

# **Speciální detekce biologických a fyziologických projevů člověka**

Special Detection of Biological and Physiological Manifestations  
of Human

Bc. Lukáš Vyvial

---

Diplomová práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---



## **ABSTRAKT**

Diplomová práce vysvětluje manažerům průmyslu komerční bezpečnosti a také široké veřejnosti jaké jsou možné způsoby detekce různých biologických a fyziologických projevů člověka. Práce nejprve ukazuje možnosti detekce těchto projevů v průmyslu komerční bezpečnosti s uvedením jednotlivých druhů technologií a poté je veřejnost obeznámena s možností identifikace osob na základě zkoumání biologických a fyziologických projevů člověka v oblasti kriminalistiky. Po získání obecného přehledu o této problematice jsou manažeři průmyslu komerční bezpečnosti i veřejnost seznámeni se základními druhy kriminalistické dokumentace a způsobem nakládání se zajištěnými stopami. V závěru práce jsou zhodnoceny možnosti budoucího vývoje této problematiky a nastíněny některé nové možnosti identifikace a verifikace osob v rámci komerčního využití i v rámci kriminalistických profesí.

**Klíčová slova:** biologie, biometrie, fyziologie, biometrické skenery (scannery), identifikace, verifikace, stopa, kriminalistika, metody, dokumentování, DNA

## **ABSTRACT**

The Diploma Thesis explains to managers of commerce security industry and to the public about the special detection of biological and physiological manifestations of human. At first there are listed options of detection of these speeches in the commerce security industry with the presentation of individual technology and then the public is familiar with the identification option of person based on research of biological and physiological manifestations of human in the field of criminology. After getting the general summary about this issue, the managers and the public are familiar with the basic kinds of the criminology documentation and with the way how to work with the security tracks. The options of the future progress of this issue are evaluated in the conclusions of this task.

**Keywords:** biology, biometry, physiology, biometric scanners, identification, verification, tracking, forensic methods, documentation, DNA

Na tomto místě bych rád poděkoval JUDr. Vladimíru Lauckému za možnost zpracovat práci na velmi zajímavé téma, jehož problematika byla vždy předmětem mého zájmu. Dále bych mu chtěl poděkovat za metodické vedení práce a jeho odborné rady, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce. V neposlední řadě děkuji také mé přítelkyni a celé mé rodině za cenné připomínky k vypracovávané práci a za podporu během celého mého studia.

### **Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 SPECIÁLNÍ MOŽNOSTI DETEKCE ČLOVĚKA V PRŮMYSLU PKB</b> .....	<b>11</b>
1.1 SKENERY OBLIČEJE.....	11
1.1.1 Základní princip metody .....	11
1.1.2 Výhody a nevýhody technologie .....	13
1.1.3 Využití v bezpečnostní praxi .....	14
1.2 OČNÍ SÍTNICE.....	15
1.2.1 Základní princip metody .....	15
1.2.2 Výhody a nevýhody technologie .....	17
1.2.3 Využití v bezpečnostní praxi .....	18
1.3 OČNÍ DUHOVKA.....	18
1.3.1 Základní princip metody .....	18
1.3.2 Nalezení duhovky v obraze.....	20
1.3.3 Využití v bezpečnostní praxi .....	21
1.4 GEOMETRIE RUKY .....	22
1.4.1 Základní principy metody .....	22
1.4.2 Výhody a nevýhody technologie .....	23
1.4.3 Využití v bezpečnostní praxi .....	26
1.5 KREVNÍ ŘEČIŠTĚ .....	27
1.5.1 Základní princip metody .....	27
1.5.2 Snímání biometrického vzorku.....	28
1.5.3 Vyhodnocení biometrického vzorku.....	29
1.5.4 Využití metody v bezpečnostní praxi.....	29
1.6 DAKTYLOSKOPICKÁ IDENTIFIKACE V KOMERČNÍCH APLIKACÍCH .....	30
1.6.1 Základní princip metody .....	30
1.6.2 Způsoby snímání otisku prstu .....	31
1.6.2.1 Kontaktní senzory .....	32
1.6.2.2 Bezkontaktní senzory.....	33
1.6.3 Využití v bezpečnostní praxi .....	34
<b>2 BIOLOGICKÉ A FYZIOLOGICKÉ PROJEVY (STOPY) ČLOVĚKA</b> .....	<b>35</b>
2.1 OBJEKTY ZKOUMÁNÍ KRIMINALISTICKÉ BIOLOGIE A FYZIOLOGIE .....	35

2.2	ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY .....	36
2.2.1	Popis osob .....	36
2.2.2	Daktyloskopické stopy .....	40
2.2.2.1	Základní daktyloskopické zákony .....	41
2.2.3	Bosé nohy .....	42
2.2.4	Tvar ucha a jeho otisky .....	42
2.2.4.1	Anatomie a morfologie ucha z hlediska kriminalistiky .....	43
2.2.5	Pachová stopa .....	44
2.2.6	Hlas a řeč (fonetické aspekty) .....	45
2.2.7	Krev .....	47
2.2.8	Sliny .....	49
2.2.9	Pot .....	50
2.2.10	Sperma (ejakulát) .....	50
2.2.11	Moč .....	51
2.2.12	Lejno .....	51
2.2.13	Kosti a kostrové nálezy .....	52
2.2.14	Svalovina .....	52
2.2.15	Mozková tkáň .....	52
2.2.16	Vlasy a chlupy .....	52
2.2.17	Plodová voda .....	53
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>55</b>
<b>3</b>	<b>BIOLOGICKÉ METODY KRIMINALISTICKÉ IDENTIFIKACE .....</b>	<b>56</b>
3.1	HISTORIE KRIMINALISTICKÉ BIOLOGIE .....	56
3.2	PORTRÉTNÍ IDENTIFIKACE .....	56
3.2.1	Identifikace osob podle fotografií .....	57
3.3	DAKTYLOSKOPIE .....	58
3.3.1	Historie daktyloskopie .....	59
3.3.2	Vyhledávání a zajišťování daktyloskopických stop .....	60
3.4	KRIMINALISTICKÁ TRASOLOGIE .....	66
3.4.1	Speciální trasologické stopy – otisky uší .....	67
3.5	KRIMINALISTICKÁ ODOROLOGIE .....	67
3.5.1	Služební pes .....	68
3.5.2	Identifikace pachového vzorku .....	68

