředku a metody není vzhledem k různým okolnostem a působícím vlivům na daktyloskopickou stopu vždy snadné určit. Jejich volba záleží na znalostech a zkušenostech osoby, která zviditelňování provádí. Kriminalistickotechnické metody k zajištění daktyloskopických stop dělíme na fyzikální, chemické, fyzikálně-chemické a speciální.

⁴⁵ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 74-76.

⁴⁶ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 131.

3.1 Fyzikální metody

Pomocí těchto metod se zajišťuje nejvíce daktyloskopických stop, využívají optické vlastnosti stop. Daktyloskopická stopa je za pomoci světelného zdroje, denního nebo umělého světla pod různým úhlem zviditelněna. Po jejím zviditelnění je stopa vyfotografována. Daktyloskopické stopy mohou být pro lepší viditelnost zvýrazněny různými daktyloskopickými prášky, jako je argenterát (jemně mletý hliník) nebo tzv. nanoprášky.⁴⁷ Daktyloskopické prášky mají různou velikost zrna, jemnozrné se používají ke zviditelnění zejména starších stop, z důvodu nižší adheze degradované tukové složky otisku. Hrubozrné prášky se používají u čerstvých stop, nebo u mastných otisků vzniklých otištěním části těla znečištěných mastnou substancí, jako je kosmetický prostředek, vazelína nebo např. motorový olej. Hrubší zrna daktyloskopického prášku v mastné substancí snadno ulpí a jejich dobré optické vlastnosti jsou tak ke zviditelnění otisku s výhodou využity.

Podle druhu základní substance dělíme dále daktyloskopické prášky na kovové a nekovové, magnetické, a nemagnetické. Tyto prášky se užívají na hladké, lakované, pozinkované povrchy, papír, neupravované dřevo a plastické hmoty.

Dále dělíme daktyloskopické prášky na jednosložkové a dvousložkové a vícesložkové. U vícesložkového prášku je zpravidla přítomen jód, kdy odpařením jódu dojde k vykreslení celé kresby otisku. Mezi vícesložkové prášky patří také tzv. duální prášky obsahující různobarevné složky, které reagují v závislosti na barvě odrážejícího objektu. Na tmavém objektu jsou světlé, na světlém naopak tmavé. Další zajímavostí je prášek obsahující složku reagující na UV záření.⁴⁸

Hlavním faktorem pro volbu vhodného daktyloskopického prášku je druh podkladového materiálu. Volí se takový, který maximálně zviditelní papilární linie otisku. Obvykle se nanáší na konkrétní plochu daktyloskopickým štětcem z veverčích chlupů nebo ptačího peří, rozprašovačem nebo magnetickým aplikátorem. Po zviditelnění stopy se stopa obvykle vyfotografuje a následně zajistí na želatinovou nebo

⁴⁷ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 171.

⁴⁸ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, s. 134-138.

daktyloskopickou snímací fólii. K vyvolání stop na neporézních materiálech, které byly pod vodou, nebo byly lehce opláchnuty vodou a následně před zajištěním stopy uschly, nebo jsou pokryty rosou či blátem, se používá prostředek WetPrint, který se nanáší rozprašovačem.⁴⁹ Na lepkavé a mastné povrchy se používá sudánská čern. Nosič který byl zajištěn, je ponořen do roztoku sudánské černi a poté opláchnut studenou vodou. Po osušení je možno stopu sejmout na daktyloskopickou folii. Pomocí tohoto prostředku lze zajistit i otisky z vnitřní části latexových rukavic.⁵⁰

3.2 Chemické metody

Chemické metody využívají vlastností některých složek potu, které mnohdy i po letech od vzniku daktyloskopické stopy reagují s použitým prostředkem, jehož působením je otisk zviditelněn a následně může být fotograficky zajištěn k dalšímu využití. Chemické metody je možné aplikovat pouze v laboratorních podmínkách a jejich nevýhodou je zejména časová náročnost, kdy k vyvolání otisku je potřeba i reakční doba po dobu desítek hodin až dnů. Tyto metody lze využít k vyvolání stop na papíru, porézních materiálech a dřevu. Nejčastějšími prostředky, kterými se vyvolávají latentní daktyloskopické stopy, jsou dusičnan stříbrný, který reaguje s chloridovou složkou potu a ninhydrin, který reaguje s aminokyselinami obsaženými v potu.

Chemickou reakci ninhydrinu s aminokyselinami objevil díky náhodě v roce 1910 německý chemik Siegfried Ruhemann. Výsledkem této reakce je složitá amonná sůl, nazývaná po svém objeviteli a díky své barvě jako Ruhemannův purpur. Ninhydrin je dodnes díky tomu, že aminokyseliny jsou v potu obsaženy téměř vždy a dále díky tomu, že časem téměř nedegradují a vázáním na celulózu obsaženou v papíře se nerozpíjejí a tvoří tak při reakci s ninhydrinem ostrý obraz papilárních linií, využíván v kriminalistické technice dodnes.⁵¹

⁴⁹ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 319.

⁵⁰ STRAUS, J. et al. *Kriminalistická technika*. 3. rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012, s. 47.

⁵¹ STRAUS, J. et al. *Kriminalistická technika*. 3. rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012, s. 48.

3.3 Fyzikálně chemické metody

Fyzikálně-chemické metody nevyužívají přímou reakci použité látky a určité složky potního sekretu jako metody chemické, ale navázání, resp. nenavázání takové látky na tuto složku. Nejznámější a nejrozšířenější metodou vyhledávání a zajišťování latentních stop je napařování kyanoakrylátových par. Uvolněné páry etyl- a metylesterů na povrchu otisku velmi rychle polymerizují s ve vodě rozpustnými amonnými a karboxylovými sloučeninami obsaženými v potu. Na potně-tukových stopách probíhá reakce i po šesti měsících od jejich vzniku. Výsledkem této reakce je pouhým okem nezřetelná plastická stopa, která se dále zviditelňuje za pomoci daktyloskopických prášků či fluorescentních barviv.⁵²

Studováním změn vyvolaných reakcí potního sekretu na povrch odrážejícího objektu bylo zjištěno, že po jeho vystavení vysokým teplotám dojde ke spálení potně-tukové složky otisku, která je závislá na teplotě okolního prostředí. Tato po vystavení dostatečně vysokým teplotám z povrchu odrážejícího objektu mizí. Kovový povrch ale působením potu lehce koroduje působením solí v něm obsažených. Povrchová koroze je trvalého charakteru, neodstranitelná i za použití silných rozpouštědel a viditelná pod mikroskopem.⁵³

⁵² STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 140-141

⁵³ GODDARD, A. J., HILLMAN, R. A., BOND, J. W. 2010, *High Resolution Imaging of Latent Fingerprints by Localized Corrosion on Brass Surfaces*. Journal of Forensic Sciences, s. 63-65.

3.4 Speciální metody

Výše uvedený výčet metod zviditelňování latentních otisků prstů není úplný a zdaleka nepopisuje všechny skupiny metod. Vedle uvedených existují i další speciální fyzikální, chemické i fyzikálně-chemické metody, které mají své užití u specifických materiálů odrážejícího objektu. Tyto metody jsou vzhledem k technologické i finanční náročnosti využívány jen v mimořádných případech. Patří sem radioizotopové metody, autoradiografie a autoelektronografie, které dobře zviditelňují latentní daktyloskopické stopy na nosičích, například koženka, umakart, polyetylén a další plastické hmoty. Dále sem patří i laserové metody, při kterých je odrážející objekt ozářen argonovým paprskem, kdy dojde k luminiscenci a odparu potu.⁵⁴

K získání otisku z vystřelené nábojnice, které je komplikované tím, že vlivem vysoké teploty během výstřelu ze zbraně dojde k úplnému odpaření potní substance, se využívá další speciální metody. Na základě opakovaných pokusů bylo zjištěno, že zvýšenou teplotou, která se vyvine při výstřelu, dojde mezi potní substancí a kovem nábojnice k chemické reakci, jejímž výsledkem je nepatrná koroze. Následkem této koroze je otisk v povrchu kovu nesmazatelně vyleptán. Nelze ho běžným způsobem smýt, a to ani za použití silných rozpouštědel. Takovýto otisk je ale pouhým okem neviditelný, k jeho zviditelnění jsou využívány dva způsoby. Jedním je tzv. mikrokoroze. Jedná se o metodu, kdy je kovový povrch po nanesení elektromagnetického daktyloskopického prášku vystaven vysokému napětí okolo 2500V. V místech koroze se vytvoří obrazec papilárních linií.

Druhou metodou je elektrochromní polymerace. Za přítomnosti elektrického proudu je nosič potažen vysoce vodivými polymery polyanilinem a poly(3,4-etyldioxythiofenem), který za přítomnosti elektrického proudu pokryje místa v okolí mikrokoroze a vytvoří tak negativní otisk.⁵⁵

⁵⁴ STRAUS, J. et al. *Kriminalistická technika*. 3. rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012, s. 49-51.

⁵⁵ BERESFORD, A. L. et al. *Comparative Study of Electrochromic Enhancement of Latent Fingerprints with Existing Development* *Journal of Forensic Sciences*, 2012, s. 93-102.

Vlevo obr. 10 - vyleptaný otisk zanechaný na vystřelené nábojnici před a po ošetření elektrostatickým práškem

Vpravo obr. 11 - otisk prstu vyleptaný do mosazné destičky pozorovatelný pouhým okem⁵⁶



⁵⁶ GODDARD, A. J., HILLMAN R. A., BOND J. W. *High Resolution Imaging of Latent Fingerprints by Localized Corrosion on Brass Surfaces*. Journal of Forensic Sciences, 2010, s. 63.

3.5 Zajišťování daktyloskopických stop

Zajišťování daktyloskopických stop je proces, při němž jsou vyhledané a zviditelněné daktyloskopické stopy trvale zachyceny na nosič, který může být dále podroben zkoumání v technické laboratoři. Záměrně jsou z důvodu možného poškození nebo i úplného znehodnocení napřed fotograficky zajišťovány stopy viditelné, následně pak pomocí různých metod stopy latentní.

Během fotografování plastických stop je třeba dbát na rovnoměrné osvětlení celého povrchu stopy vhodným způsobem osvětlení. K osvětlení papilárních linií se využívá zejména šikmé světlo, které zvýrazní kontrast mezi jednotlivými otisky papilárních linií, které tak vrhají stín který zviditelní jejich negativní obraz.⁵⁷

Dále se při fotografování latentních otisků používá UV světlo o vlnové délce 254nm a makro objektiv schopný odražené UV záření detekovat a převést jej na viditelný obraz. Tento obraz je pak již zachycen konvenčním fotoaparátem. Při zviditelnění latentních, zejména krevních stop, je pak třeba brát v úvahu skutečnost, že ultrafialové, zejména krátkovlnné záření, může znehodnotit organické složky krve užívané při forenzní analýze DNA.⁵⁸

Po fotografickém zajištění daktyloskopických stop přichází na řadu způsob jejich kontaktního zajištění. Nejčastější metodou je užití tzv. daktyloskopických fólií. Používají se k zajištění navrstvených nebo odvrstvených daktyloskopických stop zviditelněných za pomoci daktyloskopických prášků, nebo vzniklých prachem či do prachu okolního prostředí, nebo přenesením či odvrstvením tekutých či mastných substancí nízké viskozity. Daktyloskopické fólie jsou zpravidla papírové nebo plastové fólie tmavých či světlých barev pokryté tenkou vrstvou vlhké želatiny, která je proti znehodnocení chráněna až do svého použití tenkou plastovou fólií. Po sejmutí této fólie je daktyloskopická fólie želatinovou vrstvou opatrně přiložena na zviditelněný otisk. Daktyloskopický prášek, či jiná látka ulpívající na otisku se přenesou do želatiny a otisk je tak zajištěn k dalšímu zkoumání. Daktyloskopické fólie je možné použít k zajištění otisků

⁵⁷ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 152-153.