3.5.3	Využití pachové stopy.....	68
3.6	KRIMINALISTICKÁ GENETIKA.....	69
3.6.1	Analýza DNA metodou STR.....	69
3.6.2	Využití pro verifikaci osob.....	70
3.7	HLAS A ŘEČ.....	70
3.7.1	Základní pojmy kriminalistické audioexpertizy.....	72
3.7.2	Metody kriminalistické audioexpertizy.....	74
3.8	VYHLEDÁVÁNÍ A ZAJIŠŤOVÁNÍ BIOLOGICKÝCH MATERIÁLŮ.....	76
3.8.1	Podrobný postup při zajišťování jednotlivých biologických stop z pohledu kriminalistiky.....	78
3.9	ZKOUMÁNÍ BIOLOGICKÝCH STOP.....	80
3.10	POŘIZOVÁNÍ SROVNÁVACÍCH MATERIÁLŮ.....	85
<b>4</b>	<b>DOKUMENTACE.....</b>	<b>87</b>
4.1	KRIMINALISTICKÁ DOKUMENTACE.....	87
4.1.1	Protokol.....	87
4.1.2	Obrazová dokumentace.....	88
4.1.2.1	Fotografická dokumentace.....	89
4.1.2.2	Videodokumentace.....	90
4.1.3	Topografická dokumentace.....	91
4.1.4	Jiné druhy kriminalistické dokumentace.....	94
4.2	ELEKTRONICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY V KRIMINALISTICKÉ PRAXI.....	94
4.3	DŮLEŽITOST DOKUMENTACE.....	95
<b>5</b>	<b>MOŽNOSTI BUDOUCÍHO VÝVOJE IDENTIFIKACE ČLOVĚKA V KRIMINALISTICE A PKB.....</b>	<b>97</b>
5.1	KOMERČNÍ VYUŽITÍ.....	97
5.2	VYUŽITÍ V KRIMINALISTICKÉ PRAXI.....	99
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>103</b>
	<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....</b>	<b>105</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>107</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>110</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>111</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>113</b>



## ÚVOD

Termíny jako jsou biometrická identifikace, biometrie, apod., jsou okruhu úzce zaměřených specialistů známé již přes 40 let. Laická veřejnost je ovšem zná pouze z oblasti sci-fi literatury a filmů, jako jsou Hvězdné války, Star Trek, Minority Report nebo špionážních snímků typu Mission Impossible, State Enemy a jiných. V očích nezasvěcené veřejnosti proto vzniká dojem, že se jedná o nadčasové produkty, které vznikly pouze v představách tvůrců komerčně úspěšných žánrů. Opak je ovšem pravdou. Filmové a knižní scénáře byly inspirovány myšlenkami z pozemských laboratoří, kde tyto technologie byly poprvé v omezené míře využity. Důvod, proč byly před očima veřejnosti dlouhou dobu skrývány, byl čistě bezpečnostní. Dnes, v době expanze výpočetní techniky, bych chtěl proto bezpečnostním manažerům v komerční sféře ale i široké veřejnosti, přiblížit specifika těchto technologií a postupů. Výsledkem by měla být schopnost alespoň základní orientace mezi biometrickými systémy a možnostmi jejich využití pro zvýšení bezpečnosti osob a majetku v rámci průmyslu komerční bezpečnosti.

Jiným problémem jsou však všude přítomné „kriminálky“ (TV seriály), které vnášejí do povědomí o odborné kriminalistice mnoho nepravd a iluzí. Součástí práce je tedy také vysvětlit nebo alespoň přiblížit reálné postupy kriminalistické činnosti, které by bezpečnostní manažeři komerčního průmyslu mohli při různých příležitostech či mimořádných událostech využít.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 SPECIÁLNÍ MOŽNOSTI DETEKCE ČLOVĚKA V PRŮMYSLU PKB

Bezpečnostně-komerční identifikace je historicky odvozena od identifikace policejně soudní. Slovo bezpečnostní zde vyjadřuje obecné bezpečnostní potřeby, pro které je identifikace používána - zejména počítačová, bankovní bezpečnost a ochrana citlivých osobních údajů. Slovo komerční pak znamená, že používané biometrické technologie jsou dostupné i na veřejném specializovaném trhu.

Řada metod, používaných v kriminalistice a dalších bezpečnostních oborech, byla upravena pro bezpečnostně-komerční využití. Některé metody byly podstatně zjednodušeny, jiné zase mnohem hlouběji rozpracovány. Důvodem bylo jejich široké průmyslové a komerční nasazení, které mělo v mnoha aspektech jiné uživatelské aplikační požadavky. Hlavním důvodem byla přijatelná chybovost a vyhodnocování biometrických identifikačních úloh v reálném čase (sekundy). Původně nedostatečná výkonnost počítačů v 70. letech vedla ke zjednodušování algoritmů na straně jedné, na straně druhé k jejich důmyslnějšímu propracování a efektivitě. S následujícím obrovským rozvojem výpočetní techniky došlo i k razantní změně ve využívání těchto technologií a začalo vznikat velké množství aplikací, které jsou zpětně využitelné i pro policejně-soudní identifikační účely. [14]

Základním rysem komerčních bezpečnostních biometrických aplikací je jejich automatizované zpracování, kde převládá spíše verifikace než identifikace.