⁵⁸ U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs. *The Fingerprint Sourcebook*, ke stažení na: <<https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/225320.pdf>>, s. 8-16.

nacházejících se na hladkých neporézních površích. Z porézního materiálu nelze získat celou kresbu otisku a byl by proto dále v daktyloskopii nevyužitelný.⁵⁹

Daktyloskopické otisky z porézních povrchů lze po zvýraznění daktyloskopickými prášky zajistit odlitím pomocí různých odlévacích hmot, zpravidla na silikonové bázi. Tyto hmoty se rovnoměrně rozlijí i do nerovného povrchu porézního materiálu a zachytí daktyloskopický prášek i v těch místech, kde toho běžná daktyloskopická fólie není schopna. Následně se použije daktyloskopická fólie obvyklým způsobem k zajištění stopy z povrchu odlévacího prostředku.⁶⁰

3.6 Daktyloskopická identifikace

Daktyloskopická identifikace je proces identifikace osob podle individuálních odlišností vyskytujících se v obrazcích tvořených papilárními liniemi. Cílem je pomocí komparace otisku z místa činu se srovnávacími otisky podezřelých osob nalézt, popřípadě vyloučit shodu mezi známými a neznámými otisky. Identifikaci provádí znalec, proces má tři stádia:

1) Znalec hodnotí vhodnost objektů k identifikaci

2) Znalec hodnotí jednotlivé identifikační znaky u všech objektů a dále vysvětluje zjištěné rozdíly

3) Znalec definitivně rozhoduje o shodnosti nebo rozdílnosti zkoumaných objektů

Znalec rozhoduje na základě kvality a kvantity identifikačních znaků a může dojít ke čtyřem závěrům - kladnému (všechny objekty byly vytvořeny stejnou osobou), zápornému a částečně kladnému nebo částečně zápornému. Částečné závěry jsou učiněny v případě, zjistil-li znalec některé odlišnosti. Ty musí být vysvětleny ve druhém stadiu.⁶¹

⁵⁹ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 157, 162-163.

⁶⁰ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 153-154.

⁶¹ STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 53.

Dle způsobu, jak znalec nakládá se zjištěnými markanty, můžeme jejich posuzování rozdělit na dva směry - na přístup kvantový (numerický) a holistický.

Holistický způsob spočívá v oproštění se od předem daného počtu markantů a většímu zaměření na papilární linie z pohledu jejich průběhu, vzájemné vzdálenosti vyústění potních žláz a tvaru potních kanálků. Je rozšířen zejména v angloamerických zemích, nicméně má své zastánce i v Evropě. Jeho plošné zavedení v daktyloskopické identifikaci by však znamenalo kompletní převádění již existujících informačních systémů a všech rozsáhlých daktyloskopických databází a sbírek, a to je v praxi zatím spíše nemožné.

Numerický přístup je založen na určení předem daného počtu markantů, které se na obou porovnávaných otiscích musí shodovat. Klíčovým kritériem je vždy počet shodných markantů, ostatní kritéria jsou pomocná a jejich nesoulad ve srovnávaných otiscích musí znalec ve svém odborném hodnocení vysvětlit. Tento přístup zastávají zejména evropské státy, včetně České republiky.

Minimální počet markantů ve stopě, které jsou potřeba k individuální identifikaci, se v různých zemích liší. Dle počtu nalezených markantů se v různých zemích liší i počet znalců, kteří se na rozhodování podílejí. Pokud je počet markantů nižší, blíží se hranici minimálního počtu nutného pro individuální identifikaci, je vyžadován více než jeden znalec. V České republice tato povinnost není stanovena, avšak znalec, který je v nejistotě ve věci rozhodnutí, si běžně nechává svá rozhodnutí validovat dalším znalcem - tzv. metoda čtyř očí.

Edmond Locard v letech 1911 - 1912 stanovil tři pravidla počtu markantů nutných pro individuální identifikaci:

- 1) Otisk obsahuje alespoň 12 shodných markantů, je dostatečně kvalitní a objekty v něm jsou totožné nad veškerou pochybnost.
- 2) V hraničním případě, kdy se shoduje 8 - 12 markantů, je třeba vyjít i z dalších podpurných kritérií: kvalita otisku, vzácnost výskytu jednotlivých markantů, přítomnost vrcholu delty, přítomnost pórů a shoda papilárních linií z hlediska jejich šíře a směru, ve kterém probíhají.

3) Není-li nalezen dostatečný počet markantů, nelze otisk použít k individuální identifikaci.

V České republice je k individuální identifikaci vyžadováno 10 a více markantů. Pak hovoříme o tzv. upotřebitelné stopě. Při 7 - 9 markantech mluvíme o částečně upotřebitelné stopě, 6 a méně markantů vykazuje stopa neupotřebitelná.⁶²

Podobně jako u Locardových stop s nedostatečným počtem markantů lze na základě částečně upotřebitelných či neupotřebitelných stop činit předpoklady, například vyloučit z vyšetřování některé podezřelé, nelze je však použít k individuální identifikaci.⁶³

⁶² STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005, s. 54.

⁶³ STRAUS, J., VAVERA, F. *Slovník kriminalistických pojmů a osobností*. Plzeň: Aleš Čeněk, s.r.o., 2010, s. 261 – 263.

4 Informační systémy v daktyloskopii

V České republice se k účelu identifikace osob a stop vede Ústřední daktyloskopická sbírka v Kriminalistickém ústavu Praha. V rámci krajů jsou u odborů kriminalistické techniky a expertiz (OKTE) vedeny sbírky obsahující daktyloskopické karty osob daktyloskopovaných na příslušných krajských pracovištích. Tyto sbírky zahrnují sbírku otisků prstů a dlaní osob, sbírku stop z neobjasněných i objasněných případů. Rostoucí kriminalita si na přelomu osmdesátých a devadesátých let 20. století vyžádala vznik informačního systému k evidenci daktyloskopických otisků a stop. Kriminalistický ústav a bývalá Správa vývoje automatizace Federálního ministerstva vnitra zpracovala úvodní studie k projektu „Automatizace daktyloskopických registrací v ČSFR“.⁶⁴ Automatizovaný daktyloskopický systém byl později pojmenován zkratkou EDOS - evidence daktyloskopických otisků a stop. Uveden byl v roce 1986, jeho vývoj však nebyl zcela dokončen. Důvodem byly nedostatky v tehdejší technické vybavení a nemožnost propojení se zahraničními identifikačními systémy.

IS EDOS byl následně v roce 1994 nahrazen informačním systémem AFIS 2000 od americké firmy Printrak (AFIS - Automatic Fingerprint Identification System).

4.1 AFIS

IS AFIS 2000 od americké firmy Printrak (AFIS - Automatic Fingerprint Identification System) byl v ČR zaveden v roce 1994. V současné době je využíván AFIS BIS, který zahrnuje navíc otisky dlaní. Podstatou systému AFIS je numerická klasifikace daktyloskopických otisků. Daktyloskopické otisky se do programu skenují z vyhotovených daktyloskopických karet, nebo se použije elektronický snímač (LiveScan), s jehož pomocí se přímo skenují papírní linie rukou daktyloskopované osoby. Systém automaticky komparuje otisky prstů a daktyloskopické stopy jako celky vzájemným překrýváním a následnou rotací a translací jednoho z nich nalézá maximální podobnost, vyhledá maximální počet shodných párů a stanoví pořadí několika pravděpodobných osob. Systém tak automaticky vyhledá 5 až 20 nejpodobnějších otisků. Součástí systému

⁶⁴ HOLUBEC, J., HLAVÁČEK, J. *Automatizace v daktyloskopii – historie, současný stav a realita perspektivy*. Kriminalistický sborník, roč. 37, 1993, č. 5, s. 220.

AFIS je i systém rychlé odezvy, který je schopen vzájemně porovnat a ztotožnit již evidované otisky prstů s aktuálně nasnímanými. Doba od zadání úkolu do odpovědi systému je jen několik minut. Konečné rozhodnutí o identifikaci osoby provede kriminalistický expert detailním srovnáním otisku na obrazovce terminálu. V případě shody vypracuje kriminalistický technik odborný posudek.⁶⁵

4.2 Eurodac

Systém Eurodac zjišťuje totožnost osob prostřednictvím porovnávání otisků prstů výhradně pro účely aplikace Úmluvy o určení státu odpovědného za přezkoumání žádosti o azyl podané v některém ze členských států Evropské unie. Systém byl v České republice zaveden od 1. května 2014, kdy jeho správcem je Kriminalistický ústav Praha. Eurodac eviduje jednak osoby, které v rámci EU zažádaly o azyl, dále cizince, kteří nelegálně překročili hranice EU a osoby, které byly zadrženy při neoprávněném pobytu na území členského státu a je možné, že již v minulosti o azyl žádaly. Doba, po kterou se otisky v IS Eurodac evidují je 10 let pro uchazeče o azyl, 4 roky u cizinců nelegálně překračujících hranici. U cizinců, kteří se nelegálně nacházejí na území ČR, se pouze porovnájí otisky v databázi s otisky žadatelů o azyl a následně se neuchovávají. Pro IS Eurodac je možno daktyloskopovat pouze osoby starší 14 let.⁶⁶

4.3 FODAGEN

Jedná se o informační systém, ve kterém jsou shromažďovány identifikační úkony fotografie - daktyloskopie - genetika, provedené na osobách kriminalistickými techniky. FODAGEN je významný pro účely jednoznačné identifikace osoby, proti které je vedeno trestní řízení. Vyžívá se také k evidování mrtvol neznámé totožnosti. Evidovanými identifikačními úkony jsou popis vzhledu osoby, jako například tvar obličeje, velikost, tvar a barva očí, množství a barva vlasů, úprava vousů, tvar nosu, stav chrupu, dále důležité markanty jako jsou jizvy, tetování apod. Do IS FODAGEN se ukládají fotografie osoby zepředu, ze strany a z boku, také daktyloskopické karty a je odebírána vzorek DNA

⁶⁵ STRAUS, J. et al. *Kriminalistická technika*. 3. rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s. r. o., 2012, s. 58-59.

⁶⁶ STRAUS, J., PORADA, V. et al. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Vydavatelství Policejní akademie ČR, 2005, s. 248 – 254.

pro genetickou expertizu. Tyto úkony provádí kriminalistický technik na specializovaném pracovišti OKTE. Ke každé osobě je také na OKTE evidována vlastní složka k dalšímu případnému využití.⁶⁷

Centrální databáze je vedena v databázovém centru Policie ČR:

a) Při odhalování trestné činnosti, vyšetřování pachatelů trestných činů, konání vyšetřování.

b) V souvislosti s identifikací osob na území ČR pod vedením Policie ČR.

c) Při pátrání po osobách živých, neznámých, mrtvých.

Systém umožňuje:

a) Vedení přehledu jednotlivých pohybů expertiz od kriminalistických techniků až do Kriminalistického ústavu (pověřený gestor systému FODAGEN) nebo na Odbor kriminalistické techniky a expertiz (OKTE).

b) Analytickou a kontrolní činnost.

c) Statistickou činnost.⁶⁸

Zajímavým případem praktického využití IS FODAGEN je případ, kdy se v roce 2012 podařilo objasnit případ vraždy prostitutky, ke které došlo v roce 1997 v Brně. Vražda tehdy 21leté ženy, která byla uškrcena a ubita, měla loupežný motiv – pachatel si z místa činu odnesl 20000Kč. Na místě činu byly zajištěné daktyloskopické stopy, ale pachatele se nepodařilo identifikovat. V roce 1997 nebylo daktyloskopické stopy s čím porovnat, pachatel nebyl do té doby trestně stíhán. V průběhu let, při páchaní jiné trestné činnosti, byl daktyloskopován a následně byly jeho otisky porovnány se stopami z místa činu vraždy a byl tak identifikován. Podezřelý se po výsledku ke svému činu doznal. Jedná se o raritní případ, kdy daktyloskopie pomohla usvědčit tolik let starý trestný čin.⁶⁹

⁶⁷ STRAUS, J., VAVERA, F. *Slovník kriminalistických pojmů a osobností*. Plzeň: Aleš Čeněk, s.r.o., 2010, s. 60-65.

⁶⁸ PORADA, V. *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016, s. 417–418.

⁶⁹ GAJDOŠÍKOVÁ, V. *Vraha brněnské prostitutky usvědčily po patnácti letech otisky prstů* [online]. Brno.rozhlas.cz. [cit. 20-03-2022]. Dostupné z: <<https://brno.rozhlas.cz/vraha-brnenske-prostitutky-usvedcily-po-patnacti-letech-otisky-prstu-6473115>>

5 Analýza DNA

5.1 Historie forenzní genetiky

Genetika je věda o dědičnosti a proměnlivosti. K výraznému pokroku v rozvoji genetiky došlo ve druhé polovině 20. století, kdy byla popsána struktura nukleových kyselin a objeven jejich klíčový význam pro přenos genetické informace. Genetika popisuje a vysvětluje pravidla, jimiž se řídí přenos dědičných znaků z rodičovské generace na potomstvo.⁷⁰ Za zakladatele obecné genetiky je považován brněnský kněz a středoškolský profesor **Johann Gregor Mendel** (1822–1884), který se v druhé polovině 19. století zabýval hybridizačními pokusy u rostlin, kdy při dlouhodobém křížení pravých rostlin hrachu sledoval dědičné znaky jako tvar semen a lusků, zbarvení květů, děloh a lusků, délku stonků a postavení květů. Rozpoznal zákonitosti a pravděpodobnost četnosti genotypů a fenotypů u hybridních organizmů. Své poznatky uveřejnil Mendel ve své práci *Versuche über Pflanzenhybriden* (Pokusy s rostlinnými kříženci), vydanou v roce 1866. Definoval mezialelární vztahy a zákony dědičnosti, které dnes známe jako Mendelovy zákony a považujeme je za základ genetiky:

1) zákon o uniformitě hybridů první filiální generace (F1) a o identitě reciprokých křížení

2) zákon o čistotě vloh a o štěpení znaků (segregaci) v potomstvu hybrida v druhé finální generaci (F2).⁷¹

Až o více než třicet let později, v roce 1900, Mendelovu práci nezávisle na sobě objevili tři vědci, rakouský profesor **Erich von Tschermak** (1871 - 1962), holandský profesor **Hugo de Vries** (1848 - 1935) a německý profesor **Karl Erich Correns** (1863 - 1933), kteří potvrdili její platnost.

Kolem roku 1900 objevili **Karl Landsteiner** a **Jan Jánský** systém krevních skupin AB0, což je obecně považováno za počátek zkoumání lidské identifikace. Anglický profesor **William Bateson** (1861 - 1926) jako první v roce 1906 použil termín

⁷⁰ KOČÁREK, E. *Genetika: Obecná genetika a cytogenetika, molekulární biologie, biotechnologie, genomika*. 1. vydání. Praha: Scientia, spol. s r.o., 2004, s. 10.

⁷¹ ŠÍPEK, A., *Genetika* [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <<http://www.genetika-biologie.cz/verze 1.0>>, 2011

genetika, heterozygot a homozygot. **Wilhelm Johannsen** (1857 - 1927) pak zavádí pojmy gen, genotyp a fenotyp. V roce 1869 švýcarský lékař **Johannes Friedrich Miescher** (1844 - 1895) objevil při zkoumání leukocytů molekulu DNA. Ve dvacátých letech dvacátého století pak **Frederick Griffith** dokázal pozměnit zahřátím buněčného extraktu jeden typ pneumokoku v jiný, který vlivu tohoto extraktu vystavil. Dokázal, že takováto změna je trvalá a dále dědičná. Tento pokus inspiroval americké vědce **Averyho, McLeoda a McCartyho**, kteří dokázali, že za touto změnou stojí molekula deoxyribonukleové kyseliny a nikoliv bílkoviny, jak se obecně soudilo.

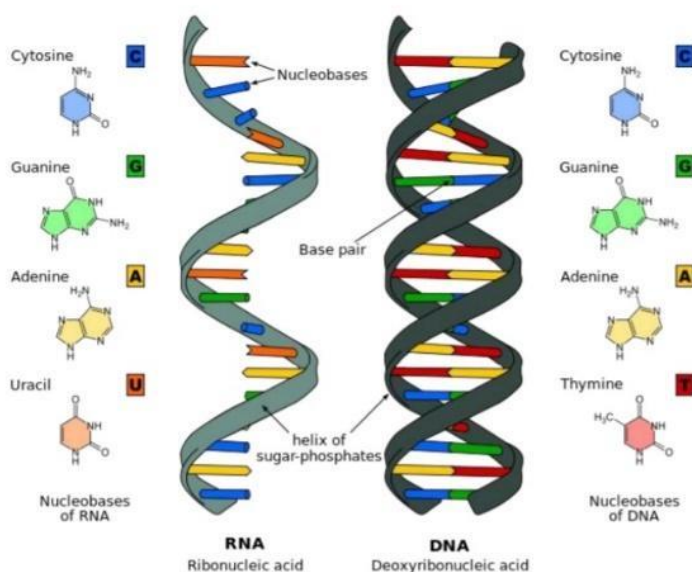
Strukturu DNA objevili náhodně v roce 1945 během studia dědičných nemocí americký biolog **James Dewey Watson** a britský fyzik **Francis Harry Compton Crick**. V jejich bádání jim byli nápomocni také **Mauric Wilkins** a **Rosalinda Franclin** působící na King's College v Londýně. Watson a Crick použili jejich rentgenové snímky pro stanovení charakteristické struktury DNA. Dne 28. března roku 1953 byla objevena a vypracována chemická struktura kyseliny deoxyribonukleové. Watson a Crick dospěli k závěru, že molekula DNA je tvořena dvěma polynukleotidovými řetězci, které jsou navzájem propojeny vodíkovými můstky mezi dusíkatými bázemi.⁷² Svůj objev Watson a Crick prezentovali v časopise Nature článkem "A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid". V roce 1962 obdrželi společně Crick, Watson a Wilkins Nobelovu cenu za fyziologii a lékařství. Franclin se pro tragické úmrtí této ceny nedočkala.⁷³

Po celé desetiletí následující po roce 1953 vědci soutěžili o to, kdo bude první v rozluštění genetického kódu. V roce 1965 **Marshall Nirenberg** dokončil jako první uspořádání kódu a „jazyk DNA“ byl konečně pochopen a mohl být graficky vyjádřen.

⁷² KOČÁREK, E. *Genetika: Obecná genetika a cytogenetika, molekulární biologie, biotechnologie, genomika*. 1. vydání. Praha: Scientia, spol. s r.o., 2004, s. 122.

⁷³ Československá společnost pro forenzní genetiku, *Historie forenzní genetiky*. [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-07-04]. Dostupné z: <<http://www.cssfg.org/cz/1112/historie-forenzni-genetiky/>>

Obr. č. 12 - Schéma stavby a hlavní stavební rozdíly DNA a RNA⁷⁴



V roce 1984 objevil britský genetik **Alec Jeffreys** repetitivní sekvence DNA a jejich jedinečnost, dnes známé jako VNTR (variabilní počet tandemových repetice) nebo také minisatelity. Objevil tak metodu genetické identifikace, dnes známou jako „DNA fingerprinting“. Tato komparativní metoda, jejímž účelem je odhalení genetických chorob a rozlišení osob na základě analýzy DNA, byla publikována v časopise Nature pod názvem Hypervariable minisatellite regions in human DNA (Hyper-variabilní minisatelitní oblasti v lidském genomu) v roce 1985.⁷⁵

Technika používaná Dr. Jeffreysem k výzkumu minisatelitů se nazývá RFLP (délkový polymorfismus restrikčních fragmentů) neboli restrikční analýza, která vyžaduje použití restrikčních enzymů ke štěpení DNA na fragmenty. Pomocí této metody byl poprvé v roce 1986 v Anglii odhalen a bezpečně identifikován pachatel dvojnásobné vraždy.

První aplikaci metody analýzy lidské DNA pro účely kriminalistiky provedl v roce 1987 britský genetik Alec Jeffreys z Leicesterské univerzity. Nedaleko britské vesnice Enderby byla v listopadu 1983 zavražděna a znásilněna 15letá Linda Mannová. O tři roky

⁷⁴ *Genetika – Biologie, Váš zdroj informací o genetice a biologii* [online]. [cit. 2019-04-04]. Obrázek ve formátu svg. Dostupné z: <<http://www.genetika-biologie.cz/nukleove-kyseliny>>

⁷⁵ Jeffreys, A. J., Wilson, V., Thein, S. L., Weatherall, D. J., Ponder, B. A. J., *DNA "Fingerprints" and Segregation Analysis of Multiple Markers in Human Pedigrees*, American Journal of Human Genetics, s. 24.

později byla v blízkosti místa vraždy Lindy Mannové nalezena další oběť, 15letá Dawn Ashworthová. Způsob provedení obou vražd byl shodný. K činu se doznal sedmnáctiletý vrátný z ústavu pro duševně choré, který ale popíral, že by měl na svědomí i Mannovou. Následná analýza DNA z těl obou obětí však prokázala mladíkovu nevinu. Policie se rozhodla se odebrat vzorky krve více než 4.500 mužům z okolních vesnic. Vraha se najít nepodařilo. Teprve o sedm měsíců později policie zjistila, že pekař Colin Pitchfork z Narborough přemluvil svého kamaráda, aby si nechal odebrat krev pod jeho jménem. Pitchfork byl podroben dalšímu odběru vzorku DNA a na základě kladného výsledku analýzy DNA se k činu doznal.⁷⁶

V České republice byla tato metoda poprvé využita a soudem akceptována v roce 1992 v případě vraždy 19leté studentky Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity v Brně Jany Krkoškové. Zvláštní druh krevních stop byl zjištěn ve formě kapek na místě činu. Kriminalisté pojali podezření, že tyto krevní stopy vznikly otřepáním ruky pachatele, který se při činu zranil, proto byly zajištěny. Následně se tento fakt potvrdil a podezřelý Milan Lubas byl z vraždy usvědčen. Na jeho oblečení byla též zajištěna krevní stopa pocházející z těla Jany Krkoškové.⁷⁷

⁷⁶ JEDLIČKA, M. *Milan Lubas - sexuální agresor a vrah. První vrah v České republice usvědčený metodou DNA*. [cit. 2022-07-03]. Dostupné z: <<https://kriminalistika.eu/muzeumzla/lubas/lubas.html>>

⁷⁷ VANĚK, D. *Genetika jako identifikační nástroj ve službách kriminalistiky*. In: Živa [online]. 2011, s. 56–57 [cit. 2019-05-8]. Dostupné z: <<http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/genetika-jako-identifikacni-nastroj-ve-sluzbach-kr.pdf>>

5.2 Analýza DNA v kriminalistické praxi

Kriminalistická biologie je aplikovanou biologickou vědou, která slouží kriminalistické praxi vyhledáváním, zajišťováním, zkoumáním a vyhodnocováním biologických stop lidského, zvířecího nebo rostlinného původu.⁷⁸

V kriminalistické praxi se lze setkat s velkým množstvím různých druhů biologických stop. Nejčastěji se vyskytují krev, sliny a pot, vlasy a chlupy, ejakulát a kosterní nálezy. Pro genetické zkoumání lze teoreticky použít jakýkoli biologický materiál, pokud obsahuje buňky s DNA. Nejčastějším objektem zkoumání jsou biologické stopy lidského původu, stopy zvířecího původu se vyhodnocují výjimečně. Hlavním úkolem kriminalistické biologie je identifikace osob na základě individuální identifikace nebo skupinové příslušnosti.

5.3 Biologické stopy

Biologický materiál jako objekt zkoumání dělíme do několika skupin:

Podle jejich původu:

1) Biologický materiál lidského původu - v kriminalistické praxi je zastoupen nejvíce. Stopy dále dělíme dle způsobu oddělení od lidského organismu:

a) Samovolně odloučený materiál bez použití jakéhokoliv násilí (zpravidla projevy životních funkcí lidského organismu).

b) Materiál oddělený od lidského organismu působením zevního násilí.

c) Materiál pocházející ze zaniklého organismu (po smrti člověka), kam patří celé mrtvoly a jejich části, kosti a kosterní nálezy.