## 1.1 Skenery obličeje

### 1.1.1 Základní princip metody

Tato biometrická metoda je centrem mnoha výzkumů. Problematika identifikace osob využívající rozpoznávání obličejů je velmi obsáhlá. Rozpoznávání je založeno na srovnávání obrazu sejmutého kamerou s obrazem, který je uložen v paměti počítače (obr. 1). K identifikaci slouží většinou tvar obličeje a poloha opticky významných míst na tváři (oči, nos, ústa, obočí). Obraz v počítači je někdy uložen jako matice jasových úrovní, častěji je však diskriminován nějakou funkcí, která snižuje redundanci dat. Neuchovává se např. přesná poloha očí, nosu a rtů, ale ukládá se jen vzdálenost očí, vzdálenost rtů od nosu, úhel mezi špičkou nosu a jedním okem, atd. [16]

Proces rozpoznávání obličeje je velmi ovlivněn řadou aspektů, mezi které patří např. změny v natočení obličeje, změny v osvětlení, stíny, různé rotace atd. Tyto rušivé elementy jsou však celkem snadno normalizovatelné. Daleko větší problémy představují v obličeji odražené výrazy různých emocí nebo morfologické změny způsobené např. stárnutím. V současnosti existuje několik metod, jak požadovaný obličej pro identifikaci či verifikaci naskenovat.

Dva základní přístupy rozpoznávání obličeje:

**Geometrický** - založený na rysech tváře.

**Fotometrický** - založený na vzhledu obrazu tváře.

Podrobnější způsob dělení přístupu rozpoznávání obličeje:

**Strukturální přístup** - rozpoznávání jednotlivých dominantních částí obličeje (oči, ústa, ...) předkládaného vzoru, změření antropometrických veličin, jejich normalizace vzhledem k předpokládaným rušivým vlivům, porovnání s databází známých fotografií použitím klasifikačních algoritmů, statistické rozhodnutí o relativní podobnosti s takto vybranou množinou obrazu. [13]

**Holistický přístup** - identifikace vzorku pomocí globálních reprezentací opět s následným statistickým vyhodnocením relativní pravděpodobnosti. Příznačné pro tento přístup jsou kombinace metody backpropagation (metoda zpětného učení neuronové sítě), základní analýzy komponent (PCA) a dekompozice jedinečných hodnot (SVD). [13]

**Znalostní metody** - tvář je prohledávána na základě předem daných pravidel, pomocí kterých je popsána „typická tvář“. Pravidly se vyjadřují vztahy mezi různými částmi obličeje. Tato metoda vyžaduje velmi precizní lokalizaci a popis jednotlivých příznaků, což vede k nutnosti použití složitých a robustních algoritmů. Z tohoto důvodu znalostní metody zpravidla nedosahují požadovaných výsledků. [13]

**Srovnávání šablon** - hledání na základě korelace obrazu s přednastavenými šablonami celého obličeje a jeho částí. Nevýhodou tohoto přístupu je nutnost vytvořit a mít uloženy v paměti jednotlivé šablony, které je potřeba většinou ručně vytvořit, což je velmi pracné a časové náročné. [13]



Obrázek 1 Síť stavby obličeje

### 1.1.2 Výhody a nevýhody technologie

#### Výhody

Mezi výhody této identifikace patří zejména to, že rozpoznávání nevyžaduje žádný kontakt s identifikovanou osobou. Snímání obličeje je jednoduché, není nijak dotěrné (uživatelsky nepřívětivé) a lze jej provádět i na delší vzdálenosti a dokonce i bez vědomí těch, kteří jsou sledováni.

Ve správní administrativě a bezpečnostní praxi lze pro účely této metody využít i obrázky tváří, jež mají elektronickou podobu a jsou z minulosti uloženy v PC jako součást nejrůznějších evidencí. Mnoho SW produktů je totiž schopno okamžitě a s dostatečnou výsledností pracovat i s obrazovými záznamy, které byly pořízeny před mnoha lety. Pro rozpoznávání obličejů za pomoci dokonalého software není determinující ani věk osoby v době pořízení. Identifikační markanty určitých metod se s časem nemění, takže lze bez problému používat pro identifikaci či verifikaci osob, které mezitím zestárly, i snímky staršího data. [15]

Některý specializovaný software dokáže dokonce pracovat s policejními identikity (uměle sestavované snímky neznámých osob, po kterých je vedeno pátrání, za využití speciálních nástrojů, jež umožňují svědkovi za podpory policejního specialisty sestavit přibližnou podobu) a ty porovnávat s klasickými obrazovými podobami tváře (fotografický snímek, videozáznam atd.)

#### Nevýhody

Mezi hlavní nevýhody patří nemalé problémy, které mohou nastat v případě dvojčat. Další nevýhodou mohou být často instalované nedokonalé kamerové systémy, které zobrazený

obličej nedokážou rozpoznat. Nakonec i v případě kvalitního kamerového systému mohou nastat komplikace s pokaždé jinou orientací hlavy nebo jinými světelnými podmínkami.