⁷⁸ MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. *Kriminalistika*. 2. přepracované vydání. Praha: C. H. Beck, 2004, s. 169.

2) Biologický materiál zvířecího původu - kriminalistická biologie se jím zabývá do doby prokázání původu. Výjimečně se tento materiál dále zpracovává např. v případech zabývá zpravidla pouze do té doby, než je bezpečně prokázáno, že se skutečně jedná o materiál zvířecího původu. Výjimečně přichází v úvahu bližší zkoumání, např. v případech týrání zvířat, neoprávněného usmrcení vzácného nebo drahého zvířete, napadení člověka zvířetem, nebo při útěku zvířat ze zoologických zahrad.

Do této skupiny patří i zkoumání hmyzu, jeho vývojových stádií a obsažené DNA v něm (zejména nalezeného na mrtvolách pro přibližné určení doby smrti) a zkoumání různých prvoků, rozsivek a dalších obdobných mikroorganismů.

3) Biologický materiál rostlinného původu - zkoumá se výjimečně, spíše v souvislosti s konkrétní událostí.⁷⁹

Tab. 1. Druhy biologického materiálu

Původ biologického materiálu	Popis
lidský	<ul style="list-style-type: none"> nejčastější biologický materiál zkoumaný v kriminalistické praxi samovolně odloučený bez použití násilí – např. pot, sliny, slzy, ejakulát, vypadlé vlasy a chlupy, nosní sekret, moč, lejno, poševní sekret, zvratky, menstruační krev, plodová voda, placenta a další oddělený od organismu působením zevního násilí – např. krev, části tkání a orgánů, vytržené vlasy, části kostí ze zaniklého organismu – celé mrtvolky a jejich části, kosti a kosterní nálezy
zvířecí	<ul style="list-style-type: none"> zpravidla se zkoumá jen do doby, než se prokáže, že se skutečně jedná o materiál zvířecího původ výjimku tvoří případy týrání zvířat, neoprávněného usmrcení vzácného nebo drahého zvířete, napadení člověka zvířetem, útěky zvířat ze zoologických zahrad nebo cirkusů apod.
rostlinný	<ul style="list-style-type: none"> v minulosti byly biologickými metodami zkoumány rostlinné drogy (dnes už chemickými metodami) zkoumání tabákových výrobků identifikace rostlinných zbytků nalezených v souvislosti s konkrétní událostí

⁷⁹ MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. *Kriminalistika*. 2. přepracované vydání. Praha: C. H. Beck, 2004, s. 168-169.

4) Podle vztahu jejich zůstavitele k objasňované události

- a) stopy pocházející z organismu pachatele
- b) stopy pocházející z organismu oběti
- c) stopy pocházející z organismu jiné (nezúčastněné) osoby
- d) směsné stopy pocházející z organismů nejméně dvou osob

5) Podle místa nálezu

- a) na místě činu
- b) na předmětech a nástrojích, kterými byl spáchán trestný čin
- c) na oděvních součástkách a těle oběti
- d) na vozidlech
- e) na dalších předmětech a místech /příchodové a odchodové trasy pachatele, trasa přepravování oběti, místo úkrytu oběti.⁸⁰

5.4 Metody vyhledávání a zajišťování biologických stop

Biologické stopy dále dělíme tak jako jiné druhy kriminalistických stop na viditelné a latentní.

Viditelné stopy - na místě činu se vyhledávají zpravidla za použití přímého osvětlení. Mnohé biologické stopy se na místě činu vyskytují ve větším, zpravidla tedy dobře viditelném množství (krevní stopy a stříkance, stopy tkání, kosti). Jiné jsou na místě činu snadno zaměnitelné, vyskytují se na místě činu v nepatrném množství, nebo jsou snadno zaměnitelné (pot, slzy, sliny, plodová voda, ejakulát). Zvláště opatrně a pečlivě je třeba vyhledávat biologické stopy na objektech, které mají podobnou barvu (kůra stromů

⁸⁰ MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. *Kriminalistika*. 2. přepracované vydání. Praha: C. H. Beck, 2004, s. 170.

při vyhledávání krevních stop) nebo jedná-li se o velmi malá množství biologických materiálů či o pouhé zbytky původních biologických stop (vyčištěné oděvní součástky, umyté podlahy, umyté karoserie motorových vozidel).⁸¹

Latentní stopy - jejich zviditelnění lze usnadnit pomocí ultrafialového záření, pod kterým některé biologické stopy fluoreskují nebo naopak se jeví jako tmavé skvrny. Krevní stopy lze zvýraznit postřikem luminolu (fluorescence), nebo reakcí o-tolidinu (modré až modrozelené zbarvení). Při použití těchto látek dochází zpravidla k poškození biologického materiálu, který se již nedá následně využít k dalším expertizám.⁸²

Z důvodu rychlé degradace biologických stop zejména působením času, tepla, světla, vlhkosti a dalších vlivů okolního prostředí platí pro zajišťování biologických stop tyto obecné zásady:

- 1) Každá biologická stopa se musí označit, zdokumentovat
- 2) Při zajišťování biologického materiálu musíme vždy dbát na bezpečnost a vždy pracovat s materiálem jako s infekčním
- 3) Je bezpodmínečně nutné přísně dbát na to, aby nedošlo ke kontaminaci biologického materiálu
- 4) Zajišťují se všechny biologické stopy, a to každá zvlášť
- 5) Vlhké stopy se musí před zabalením vysušit, tkáň, krev se dopraví bezodkladně na zkoumání, pokud je nelze uchovat v chladu
- 6) Ke každé stopě je nutné zajistit porovnávací materiál / zkoumání je založeno na porovnávání stop.⁸³

Zajišťování biologických stop má kromě obecných požadavků na zajišťování kriminalistických stop svá specifika:

⁸¹ MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. *Kriminalistika*. 2. přepracované vydání. Praha: C. H. Beck, 2004, s.171.

⁸² MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. *Kriminalistika*. 2. přepracované vydání. Praha: C. H. Beck, 2004, s.172.

⁸³ STRAUS, J., SUCHÁNEK, J. et al. *Kriminalistická identifikace osob*. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2008, s. 317.

Je třeba používat ochranných prostředků (ochranné rukavice, tyčkové kombinézy, obličejové roušky), a to z důvodu ochrany vlastního zdraví i z důvodu rizika kontaminace stopy vlastním biologickým materiálem. Ze stejného důvodu se pracuje se sterilními nástroji a čistými odběrovými a obalovými prostředky.

Pokud je to technicky proveditelné, zajišťují se celé předměty, které jsou nositeli biologických stop in natura. Tímto se zabrání možné kontaminaci vzorku a je umožněno technikovi, aby odebral vzorek v množství dle jeho uvážení a z optimálního místa, případně i podkladového materiálu v místě, kde se stopa nenachází.

V případech kdy nelze stopy zaslat i s jejich nosiči, je potřebné jejich sejmutí z podkladového materiálu. Pro tyto účely byla vypracována řada metod (seškrabování materiálu ostrým nástrojem, smývání materiálu na vatový tampón). Při tomto způsobu zajišťování biologických stop je nezbytné zajistit i vzorek podkladového materiálu, a to zpravidla stejným způsobem, jakým se zajišťovala vlastní stopa.⁸⁴

Zajištěné biologické stopy z místa činu se dále předávají k expertnímu zkoumání za účelem stanovení profilu DNA původce. Určené profily DNA nebo její sekvence jsou porovnávány se srovnávacími vzorky např. podezřelých nebo domácích osob.

Forenzní analýza DNA má v kriminalistické praxi jasně stanovený postup, který můžeme rozdělit do dvanácti základních kroků:

- 1) ohledání stop
- 2) orientační test
- 3) odběr materiálu
- 4) izolace a purifikace DNA
- 5) kvantifikace DNA
- 6) amplifikace DNA
- 7) fragmentace a detekce fragmentů DNA (fragmentační analýza)

⁸⁴ MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. *Kriminalistika*. 2. přepracované vydání. Praha: C. H. Beck, 2004, s. 172-173.

- 8) sekvenace DNA (sekvenační analýza)
- 9) odečet profilů
- 10) statistická analýza
- 11) práce s databází
- 12) zpracování posudku⁸⁵

6 Metody analýzy DNA

Při porovnávání vzorků kyseliny deoxyribonukleové se využívá řady metod, které se často vzájemně kombinují. Mezi nejčastěji využívané metody patří:

PCR

PCR metoda (nebo-li polymerázová řetězová reakce) je proces používaný k vytvoření replikace vzorového úseku DNA o maximální délce 10 000 nukleotid na až milion kopií. Taková replikace umožňuje provést analýzu i z velmi malého vzorku. Namnožením krátké sekvence genetické informace lze získat dostatek materiálu pro expertizu i tam, kde by byla z důvodu malého množství biologického materiálu nemožná jeho přímá detekce nebo analýza. Tato metoda patří v současnosti mezi nejpoužívanější.

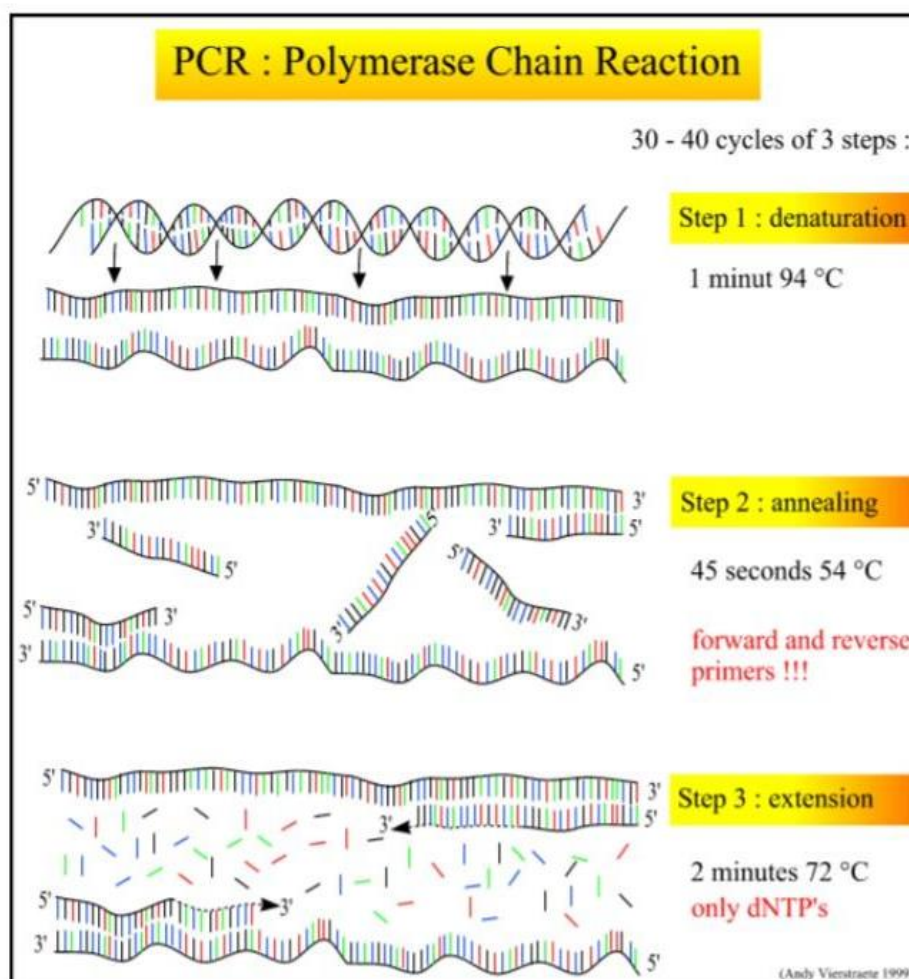
Princip PCR je založen na replikaci nukleových kyselin, která je základním molekulárním procesem všech živých organismů. Podstatou PCR je cyklicky se opakující enzymová syntéza nových řetězců dvouřetězcové DNA ve směru 5'-3' prostřednictvím DNA polymerázy. Studovaný úsek nukleotidové sekvence je vymezen připojením dvou primerů, které se vážou na protilehlé řetězce DNA tak že jejich 3' konce směřují proti sobě. Po přidání DNA polymerázy a nukleotidů pak probíhá syntéza nových vláken na obou matricových řetězcích protisměrně. PCR je proces, při němž se v závislosti na teplotě reakční směsi střídají 3 kroky:

⁸⁵ MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. *Kriminalistika*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2001, s. 125.

- a) denaturace dvouřetězcových molekul DNA při teplotě 94°C
- b) připojení primerů k odděleným řetězcům DNA při teplotě 30-65°C
- c) syntéza nových řetězců DNA prostřednictvím DNA polymerázy při teplotě 65-75°C

Reakce se provádějí v zařízení zvaném termocykler, v němž se teplota mění automaticky v naprogramovaných cyklech. Postupným opakováním tohoto procesu se exponenciálně vytváří až miliarda kopií vybraného úseku cílové molekuly.⁸⁶

Obr. č. 13 - Průběh PCR



⁸⁶ ŠMARDA, J. et al., *Metody molekulární biologie*. Brno: Masarykova univerzita, 2005, s. 73-74.

RAPD

RAPD metoda (Random-amplified polymorphic DNA) patří mezi méně přesné metody, požívá se vzhledem k její nenáročnosti a jednoduchosti jako předtest.

Pomocí polymorfizmu délky restrikčních fragmentů (RFLP) se identifikují alely na základě přítomnosti nebo absence specifického restrikčního místa. Namnožená genomová DNA (PCR produkt) je štěpena příslušnou restrikční endonukleázou a separována pomocí elektroforézy na agarózovém gelu. Vizualizace DNA se provádí pomocí ethidiumbromidu, následně se vyhodnotí fragmenty vzorků podle markeru tvořící žebříček fragmentů definovaných výrobcem. Kvalitní gely nebo gely pro dokumentaci se dále zajistí na klasický fotografický materiál nebo digitálně

RFLP

Nejprve je centrifugací provedena izolace buněčných jader, následně se molekula DNA izoluje a purifikuje od případných nečistot, jako jsou např. bílkoviny, fenol a agaróza. Kontrola čistoty vzorku se měří pomocí spektrofotometrického měření v UV světle. Dále se molekula pomocí restrikční endonukleázy štěpí na jednotlivé fragmenty. Tyto různě dlouhé fragmenty DNA se liší pořadím bází u každého jedince, s výjimkou homozygotních dvojčat. Výsledkem je směs různě velikých úseků DNA. Tato směs se vlije do nádoby s agarózním gelem, kde je dále vystavena působení elektrického pole. Vlivem přirozeně lehce záporného náboje fragmentů dojde k jejich postupnému vypuzování ke straně - elektroforéze.⁸⁷ Pohyb fragmentů je vlivem jejich různé velikosti různě rychlý. Postupně se takto fragmenty kompletně odseparují dle velikosti. Následuje denaturace DNA pomocí zásady, dále separace pomocí nylonové nebo nitrocelulózové membrány, která se vystaví UV záření, čímž dojde k trvalému zafixování fragmentů na membránu. Membrána je následně zalita roztokem obsahujícím radioaktivně označené sondy, které se komplementárně připojí k fragmentům na membráně. Nenavázané sondy se odstraní. Na membránu je umístěn X-ray film. Sondy, které jsou nyní rozmístěny pouze v některých částech membrány, vyvolají expozici filmu v odpovídajících částech. Film je dán k vyvolání a „DNA fingerprint“, složený z proužků různé tloušťky a různých rozestupů, je vytvořen.⁸⁸

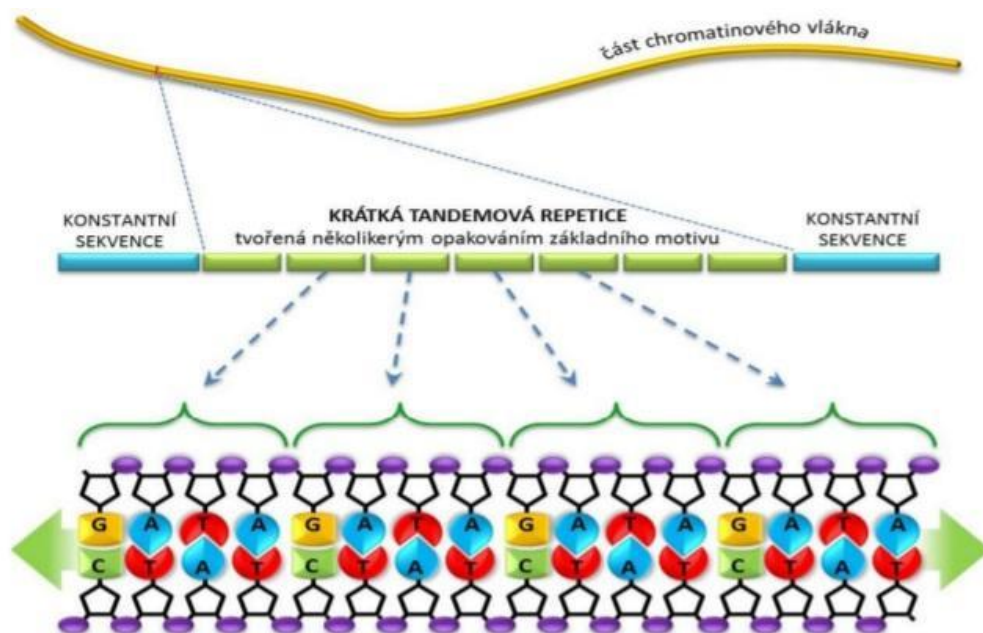
⁸⁷ ŠMARDA, J. et al., *Metody molekulární biologie*. Brno: Masarykova univerzita, 2005, s. 55.

⁸⁸ Dostupné z: <<http://old.mendelu.cz/~agro/af/genetika/vsg2/elab7/rflp.htm>>

STRP

STRP (Short Tandem Repeat Polymorphism) a VNTR (Variable Number Tandem Repeats) jsou dnes nejpoužívanější metody podobné metodě RFLP. Tato metoda pracuje na rozdíl od RFLP s tandemovými repeticemi nukleotidů, které nenesou ke kódování genů, u dvou jedinců vykazují shodu v 99% a jsou tvořena opakováním krátkého motivu, jakéhosi "slova", které tvoří mnohokrát opakovaný sled 2 - 4 nukleotidů, např. -CACG-CACG-CACG-. Je známo více než osm tisíc tandemových repetic obsažených v lidské DNA. Jejich individualita spočívá zejména v jejich podobě a délce. Během testu se určí, kolika opakováními dané sekvence je DNA tvořena. Přesnost výsledků této metody je (stejně jako u RFLP) blízka 100%.

Obr. č. 14 - Krátká tandemová repetice⁸⁹



⁸⁹ REILLY, P. *Legal and public policy issues in DNA forensics*. Nature Reviews Genetics. 2001, s. 313-317. Dostupné z: <<http://www.nature.com/articles/35066091>>

Kapilární elektroforéza

V současné době považována za jednu z nejspolehlivějších metod a ve forenzní praxi převládá nad gelovými elektroforézami. Kapilární elektroforéza využívá pohyb nabitých částic ve speciálním elektroforetickém polymeru, který je uzavřen v kapiláře za účasti elektroforetického pufru, do něhož jsou ponořeny konce kapilár. Tento polymer rozděluje jednotlivé částice podle jejich molekulové hmotnosti. Hlavním nositelem náboje nukleových kyselin jsou negativně nabitě fosfátové skupiny, díky nimž se kyseliny pohybují k opačně nabitě elektrodě - anodě. Výhodou kapilární elektroforézy je nejen nízká potřeba vzorku, ale také rychlost tohoto druhu separační metody.⁹⁰

Obr. č.15 - Přístroj pro kapilární elektroforézu⁹¹



⁹⁰ ŠMARDÁ, J. et al., *Metody molekulární biologie*. Brno: Masarykova univerzita, 2005, s. 73-75.

⁹¹ Dostupné z: <<http://www.pragolab.cz/uploads/assets/PrinCE/800x800x1/560.jpg>>

7 Informační systémy využívané k evidování výsledků expertiz DNA

7.1 CODIS

Combined DNA Index System. V roce 1998 byl zaveden v USA, poskytován FBI bezplatně k využití všem státům světa včetně České republiky. Hlavní myšlenkou je co největší vzájemná propojenost a výměna dat mezi partnerskými státy. Některé státy se o svá data dělit nechtějí, z důvodu ochrany vlastních občanů, nebo jim to jejich právní úprava nedovoluje (např. Rakousko, Německo, Velká Británie).

CODIS rozděluje získané genetické profily do dvou dílčích databází:

1. Forezní část - obsahuje biologické vzorky získané na místě činu

2. Databáze odsouzených - jsou pak obsaženy genetické profily osob odsouzených za těžké zločiny, kdy v poslední době je možné sledovat snahu řady států zahrnout do této databáze i odsouzené za méně těžké zločiny.⁹²

7.2 Národní databáze DNA

Národní databáze DNA (ND DNA) - policejní expertizní informační systém, který shromažďuje osobní a identifikační údaje a genetické profily osob obviněných a pravomocně odsouzených za závažné trestné činy, dále pak profily DNA osob zajištěných z dosud neobjasněných trestných činů a profily DNA mrtvol, kosterních nálezů a částí lidských těl neznámé totožnosti. Pomocí těchto údajů je možno objasnit i staré a doposud neuzavřené případy. V jiné sekci se shromažďují stopy z místa trestného činu či z jiného důvodu zkoumané události, a další databáze eviduje ty osoby, které se systémem pracují, aby stopy ponechané náhodně a nedopatřením na zkoumaném místě, bylo možné vyloučit

⁹² VOBOŘIL, J., FERFECKI, V. *DNA v policejní praxi. Analýza právní úpravy a praxe využívání DNA v sektoru policie*. [online]. 2014. [cit. 28. 2. 2018]. Dostupné z: <<http://iure.org/15/942/vydali-jsme-unikatni-studii-o-vyuzivani-dna-v-policjeni-praxi>>, s. 20-22.

jako zavádějící. Provozem ND DNA je pověřen Kriminologický ústav se sídlem v Praze. ND DNA využívá software IS CODIS.⁹³

7.3 FODAGEN

IS FODAGEN eviduje kromě daktyloskopických karet a fotografií též zajištěné vzorky DNA osob, proti kterým bylo vedeno trestní řízení a dále osob pohřešovaných a nalezených mrtvol. (viz kap. 5.3)

7.4 InfoDNA

Všechny případy, jejichž profily byly vloženy do systému CODIS se zapíší do systému InfoDNA, ve kterém je každý vzorek podrobně popsán, je zde zapsáno i jak samotná analýza probíhala. Tento zápis je vložen také do systému CODIS, čímž je automaticky propojen i IS FODAGEN.

⁹³ VOBOŘIL, J., FERFECKI, V. *DNA v policejní praxi. Analýza právní úpravy a praxe využívání DNA v sektoru policie*. [online]. 2014. [cit. 28. 2. 2018]. Dostupné z: <<http://iure.org/15/942/vydali-jsme-unikatni-studii-o-vyuzivani-dna-v-policjeni-praxi>>, s. 20-22.

8 Praktické využití daktyloskopie a analýzy DNA

V aplikační kriminalistické praxi se otisků prstů pro jejich neměnnost v průběhu života využívá jako jednoho z hlavních údajů obsažených v biometrických dokladech. Také vstup na území některých států je z důvodu vrůstajícího počtu teroristických útoků podmíněn svolením k elektronické kontrole otisků některých prstů pomocí čtečky na letištních terminálech (např. USA). IS EURODAC eviduje biometrické údaje včetně otisků prstů u všech žadatelů o azyl v rámci Schengenského prostoru, současně jsou do něj zaregistrovány všechny osoby, které nedovoleným způsobem překročily hranice Schengenského prostoru a osoby nežádoucí.