### 1.1.3 Využití v bezpečnostní praxi

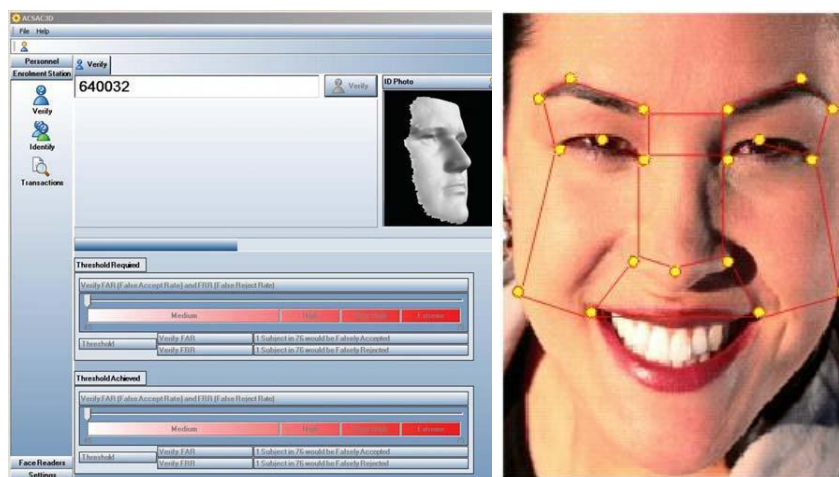
Automatizované rozpoznávání tváří (tedy identifikace a verifikace) má dnes široké praktické uplatnění. Neustále narůstá počet firem, které dodávají kompletní řešení, s čímž roste také počet nejrůznějších aplikací, kde této metody využít. Obrovské nasazování aplikací na rozpoznávání obličejů začalo po 11. září 2001. Příčinou byl společenský požadavek na zajištění bezpečnost leteckého provozu a ochranu státních, veřejných i komerčních prostorů a jejich hranic před útoky teroristů, zlodějů, vandalů, dále před přílivem imigrantů apod. [2]

Rozpoznávání obličejů je jediná biometrická metoda, která může fungovat jako systém „včasné výstrahy“. Díky způsobu své pasivní identifikace (tj. objekty nevyvíjí žádnou zvláštní činnost, aby byly identifikovány), lze okamžitě avizovat výskyt zájmových osob (jejichž snímek je uložen v referenční databázi) a ve zcela konkrétním prostoru a po určitou dobu sledovat jejich veškerý pohyb a chování, to zaznamenávat, vyhodnocovat a mezi tím organizovat případná opatření nebo další akce. Metoda je tedy vhodná pro operativní účely bezpečnostních složek.

Nezanedbatelná je i preventivní role v prostorech, jež jsou vybaveny autonomními televizními okruhy přenášející informace z kamer. V současné době se propojování kamerových okruhů s technologiemi rozpoznávání obličeje ve vyspělých průmyslových zemích začíná stávat běžnou praxí. [2]

Práci s lidskou tváří, využívající moderní prostředky výpočetní techniky, lze tedy obecně využívat pro řešení řady nejrůznějších bezpečnostních aplikací.

Podrobná specifikace zařízení prodávaného na českém trhu se nachází v příloze č. 1.



Obrázek 2 Funkce rozpoznání obličeje a následná softwarová kontrola

## 1.2 Oční sítnice

### 1.2.1 Základní princip metody

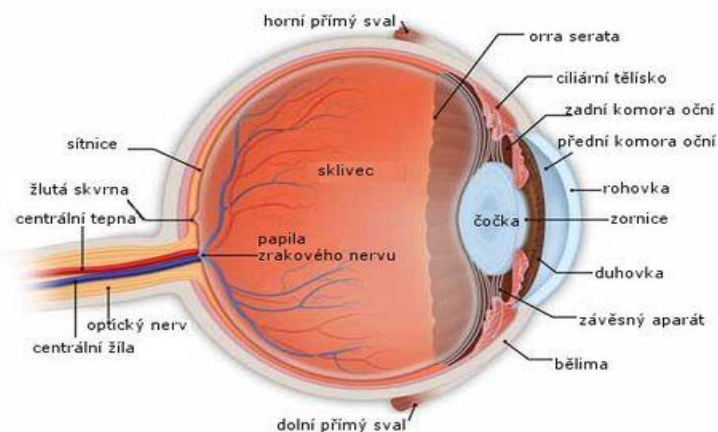
Biometrická metoda rozpoznávání osob pomocí oční sítnice (anglicky Retinal Identification, ve zkratce RI) provádí identifikaci osob na základě snímání a srovnávání choroidu (obrazu vzoru sítnice). Obraz cév oční sítnice je získáván použitím speciální optické kamery. Získaný snímek pak jedinečně identifikuje daného jedince a pomocí porovnání těchto snímků (přesněji jejich charakteristik) v rámci určité databáze je možné danou osobu verifikovat nebo i identifikovat. [16]

Oční sítnice se nachází na zadní straně oční bulvy (obr. 3). Sítnice slouží pro detekci světla na ni dopadajícího, kdy tuto informaci vede dále do mozku. Obraz dopadající na sítnici je zaostřen čočkou (v případě krátkozrakosti a dalekozrakosti vzniká zaostřený obraz ještě před nebo již za sítnicí a na sítnici dopadá obraz neostřý). Množství světla dopadající na sítnici je dále regulováno oční duhovkou měnící svou velikost. Sítnice je zásobena krví pomocí cév, které přicházejí z optického nervu. Za sítnicí je tedy řada cév nazývaná choroidální vaskulatura. [16] Vzhledem ke svému vnitřnímu umístění je sítnice chráněna před změnami, které jsou způsobeny vlivem vnějšího prostředí (na rozdíl například od otisků prstů), díky čemuž je konečný vzor cév za oční sítnicí téměř neměnný.

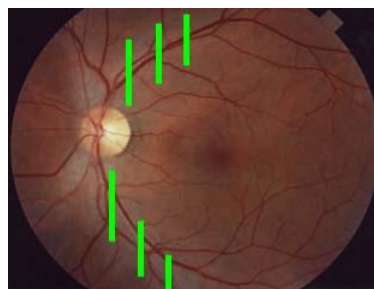
Jedinečnost vzoru cév na sítnici objevili již roku 1935 dva oční lékaři Carieton Simon a Isidore Goldstein, kteří při studiu očních nemocí zjistili, že každé oko má svůj zcela unikátní vzor očních cév (obr. 4). Následně byl jimi publikován příspěvek, který ukazoval,

jak identifikovat jedince pomocí fotografie zachycující vzor těchto cév. Výsledky jejich práce podpořil i Paul Torer, který se v 50. letech minulého století zabýval studiem jednovaječných dvojčat. Předpokládal, že jednovaječná dvojčata by měla mít podobné vzory cév na oční sítnici. Jeho studium identických dvojčat však ukázalo, že právě vzor cév na oční sítnici je prvek, kterým se jednovaječná dvojčata značně liší. [2]

Pro získání snímku sítnice se používají specializované kamery a pro osvětlení sítnice se dnes využívá infračervené světlo. Pro světlo této vlnové délky je však sítnice víceméně průhledná a až odraz sítě cév v choroidu, nacházející se za sítnicí, je využíván k rozpoznání osob. „Snímkování sítnice“ nebo „rozpoznání osob na základě sítnice“ je proto pojem poněkud nepřesný. Nejedná se o oční sítnici jako takovou, ale o vzor cév za oční sítnicí v choroidu. Označení zanedbávající tuto skutečnost jsou však dnes natolik vžitá, že jich bude pravděpodobně využíváno i nadále.



Obrázek 3 Stavba oka



Obrázek 4 Vzor očních cév



## 1.2.2 Výhody a nevýhody technologie

### Výhody

Nejvýznamnější výhody této metody jsou velmi vysoká přesnost, rychlost a hlavně bezpečnost. Bezpečnost je u toho způsobu chápána jako nesnadné oklamání zařízení či nízká hodnota FAR. [16] Veškeré procesy verifikace a prvotního zpracování nasnímaných obrazů probíhají v dnešní době ve zlomcích sekundy. Díky vysoké úrovni výpočetní techniky netrvá dlouho ani práce s databází obsahující cca 1000 záznamů, což je pro většinu případů dostačující počet verifikovatelných osob. Vše záleží ovšem na kvalitě získaného snímku, která je do jisté míry ovlivněna uživatelskou nepřívětivostí. Nutnost soustředit se na jeden bod po dobu až 15 sekund a nervozita či strach některých uživatelů značně ovlivňují získání kvalitního snímku. Neschopnost pořídit kvalitní snímek poté snižuje vynikající stupeň vlastností této biometrické metody. [16]

Mnoho biometrických metod lze obelstít plastovou nebo dokonce papírovou kopií měřených biometrických charakteristik. Avšak zkonstruovat model lidského oka tak, aby bylo možno obelstít snímač oční sítnice, je úkol velmi nelehký. Umělé oko by muselo mít řadu vlastností jako oko „pravé“ včetně simulace odrazivosti choroidu, čočky, která zaostřuje přichodící a odražený paprsek nebo systému zaměření, jež umísťuje oko do správné polohy a vzdálenosti vůči snímací kameře. Díky těmto vlastnostem vyžaduje systém snímání sítnice spolupráci uživatele, kterou umělé oko nedokáže napodobit. Bez této spolupráce nemůže systém spolehlivě fungovat.

### Nevýhody

Co se týče nevýhod, tak největší je zmíněna již výše. Jedná se o uživatelsky malou přívětivost a příjemnost dnešních snímačů. Nepříjemným není proces samotného snímání, ale především nutnost přiblížit oko k snímacímu zařízení a vydržet bez pohybu, dle typu zařízení, 10 až 15 sekund. Tento fakt staví snímání sítnice v rámci příjemnosti až například i za snímání otisku prstů. Dalším významným faktorem znepríjemňujícím snímání sítnice je strach z poškození zraku zářením světelného zdroje potřebného k osvětlení choroidu. Ve skutečnosti je ovšem záření zdraví neškodné. Jinou nevýhodou je nemožnost použití brýlí a tedy nutnost je před samotným snímáním odložit. To může některým lidem způsobovat problémy při zaměřování teček v kameře a ve fixaci cíle. Výsledným špatným

zaostřením, způsobeným nestandardním umístěním čočky mimo správné akceptační pole, je odmítnutí oprávněného uživatele. [15]

K nevýhodám, které stojí za zmínku, je možno zařadit i nemožnost použití snímače ve venkovním prostředí. Problémem je malá velikost čočky a velké množství okolního světla. Jelikož prochází světelný paprsek čočkou dvakrát, způsobuje malá velikost čočky nedostatečně silný odraz a tím snižuje kontrast a kvalitu získaného snímku.

Využití snímačů oční sítnice je ovlivněno i jejich cenou. Ta je oproti jiným biometrickým snímačům v dnešní době stále ještě hodně vysoká.

### **1.2.3 Využití v bezpečnostní praxi**

Identifikace či verifikace na základě biometrické metody snímání oční sítnice je velice přesným způsobem rozpoznávání osob. Vysoká cena a taky značná uživatelská nepřívětivost však staví snímání oční sítnice do pozadí. Tato metoda nachází uplatnění zejména v oblastech vyžadujících vysokou úroveň zabezpečení bez ohledu na výše zmíněné nevýhody.