Stále častěji se setkáváme s využitím obou metod i v běžném životě. Čtečka otisků prstů je součástí zabezpečovacích systémů objektů, bankovních schránek či trezorů. Instalace různých zařízení ověřujících otisky prstů reguluje přístup osob na základě oprávnění vstupovat do různých prostor např. ve výrobních závodech a jiných společnostech. Stejně funguje zabezpečení soukromí uživatelů mobilních telefonů, bankovních a jiných aplikací.

Kromě využití těchto metod v kriminalistické praxi se analýza DNA je využívána v případech rozsáhlých přírodních katastrof a hromadných nehod, kde není možné rozlišit totožnost těl, nebo původ jejich jednotlivých částí. Stejným způsobem jsou identifikovány oběti válečných konfliktů nebo teroristických akcí v hromadných hrobech, kdy v místě jsou již těla podléhající vysokému stupni rozkladu, nebo už jen kosterní pozůstatky či jejich části.⁹⁴ Separování sekvencí lidské DNA z těl hmyzu ve forenzní entomologii pomáhá určit na místě činu totožnost mrtvoly, která se zde nacházela, ale byla přemístěna na jiné místo. Podle vývojových stadií hmyzu pak i dobu, která od přemístění těla uplynula.⁹⁵

⁹⁴ STRAUS, J., SUCHÁNEK, J., et al. *Kriminalistická identifikace osob*. Praha : Policejní akademie České republiky v Praze, 2008, s. 31.

⁹⁵ ELIÁŠOVÁ, H., ŠULÁKOVÁ, H., *Forenzní biologie*. In: ŠTEFAN, J., HLADÍK, J. (eds). *Soudní lékařství a moderní trendy*. Grada Publishing, Praha: 2012, s. 315-316.

9 Empirická část

Nosná část práce v zájmu naplnění cílů komparuje obě metody z pohledu zjistitelnosti, ekonomické, časové náročnosti a spolehlivosti uvedených kriminalistických metod při zpracování jednoho standardního ideálního zajištěného vzorku DNA nebo daktyloskopické stopy. Dále je cílem stanovit, zda je možné nahradit jednu metodu druhou a jako subsidiární cíl stanovit, která z metod je v aplikační praxi upotřebitelnější s ohledem k zjistitelnosti, vyhodnotitelnosti a systematizaci kriminalistických stop a jejich následnému využití.

Za účelem získání a ověření praxeologických i teoretických poznatků byli osloveni formou řízených rozhovorů příslušníci expertních pracovišť forenzní genetiky a daktyloskopie OKTE při Krajském ředitelství policie Jihočeského kraje a pracoviště forenzní genetiky a daktyloskopie Kriminalistického ústavu Praha. Dílčí výzkumné dotazy byly směřovány k oslovené kohortě respondentů, rekrutujících se z řad odborníků oboru daktyloskopie a forenzní biologie a genetiky. Jejich odpovědi byly pro potřeby „práce“ konkretizovány a mírně kráceny. Každý z respondentů se mohl kvalifikovaně vyjádřit pouze ke své specializaci. V následujícím textu jsou odpovědi respondentů označeny následovně:

A: expert oddělení daktyloskopie při KÚ Praha

B: expert oddělení daktyloskopie při OKTE při KŘP Jčk

C: expert forenzní biologické laboratoře při KÚ Praha

D: expert forenzní biologické laboratoře při OKTE při KŘP Jčk

- **Lze porovnat časovou náročnost potřebnou k zajištění a vyhodnocení standardní stopy? Lze toto případně nějak kvantifikovat? (např. minimální vs. maximální doba zpracování)**

A: „Zajištění a zpracování standardní daktyloskopické stopy trvá řádově několik desítek minut“

B: „Podle složitosti a technických podmínek daného případu lze standardní daktyloskopickou stopu zpracovat v řádu několika jednotek až desítek minut.“

C: „Forenzní laboratoř pracuje s již technikem zajištěnými stopami. Při zpracování vzorku DNA jednoho původce lze vyhodnotit časovou náročnost procesu na několik

hodin – do jednoho dne. V případě zpracování vzorků od více původců se doba potřebná k vyhodnocení může protáhnout na několik dní i týdnů.“

D: „OKTE pracuje se stopami z místa činu, které zajistil kriminalistický technik. V případě zpracování jednoduchého vzorku můžeme hovořit o několika hodinách, maximálně v rozsahu jednoho dne. V extrémních případech, jako jsou například kosterní nálezy, se doba zpracování analýzy DNA nezděravka pohybuje v řádech týdnů.“

- Je metoda daktyloskopie/analýza DNA při dodržení standardních předepsaných podmínek během zajištění a dalším zpracování zajištěné stopy spolehlivá?

A: „Daktyloskopie je metodou spolehlivou. Při správném zajištění daktyloskopických stop je její spolehlivost i díky počítačovému zpracování téměř 100%. Nicméně chybovost metody není naším pracovištěm statisticky vyhodnocována.“

B: „Daktyloskopie odráží zkušenosti a zručnost kriminalistických techniků a při správném zajištění stopy je chybovost procesu minimální. Odezvy z informačních systémů FODAGEN a AFIS jsou dostupné během několika minut. O výsledku daktyloskopické expertizy však vždy rozhoduje jenom člověk.“

C: „Porovnávání extrahovaných sekvencí DNA se vždy provádí strojně, přes počítač. Pro odpověď na tuto otázku nemám k dispozici náležitá podklady, ale spolehlivost analýzy DNA se pohybuje okolo 100%.“

D: „Na našem pracovišti forenzní biologické laboratoře se zabýváme zpracováním vzorků DNA z místa činu. Díky laboratorním postupům a následnému softwarovému zpracování je chybovost minimální. Vzorek buď je, nebo není upotřebitelný.“

- Lze pro porovnání zpracovatelnosti alespoň odhadnout podíl manuální práce a přístrojového zpracování standardního zajištěného stopy/vzorku?

A: „Jedná se přibližně o přibližně shodný podíl manuální práce a přístrojového zpracování.“

B: „Na místě činu se stopy zajišťují čistě manuálně, kromě fotografického zajištění. K expertizám jsou téměř výlučně využívány IS AFIS, jehož výstupem je shoda vzorku s pravděpodobnými původci. Konečné rozhodnutí stanovuje vždy technik.“

C: „Při laboratorním zpracování vzorků DNA převažuje přístrojové zpracování.“

D: „Laboratorní technik zodpovídá za technologický postup přípravy preparátu a další zpracování již probíhá za pomoci přístrojů.“

- **Podle jakých kritérií se na místě činu, popřípadě v laboratoři rozhoduje, pro kterou kriminalistickou metodu budou stopy z místa činu zajištěny? Pokud je technicky možné využít obou metod, co kromě základních technických kritérií rozhoduje o jejich výběru? (Vliv ekonomický, časový, nebo jiný?)**

A: „Na místě činu rozhoduje o způsobu a druhu zajištění stop vždy kriminalistický technik dle okolností na místě činu, jako jsou samotná lokace, druh případu, teplota, vlhkost, vliv slunečního záření, atd.“

B: „Na místě činu rozhoduje technik. Na místě se vyhodnocuje upotřebitelnost stopy, způsob jejího zajištění, který je nezdědka kombinovaný, např. stopa biologická a genetická, nebo daktyloskopická a mechanoskopická.“

C: „Každá forenzní laboratoř má svoje pracovní postupy, které se řídí zásadou ekonomičnosti a proporcionality. Čas a ekonomická náročnost zpracování vzorků není pro výsledek rozhodující. Rozhodující je pouze a jenom jednoznačný výsledek expertizy.“

D: „Do laboratoře přicházejí stopy již zajištěné, které jsou dále zpracovávány standardizovanými postupy. Nejsou daná přesná kritéria pro výběr laboratorní metody k jednotlivým případům.“

- **Lze stanovit ekonomickou náročnost zpracování jednoduchého a ideálního vzorku DNA nebo daktyloskopické stopy?**

A: „Pro výsledek daktyloskopické expertizy není ekonomické hledisko rozhodující. Nicméně cena zpracování jednoduchého daktyloskopického vzorku se v současné době pohybuje okolo 80 až 100Kč.“

B: „Důležitější, než ekonomický aspekt, je úspěšné vyřešení případu.“

C: „V případech jednoduchých bukalních stěrů jednoho původce se cena za analýzu DNA pohybuje v řádech 700-900Kč. Ovšem v komplikovaných případech hromadných nehod a neštětí, nebo při vyhodnocování vzorků z kosterních nálezů je finanční náročnost nesrovnatelně vyšší. Nejsou výjimkou ceny v řádech mnoha desítek tisíců korun. Vyhodnocení kosterního nálezu stojí až 40 000Kč.“

D: „Pokud bychom dokázali stanovit něco jako základní vzorek, v našem případě například jednodruhový bukální stěr, pohybuje se cena za zpracování okolo 800 Kč.“

- Je ekonomické hledisko zpracování a vyhodnocování zajištěných stop rozhodující pro výběr dané metody?

A: „Rozhodující je vždy vyřešení případu.“

B: „Jako kriminalistický technik se ekonomickou náročností metody daktyloskopie nezabývám.“

C: „Ekonomickým hlediskem náročnosti analýzy DNA se nezabýváme. Rozhodující je vyřešení případu.“

D: „Ekonomickým hlediskem se nezabýváme, ale naší snahou je zajistit spotřební materiál v co nejvyšším objemu za akční ceny, které průběžně nabízejí jednotliví dodavatelé.“

- Jaký je podíl počtu vyhodnocených stop, případně dožádání vypracování expertiz v obou kriminalistických odvětvích?

Namísto odpovědi byly poskytnuty grafické podklady KÚ – viz obr. č. 16 a 17.

- Lze v praxi nahradit jednu metodu druhou?

A: „Daktyloskopie i analýza DNA jsou odlišné kriminalistické metody, které využíváme za účelem objasnění případu ve vzájemné součinnosti.“

B: „Každá z uvedených metod má v praxi své nezastupitelné místo a dané podmínky jejího využití. Neumím si představit, jak by jedna metoda mohla být nahrazena druhou.“

C: „Analýza DNA vyhodnocuje čistě genetické stopy. V případech, kdy nelze zajistit z otisku prstu upotřebitelnou daktyloskopickou stopu, lze téměř vždy zajistit stopu genetickou.“

D: „V naší forenzní laboratoři pracujeme pouze s genetickými a biologickými stopami, metodu daktyloskopie nevyužíváme. Jako biochemik se k této otázce nemohu relevantně vyjádřit.“

- **Obstojí i dnes daktyloskopie ve srovnání s moderními technikami, jako je např. analýza DNA?**

A: „Daktyloskopie i analýza DNA jsou nejpoužívanější kriminalistické metody. Do budoucna nevidím důvod proč by daktyloskopie neměla dále samostatně existovat.“

B: „Samozřejmě, že ano. Daktyloskopie jako samostatný obor bude v kriminalistické praxi neoddelitelně zastoupen. Naopak se bude dále rozvíjet, například v holistickém způsobu zpracování, kdy se vyhodnocují vývody potních žláz, průběh podkožních papilárních linií a jejich vzájemná vzdálenost. Holistický způsob vyhodnocování daktyloskopických stop celou metodu zjednodušuje, ale předpokladem je kompletní změna archivačního systému daktyloskopických karet v IS AFIS. To je zatím hlavní překážkou pro jeho uvedení do praxe.“

C: „Z mého pohledu nevidím problém. Daktyloskopie bude i nadále samostatnou kriminalistickou metodou.“