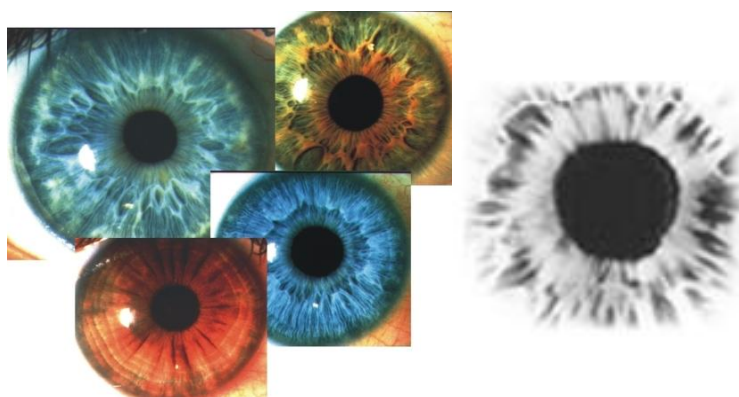
K místům, kde se snímače oční sítnice nasazují, anebo jsou již nasazeny, patří proto především ochrana jaderných zbraní, jaderných elektráren, centra klíčových infrastruktur atd. Jako významné zákazníky firmy EyeDentify a tedy odběratele jejich produktů, lze označit mimo jiné NASA, CIA, FBI, řadu velkých bank apod.

## **1.3 Oční duhovka**

### **1.3.1 Základní princip metody**

Stejně jako u všech ostatních problémů rozpoznávání vzorů je i zde klíčovým problémem variabilita uvnitř jedné třídy (v tomto případě jedné osoby) a mezi jednotlivými třídami. Objekty můžeme spolehlivě rozpoznávat, pouze pokud rozdíl mezi jednotlivými instancemi dané třídy je menší než rozdíly mezi jednotlivými třídami. Držíme-li se základního principu, že variabilita mezi třídami by měla být větší než variabilita uvnitř jedné třídy, nabízejí vzory oční duhovky významný alternativní přístup ke spolehlivé vizuální komunikaci osob v případech, kdy snímání obrazu může být prováděno ze vzdálenosti menší než jeden metr a zejména tam, kde potřebujeme bezchybně

prohledávat rozsáhlé databáze, kde je jinak pravděpodobnost chybných srovnání velká. I přes malou velikost (11 mm) a někdy problematické snímání má oční duhovka obrovskou výhodu, neboť variabilita očních duhovek mezi jednotlivými osobami je nesmírná. Jako interní orgán oka (a přesto viditelná zvnějšku) je duhovka dobře chráněná před vnějším prostředím a je stabilní v čase. Jako dvourozměrný objekt je její snímání relativně nezávislé na úhlu osvětlení a změny v úhlu pohledu znamenají pouze afinní transformace. Dokonce i neafinní deformace vzoru duhovky v závislosti na změně velikosti čočky je reversibilní a provádí se ve fázi zpracování obrazu duhovky. Jednoduchost nalezení očí na snímku tváře a charakteristický kruhový tvar duhovky umožňují spolehlivou a přesnou identifikaci tohoto orgánu a vytvoření reprezentace duhovky s konstantní velikostí. [16]



**Obrázek 5 Vzory očních duhovek**

Duhovka se začíná tvořit ve třetím měsíci těhotenství a struktury vytvářející vzor duhovky jsou z velké části dokončené do osmého měsíce, ačkoliv usazování pigmentu může pokračovat ještě v prvních postnatálních letech. Složitý vzor duhovky (obr. 5) může obsahovat mnoho charakteristických znaků jako např. klenuté vazy, rýhy, hřebeny, krypty, prstence, koróny, pihy a klikaté čáry, z nichž některé můžeme vidět na obrázku. Barva duhovky je dána především hustotou melaninového pigmentu v její přední vrstvě a stromou, přičemž modrá barva je výsledkem absence pigmentu: světlo dlouhé vlnové délky pronikne, ale kratší vlnové délky jsou rozptýleny stromou. Příčně pruhovaná trabekulární síťovina elastických hřebenových vazů vytváří ve viditelném spektru charakteristickou strukturu, zatímco v blízké infračervené části spektra (near infra red –

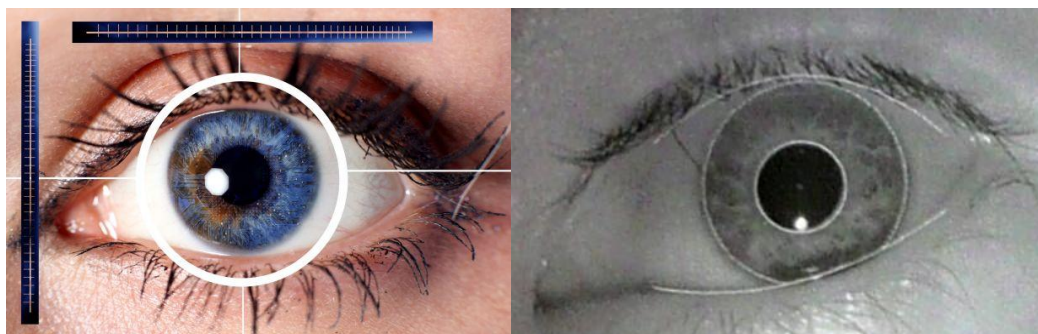
NIR), které se využívá při neinvazivním snímání duhovky na vzdálenost až jednoho metru, dominují ve vzoru duhovky hlubší a poněkud pozvolna modulované stromální znaky. Při NIR vlnových délkách i tmavé pigmentované duhovky vykazují bohaté a spleťité znaky. [2]

Algoritmy Johna Daugmana pro kódování a rozpoznávání vzorů duhovek jsou reprezentovány srovnávacím softwarem, který byl využit v doposud všech komerčně nasazených systémech rozpoznávání duhovky. Všechny organizace provádějící testy algoritmu oznámily počet nesprávných přijetí roven 0 (nepočítaje případy záměrných pokusů o podvody např. vytvořením imitace duhovky někoho jiného). [16]

### 1.3.2 Nalezení duhovky v obraze

Abychom zachytili bohaté detaily vzoru duhovky, obrazový systém by měl poskytovat snímek duhovky o min. poloměru 70 pixelů. Ve většině dosud nasazených algoritmů byla velikost získaného obrazu duhovky typicky mezi 80 a 130 pixely. Využívají se monochromatické CCD kamery (480x640), protože se využívá blízké infračervené pásmo o vlnových délkách 700 nm až 900 nm, které je neinvazivní pro uživatele.