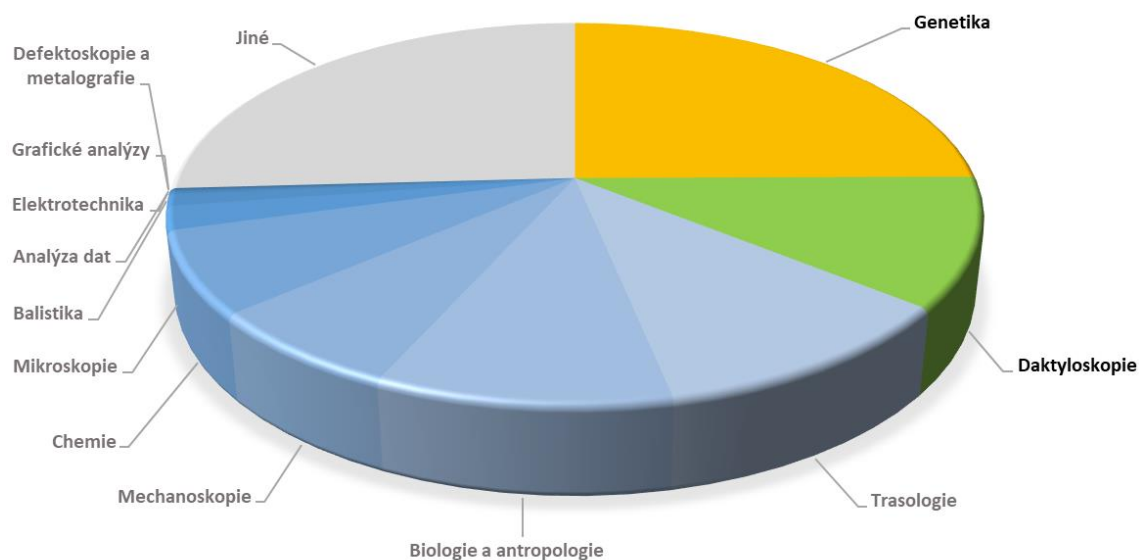
D: „K dané otázce se nemohu objektivně vyjádřit. Nicméně daktyloskopie jako samostatná kriminalistická již existuje více než století, takže předpokládám, že nebude ještě dlouho žádnou další metodou nahrazena.“

Z výše uvedených rozhovorů jednoznačně vyplynulo, že každá z metod má v kriminalistické praxi své nezastupitelné místo. Ačkoli každá metoda zpracovává jiné vstupní informace (druh zajištěných stop), výstupy expertiz za předpokladu správného zajištění na místě činu jsou stoprocentně přesné, nelze jimi nikterak následně manipulovat a po zaevidování do informačních systémů je lze kdykoli v budoucnu využít v kriminalistické praxi. O způsobu zajištění stop na místě činu, jejich druhu a počtu rozhoduje kriminalistický technik. Za hlavní kritérium, které je stěžejní pro zajištění stop na místě činu se považuje pravděpodobnost využití stopy k objasnění případu. Na místě činu se standardně zajišťují stopy pro více expertních pracovišť.

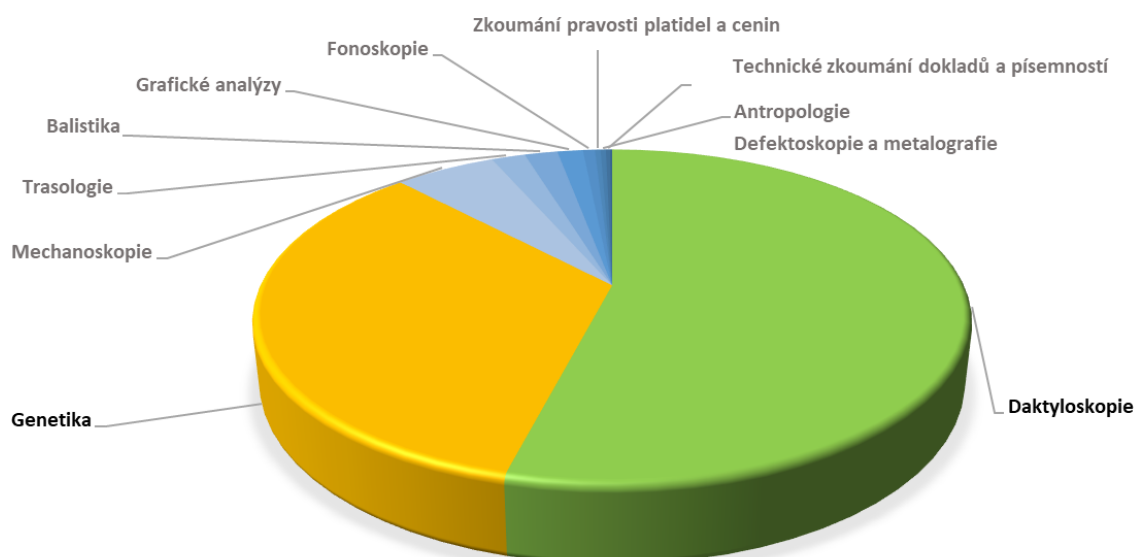
Ze statistických údajů o znalecké a kriminalistickotechnické činnosti PČR a Vojenské policie za rok 2021 vyplývá, že nejčastěji byly zajišťovány stopy pro genetické zkoumání (25% výjezdů), dále pro odvětví trasologie a daktyloskopie (obojí 11% výjezdů). V roce 2021 zpracovalo 348 kriminalistických expertů celkem 53 827 zakázek. Nejvíce zakázek bylo zpracováno v odvětví genetiky (14 750), dále v odvětví

daktyloskopie (10 481), v odvětví chemie a fyzikální chemie (6 159) a odvětví trasologie (4 764).⁹⁶

Obr. č.16 - Počty případů, při kterých byly zajištěny stopy ke znaleckému zkoumání v roce 2021 ⁹⁷



Obr. č.17 - Počty případů individuální identifikace ⁹⁷



⁹⁶ KÚ Praha, *statistické údaje o znalecké a kriminalistickotechnické činnosti PČR a Vojenské policie za rok 2021*, [online], 2021, intranet PČR

10 Závěr

Porovnáme-li obě uvedené kriminalistické metody, je zřejmé, že každá metoda má v kriminalistice a kriminalistické identifikaci své nezastupitelné místo.

Daktyloskopie klade nemalé nároky na zvolení vhodného způsobu a postupu zajištění daktyloskopických otisků na místě činu. Tím je dán zvláštní důraz na zkušenost a zručnost kriminalistického technika. Mnohdy se na místě činu nacházejí otisky částečné, vrstvené, či smíšené, jejichž upotřebitelnost nemusí být pro procesní řízení vyhovující. Vrstvené či smíšené otisky se nemusí při technické expertize podařit od sebe zřetelně odlišit. V takových případech lze přistoupit k zajištění vzorku DNA z daktyloskopických otisků na místě činu, nebo ze stopy zajištěné in natura. Extrahování DNA podezřelého ze smíšených otisků bývá složitější, ale spolehlivé, pokud se podaří eliminovat všechny původce srovnávacích otisků. Ekonomická náročnost je v oboru daktyloskopie z pohledu materiálů využívaných k zajištění stop a expertizám v řádu desetikorun na jednu stopu, okolo 80-100 Kč na jeden zajištěný otisk. Z pohledu celého případu se ovšem vyhodnocují desítky zajištěných otisků na místě činu a také osob podezřelých či tzv. domácích. Mnohem ekonomicky náročnějším hlediskem je každoroční pořízení softwarových aktualizací informačních systémů. Toto hledisko se stejnou měrou týká také analýzy vzorků DNA.

Analýza DNA je oproti daktyloskopii z pohledu zajistitelnosti vzorků podstatně jednodušší. Pro provedení genetické expertizy stačí i jen jediná buňka získaná jednoduchým bukálním stěrem, či přímo ze zajištěného biologického materiálu. Analýza DNA je stoprocentně spolehlivá jen v případě, že odebíraný vzorek na místě činu nebyl v průběhu času do jeho zajištění, během něho, nebo v průběhu vyhodnocování v laboratoři, nijak kontaminován. Mnohé případy z praxe, kdy na základě chybně vyhodnoceného vzorku DNA byly odsouzeny nevinné osoby, vedou ke zpřísnování pravidel a dohledu při manipulaci s nimi a jejich vyhodnocování. Ekonomické hledisko a čas nutný k zajištění a vyhodnocení kriminalistických stop je nevýznamnou součástí celého procesu. Jakkoli kvantifikovat tyto proměnné je v praxi obtížné, neboť obvykle se na místě činu nacházejí stopy několika původců, nebo v případě analýzy DNA je prováděno i více expertiz z jediného vzorku, který též bývá vzácně jednodruhový. Ekonomická náročnost vyhodnocení jednoho ideálního vzorku DNA, pro příklad bukální

stěr jednoho původce, se pohybuje v řádu stovek korun, okolo 700-900 Kč, navíc v průběhu uplynulých let díky zvyšujícímu se objemu zpracovaných vzorků finanční náročnost klesá. Taktéž je nutno přihlédnout k faktu, že laboratoře s výhodou nakupují od distributorů výhodné sety materiálů, či čekají na jejich zlevnění před uplynutím expirace. Vzhledem k vysokému objemu zpracovávaných vzorků se tyto materiály k uplynutí doby expirace ani nepřiblíží a jsou tak s výhodou chemicko-biologickými laboratořemi nakupovány. Pořizovací hodnota přístrojů využívaných ve forenzní biologické laboratoři je v řádu statisíců korun a doba jejich amortizace je stanovena na pět let. Tyto přístroje spolehlivě slouží i několik let po jejím uplynutí. Zohlednit tak jejich pořizovací cenu do ceny na vyhodnocení jednoho vzorku nemá smysl. Čas potřebný pro vyhodnocení jednodruhového bukálního stěru je v řádu několika hodin. Zatímco čas potřebný k vyhodnocení jednodruhového bukálního stěru je v řádu několika hodin, vyhodnocení směsných vzorků trvá jeden až dva týdny. Čas potřebný k vyhodnocení DNA ze zajištěných biologických stop in natura je v řádu několika týdnů, vyhodnocení DNA kosterního nálezu trvá čtyři a více týdnů, a ekonomická náročnost se pohybuje okolo čtyřiceti tisíc Kč a výše.

Materiální náklady obou kriminalistických metod lze vyčíslit jen obtížně z důvodu cíleného pořizování zásob materiálu i na několik měsíců až let dopředu. Standardně se využívá akčních nabídek od různých prodejců, kde se ceny výrazně liší. Policie ČR obecně hospodáří dle zásad ekonomické úspornosti, takže stanovit průměrnou cenu materiálů využívaných v obou odvětvích prakticky nelze. V obou odvětvích, pokud bychom chtěli kvantifikovat mzdu náležející technikovi či laborantovi, můžeme vycházet z předpokladu stejného tabulkového místa a tím i stejně vysokého ohodnocení za hodinu práce. Podíl manuální práce a práce s přístrojovým, potažmo softwarovým vybavením je v obou kriminalistických oborech zhruba shodný. Spolehlivost obou metod při získání kriminalisticky upotřebitelné stopy je téměř stoprocentní a chybovost procesu zpracování vzorků se blíží nule. V obou odvětvích lze v případě lidské chyby během zpracování stop celý postup opakovat. Vždy je pro takový případ zachováno dostatek materiálu pro opakovanou expertizu. Informační systémy a softwarové vybavení je dostatečně víceúrovňově zajištěno a každoročně aktualizováno.

V aplikační kriminalistické praxi se běžně vyskytují případy, kdy se na místě činu nenachází daktyloskopické stopy, ale lze zajistit stopy biologické nebo genetické. Např. v případech znásilnění, pohlavního zneužívání, nebo při nálezu tělních tekutin a částí

tkání lze z důvodu nepřítomnosti daktyloskopických stop využít pouze metody analýzy DNA.

V případě nálezu daktyloskopické stopy lze vždy zajistit vzorek DNA. Pokud se ale na místě činu nacházejí např. navrstvené otisky více osob, je výhodnější využít k jejich identifikaci metod daktyloskopických.

Podíl zpracování zajištěných stop a dožádání odborných expertiz v oboru daktyloskopie a analýzy DNA je v současné době v poměru zhruba 1:2, viz obrázek č. 16 a č.17. Podíl vyhotovených analýz vzorků DNA meziročně stoupá. V každém případě lze říci, že obě metody mají v kriminalistice své nezastupitelné místo. Každá metoda ob stojí samostatně a s výhodou lze využít synergetických efektů.

Zajímavým příkladem, kdy analýza DNA není spolehlivá, je podání krevní transfuze. V přechodné době asi tří týdnů, než dojde k přirozenému úplnému odbourání krevních elementů dárce, lze v krvi příjemce v různé míře nalézt směsnou DNA, což může ovlivnit výsledek genetické expertizy. Případem, kdy je analýza DNA využitelná obtížně, jsou homozygotní sourozenci, kteří mají shodnou DNA. Namísto genetické expertizy pak nastupuje právě expertiza daktyloskopická.

Komparace obou metod z pohledu ekonomické náročnosti je problematická. Forenzní biologická laboratoř využívá mnohé velice nákladné přístroje. Materiálové náklady jsou oproti prvotní investici mizivé. Daktyloskopická laboratoř není vybavena tak nákladnými přístroji ani materiálem jako forenzní biologická laboratoř. Standardní metody vyhodnocování daktyloskopických stop se pohybují v rovině několika desítek či stovek Kč. Nicméně její náročnost spočívá v know-how techniků. Zkušenosti důležité pro dokonalé zajištění a vyhodnocení daktyloskopických vzorků jsou přenosné jen do určité míry. Zde se ukazuje nenahraditelnost lidského faktoru, ačkoli technologie v daném odvětví je velmi vyspělá. Nároky na lidský faktor jsou kladeny i v případě vyhotovení analogové daktyloskopické karty a její převod do digitální formy v systému AFIS.

Z výše uvedených faktů jasně vyplývá, že daktyloskopie má a bude mít důležité místo mezi forezními vědami a že je nezastupitelná. Stejně tak analýza DNA je nenahraditelnou a spolehlivou metodou. Časové a ekonomické hledisko v praxi nehraje významnou roli, hlavním cílem je objasnění případu za pomoci kriminalistických metod, které jsou voleny s ohledem na okolnosti, okolní vlivy a složitost případu. Obě metody

nacházejí a zřejmě budou nacházet ještě širší možnosti svého uplatnění nejen ve vědeckém, ale i v soukromém sektoru. Analýza DNA je v současnosti využívána v archeologii, genealogii, sporech o dědictví, určování paternity, mikrobiologii, biochemii a dalších vědeckých odvětvích. Daktyloskopie je využíváno v elektronických zabezpečovacích systémech budov, výzkumných a průmyslových provozů, běžně je dnes spolu s biometriku užívána jako zabezpečovací systém v bankovníctví nebo u mobilních telefonů.

Seznam použitých zdrojů

Literární zdroje

1. COLLINS, C. G. *Fingerprint Science*. USA: Custom Publishing Company, 1985. 185 s. ISBN 0-942728-18-1.
2. ČICHÁ, M. *Integrální antropologie*. Praha: Triton. 2014. 424 s. ISBN 978-80-7387-816-0.
3. ELIÁŠOVÁ, H., ŠULÁKOVÁ, H. *Forezní biologie*. In: ŠTEFAN, J., HLADÍK, J. (eds). *Soudní lékařství a moderní trendy*. Praha: Grada Publishing. 2012. 448 s. ISBN 978-80-247-3594-8.
4. HENRY, E. R. *Classification and Uses of Finger Prints*. Londýn: George Boutledge and sons, ltd. 1900. 112 s.
5. HERSCHEL, W. J. *The Origin of Finger-Printing*. Londýn: H. Milford, 1916.
6. CHMELÍK, J. et al. *Rukověť kriminalistiky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o. 2005. 532 s. ISBN 80-86898-36-9.
7. KOČÁREK, E. *Genetika: Obecná genetika a cytogenetika, molekulární biologie, biotechnologie, genomika*. 1. vydání. Praha: Scientia, spol. s r.o. 2004. 211 s. ISBN 80-7183-326-6.
8. MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. *Kriminalistika*. 1. vydání. Praha: C.H. Beck. 2001. 512 s. ISBN 80-7179-362-0.
9. MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. *Kriminalistika*. 2. přepracované vydání. Praha: C. H. Beck. 2004. 582 s. ISBN 80-7179-878-9.
10. NATIONAL INSTITUTE OF JUSTICE (U.S.) et al. *The Fingerprint Sourcebook*. Washington DC: U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice. 2011. 422 s. ISBN 978-1502828422.
11. NOSEK, V. *Daktyloskopie, cheiroskopie, podoskopie*. Kroměříž: Knihtiskárna J. Gusek, národní správa. 1947. 110 s.

12. PORADA, V. *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. 2016. 1024 s. ISBN 978-80-7380-589-0.
13. POSPÍŠIL, M. *Základy dermatoglyfiky*. Bratislava: Přírodovedecká fakulta Univerzity J. A. Komenského v Bratislave. 1974. ISBN 2625/64.
14. PROTIVINSKÝ, M., KLVANA, K. *Základy kriminalistiky*. Praha: ARMEX PUBLISHING. 2007. 159 s. ISBN 978-80-86795-50-8.
15. RYBÁŘ, M. *Základy kriminalistiky*. Pelhřimov: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o. 2001. 230 s. ISBN 80-86473-03-1.
16. STRAUS, J. et al. *Kriminalistická technika*. 3. rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. 2012. 442 s. ISBN 97-80-7380-409-1.
17. STRAUS, J., PORADA, V. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Policejní akademie České republiky. 2005. 288 s. ISBN 80-7251-192-0.
18. STRAUS, J., SUCHÁNEK, J. et al. *Kriminalistická identifikace osob*. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2008. 88 s. ISBN 978-80-7251-287-4.
19. STRAUS, J., VAVERA, F. *Slovník kriminalistických pojmů a osobností*. Plzeň: Aleš Čeněk, s.r.o. 2010. 352 s. ISBN: 978-80-7380-258-5.
20. STRAUS, J., VAVERA, F. et al. *Dějiny kriminalistiky*, Plzeň: Aleš Čeněk. 2012. 411 s. ISBN: 978-80-7380-370-4.
21. ŠMARDA, J., et al. *Metody molekulární biologie*. Brno: Masarykova univerzita. 2005. 194 s. ISBN 80-210-3841-1.
22. WEHNER, W. *Šach zločinu: dějiny kriminalistiky*. Praha: Odeon. Klub čtenářů. 1969. 214 s. ISBN: 01-092-69.

Odborné články a internetové zdroje

1. BERESFORD, A. L. et al. *Comparative Study of Electrochromic Enhancement of Latent Fingerprints with Existing Development* Journal of Forensic Sciences, 2012. s. 93-102.
2. CUMMINS, H., KENNEDY, R. W. *Purkinje's Observations (1823) on Finger Prints and Other Skin Features*. Journal of American Institute of Criminal Law and Criminology, 1940. s. 343-356.
3. GAJDOŠÍKOVÁ, V. *Vraha brněnské prostitutky usvědčily po patnácti letech otisky prstů* [online]. Brno.rozhlas.cz. [cit. 2022-03-20]. Dostupné z WWW: <<https://brno.rozhlas.cz/vraha-brnenske-prostitutky-usvedcily-po-patnacti-letech-otisky-prstu-6473115>>
4. GODDARD, A. J., HILLMAN, R. A., BOND, J. W. *High Resolution Imaging of Latent Fingerprints by Localized Corrosion on Brass Surfaces*. Journal of Forensic Sciences. 2010. s. 58-65.
5. GREW, N. *The Description and Use of the Pores in the Skin of the Hands and Feet*. Philosophical Transactions. London: The Royal Society. 1684. č. 14, s. 566-567. [cit. 2022-02-15]. Dostupné z WWW: <<https://doi.org/10.1098/rstl.1684.0028>>
6. ŠÍPEK, A. *Historie forenzní genetiky*. Československá společnost pro forenzní genetiky [online]. Praha, 2019 [cit. 2022-01-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.genetika-biologie.cz>>
7. HOLUBEC, J., HLAVÁČEK, J. *Automatizace v daktyloskopii - historie, současný stav a realita perspektivy*. Kriminalistický sborník, roč. XXXVII., 1993. č. 5.
8. JEFFREYS, A. J., WILSON, V., THEIN, S. L., WEATHERAL, D. J., PONDER, B. A. J. *DNA "Fingerprints" and Segregation Analysis of Multiple Markers in Human Pedigrees*, American Journal of Human Genetics. [online], 1986, [cit. 2021-12-09]. Dostupné z WWW: <<https://www.jstor.org/stable/1310805>>

9. KÚ Praha, *Statistické údaje o znalecké a kriminalistickotechnické činnosti PČR a Vojenské policie za rok 2021*, [online], 2021, [cit. 2022-02-22]. intranet PČR
10. MAZÁNEK, J. *Analýza DNA ve forenzní kriminalistice*, Brno, 2019. Bakalářská práce. Vysoká škola regionálního rozvoje a Bankovní institut - AMBIS, Katedra bezpečnosti a práva. Vedoucí práce: prof. Ing. Václav Krajník, CSc.
11. JEDLIČKA, M. *Milan Lubas - sexuální agresor a vrah. První vrah v České republice usvědčený metodou DNA*. [cit. 2022-07-03]. Dostupné z WWW: <<https://kriminalistika.eu/muzeumzla/lubas/lubas.html>>
12. MUSIL J. *Jan Evangelista Purkyně*. Kriminalistický sborník. Praha: MV ČR. 1987. roč. 31, č. 12, 760 s.
13. NĚMEC, B. *Dějiny daktyloskopie*. Kriminalistický sborník. Praha: MV ČR. 1958. 510 s.
14. PORADA, V., SUCHÁNEK, J., STRAUS, J. *Vyhledávání a zajišťování kriminalistických stop na místě činu*. Soudní inženýrství. 2005. číslo 6, 319 s.
15. VIESTRAETE, A. *Principle of the PCR*. Ghent Belgie: 2012. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z WWW: <<https://users.ugent.be/~avierstr/principles/pcr.html>>
16. REILLY, P. *Legal and public policy issues in DNA forensics*. Nature Reviews Genetics. s. 313-317. ISSN 1471- 0056. [cit. 2021-01-21]. Dostupné z WWW: <<http://www.nature.com/articles/35066091>>
17. SEMERA, L. *Daktyloskopie - historie, současnost a budoucnost*, Praha, 2015, Univerzita Karlova Praha, Právnická fakulta, Katedra trestního práva. Vedoucí diplomové práce: JUDr. Jiří Krupička, Ph.D.
18. ŠÍPEK, A. *Genetika* [cit. 2022-01-05]. 2011. Dostupné z WWW: <<http://www.genetika-biologie.cz/verze 1.0>>
19. U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs. *The Fingerprint Sourcebook*. s. 10 - 11, Dostupné z WWW: <<https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/225320.pdf>>

20. VANĚK, D. *Genetika jako identifikační nástroj ve službách kriminalistiky*. 2011. In: Živa [online]. 2, 56–57 [cit. 2022-01-08]. Dostupné z WWW: <<https://ziva.avcr.cz/2011-2/genetika-jako-identifikacni-nastroj-ve-sluzbach-kriminalistiky.html.pdf>>
21. VOBOŘIL, J., FERFECKI V. *DNA v policejní praxi. Analýza právní úpravy a praxe využívání DNA v sektoru policie*. [online]. 2014. [cit. 2022-01-07]. Dostupné z WWW: <<http://invenio.nusl.cz/record/188283/?ln=cs>>

Seznam zkratek

DNA	Deoxyribose Nucleic Acid
KŘP Jčk	Krajské ředitelství policie Jihočeského kraje
KÚ	Kriminalistický ústav
IS	Informační systém
ND DNA	Národní databáze DNA
OKTE	Oddělení kriminalistické techniky
PCR	Polimerase Chain Reaction
RAPD	Random-amplified Polymorphic DNA
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism
RNA	Ribonucleon Acid
STRP	Short Tandem Repeat Polymorphism
UV	Ultrafialové záření
VNRP	Variable Number Tandem Repeats