Snímky splňující kritérium minimální ostrosti jsou následně analyzovány na přítomnost duhovky. Přesná lokalizace hranic duhovky je prováděna strategií z hrubého odhadu na přesný, končící u odhadu s přesností na jeden pixel a nacházející souřadnice středu a poloměry duhovky a zornice (obr. 6). Ačkoliv výsledky vyhledání duhovky podstatně omezují následné hledání zornice, se soustředností obou hranic nemůžeme počítat. Velice často je střed zornice vůči středu duhovky zastřený a méněcenný. Poloměr zornice bývá 0,1 až 0,8 násobkem poloměru duhovky. Proto všechny tři parametry definující kružnici zornice musí být odhadnuty nezávisle na parametrech duhovky. [2]



Obrázek 6 Vyhledání oční duhovky

### 1.3.3 Využití v bezpečnostní praxi

Aplikace rozpoznání duhovky jsou ve světě využívány různými způsoby. Například existuje minimálně pět různých způsobů, jak je tato technologie nasazena na letištích:

(1) místo pasů při imigrační kontrole příjezdějících pasažérů zaregistrovaných jako frequent traveller (např. Schiphol, Frankfurt, kanadská a britská letiště);

(2) pro zrychlený check-in odjíždějících pasažérů (letiště v Tokiu (Japonsko), Bostonu (USA), Los Angeles (USA) a Washingtonu (USA));

(3) urychlené řízení přístupu pro piloty a členy posádek letiště Charlotte (USA));

(4) pro zaměstnance letiště při přístupu na letištní plochu a do ostatních vyhrazených prostor (letiště New York JFK (USA), Albany (USA) a Schiphol (Nizozemí));

(5) pro kontrolu příjezdějících pasažérů vůči seznamu dříve vyhoštěných osob (Abu Dhabi a jiná letiště ve Spojených arabských emirátech).

V současnosti největší nasazení srovnávacích algoritmů pro porovnání duhovky je právě ve Spojených arabských emirátech. Ministerstvo vnitra zde vyžaduje test oční duhovky u příjezdějících pasažérů na všech 17 vzdušných, pozemních a námořních vstupních místech. Přes internetové spojení je každý příjezdějící pasažér srovnán se snímkem duhovky každé vyhoštěné osoby (pro nejruznější přestupky), jejichž duhovky byly zaregistrovány v centrální databázi při vyhoštění. [15]

Ačkoliv mnohé aplikace rozpoznávání duhovky jsou nasazeny pro zajištění vysoké úrovně bezpečnosti (například jaderné elektrárny, věznice, bankovní trezory a ostatní aplikace zaměřené na ochranu hodnotných a zranitelných „lidských zdrojů“ - ve školách, porodnicích) jedna z největších současných aplikací (z hlediska velikosti databáze) chrání v prostředí třetího světa aktiva, jejichž nominální hodnota je pod 30 USD. Komise pro uprchlíky Organizace spojených národů (UNHCR) používá identifikaci pomocí duhovky pro administraci přidělování pomoci, která má malou peněžní hodnotu, ale je určena pro přibližně půl milionu příjemců, kterými jsou afghánští utečenci v Pákistánu vracející se do Afghánistánu. Během dvou let po pádu Talibanu, obdrželo přibližně 276 290 afghánských utečenců balíček s pomocí a finanční prostředky od UNHCR po tom, co byla nasnímána jejich duhovka pro zajištění spravedlivé distribuce

Podrobná specifikace zařízení prodávaného na českém trhu se nachází v příloze č. 2.

## 1.4 Geometrie ruky

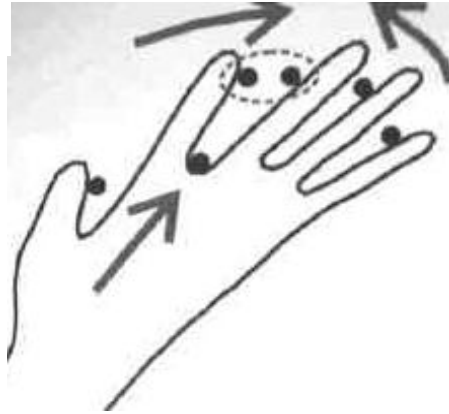
### 1.4.1 Základní principy metody

Je možno bezpochyby konstatovat, že nakonec i lidská ruka je do určité míry jedinečná. Kombinace délky, šířky a tloušťky, měřené na všech pěti prstech jedné ruky s jejich tvarem (konturou, obrysem) je natolik jedinečnou informací, aby na ní bylo možno založit velmi přesnou identifikaci osob. Základní identifikační charakteristiky ruky se vyvíjejí pouze do doby dospělosti a poté se již nemění. Případy, kdy dojde ke značným změnám například v tloušťce prstů nebo dlaně ruky, jsou způsobovány jen některými nemocemi nebo popřípadě úrazy. Značnou komplikací by se mohla zdát i délka nehtů, která se v čase velmi rychle mění a dynamicky ovlivňuje měřené charakteristiky. Skenery ji ovšem ignorují. [14]

Moderní 3D skenery (obr. 7) zaznamenávají desítky bodů geometrických charakteristik (výrobky řady ScanHandPunch firmy Recognition Systems používají řádově 100 identifikačních hodnot) během jediné sekundy. Uživatel položí ruku na plochu skeneru, na které jsou speciální fixační kolíčky, tak aby při každém snímání byla poloha ruky (i její orientace) pokud možno stejná (obr. 8). Aby byl snímaný obraz jasný a kontrastní, je základová deska zhotovena z leštěného materiálu, který má velkou optickou odrazivost. Ozáření ruky se poté provádí infračervenými LED diodami. První optické skenery používaly přímou optickou cestu pro snímání geometrie ruky kamerou. Vzdálenost mezi snímací kamerou a základovou deskou byla v průměru 28 cm. Pro redukci této vzdálenosti se u moderních skenerů používá soustava zrcadel (nepřímá optická cesta), která podstatně snižuje hmotnost a rozměry kompletního zařízení. [14]

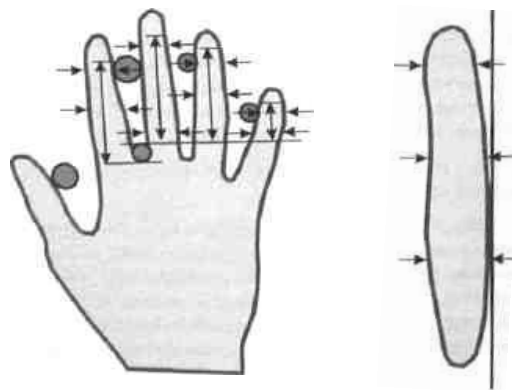


Obrázek 7 Skener geometrie ruky



**Obrázek 8 Správné umístění ruky do skeneru**

Ke snímání obrazu je využívána obvykle CCD kamera s rozlišením cca 32 000 bodů (pixelů). Snímání je černobílé a skener nesnímá otisky prstů nebo dlaně, ani jizvy či podobné identifikátory, ale pouze siluetu dlaně s prsty. Dochází ke snímání obrazu se shora (kolmo na rovinu snímací desky) a ke snímání pomocí postranního zrcadla, které vykresluje pohled na dlaň z boku (obr. 9). Tento způsob snímání lze v praxi nazvat jako skenování či ortografické snímkování. [2]



**Obrázek 9 Princip snímání geometrie ruky**

#### 1.4.2 Výhody a nevýhody technologie

##### Výhody

Biometrická metoda geometrie ruky je uživatelsky i technologicky velice jednoduchá a rychlá. Stejně tak se uživatel během několika mála pokusů dokáže naučit správně klást ruku na snímací plochu do pozice vyznačené stabilizačními kolíčky. Pouze osoby staršího

věku (s třesoucíma se rukama) nebo osoby nemocné a artritidou, postihující prsty horních končetin, mohou mít při kladení ruky do snímací polohy určité problémy. Metoda je odolná na zašpiněné ruce.

Lehce použitelná je tato metoda i pro nevidomé, kteří po hmatu mohou přístroj bez problému obsluhovat. Distanční kolíčky pro fixaci dlaně ve snímacím zařízení vystupují ze základové desky a jsou lehce hmatatelné. Zařízení (klávesnice) pro zadávání PINu připomíná klasický telefonní automat, který se nachází v telefonních budkách nebo se upevňuje na zeď. Klávesnice má i podobně rozmístěné klávesy, tedy čtyři řady a tři sloupce. [2]

Dalším příznivým faktem, hovořícím pro geometrii ruky, je velice malá velikost referenční šablony. U nejrozšířenějších skenerů má hodnotu pouhých 9 bytů. Tato velikost patří k nejmenším ze všech biometrických metod. U otisků prstů se používá šablona o velikosti 250 až 1000 bytů, u rozpoznávání hlasu 1500 až 3000 bytů. Nízká velikost referenční šablony geometrie ruky umožňuje v každém samostatně instalovaném skenovacím zařízení (stand-alone verze) uchovávat i několik desítek tisíc referenčních šablon ke vstupu oprávněných osob. Omezením metody je její vlastní, relativně nízká rozlišovací schopnost (např. ve srovnání s otisky prstů), nikoliv nedostatečná technologická kapacita („paměť“) zařízení. [2]

Malá velikost referenční šablony (řádově jen několik bytů) nabízí možnost jejího ukládání do magnetických proužků nebo čipů platebních či identifikačních karet.

Metoda je většinou uživatelů vnímána pozitivně (na rozdíl např. od otisků prstů nebo oční duhovky či sítnice, které u mnoha lidí vyvolávají nebo asociují odpor). Pouze Japonci nejsou na rozdíl od ostatních národů této metodě příznivě nakloněni. U některých lidí se můžeme obecně setkat s nechtí šahat na „ohmataný“ snímač, jehož se předtím dotkly stovky nebo tisíce cizích osob.

Výše uvedená fakta způsobila, že verifikace osob, založená na geometrii ruky v desátých letech dvacátého století, se stala obecně druhou nejrozšířenější verifikační metodou.

Od technologie geometrie ruky, založené na optickém snímání, byla odvozena podobná biometrická metoda, která určuje verifikační či identifikační závěry na základě topologie (rozmístění) cév, tedy žil a tepen, na hřbetě ruky.



### Nevýhody

Přesnost biometrické metody, založené na geometrii ruky, je poměrně nízká. Je však vyšší, než behaviorální biometrické metody, jako jsou rozpoznávání hlasu nebo podpisu. Geometrii ruky, ve své fyzikální podstatě, lze využít pouze pro verifikaci, nikoliv pro identifikaci. Protože z biometrické šablony pak nelze jednoznačně zpětně identifikovat osobu, která jí patří (tzv. „reverzní inženýrství“), nedostatečná přesnost metody je v jistém smyslu slova stává i její velkou výhodou: nedochází k pocitu narušování osobních (identifikačních) údajů a metoda tak poskytuje dostatek soukromí pro kontrolované osoby.

Metoda může být náchylná na vytvořené trojrozměrné padělky (napodobeniny) tvaru dlaně a prstů oprávněné osoby. Vytvoření přesné kopie ruky oprávněného uživatele (včetně správného polohování dlaně a ruky vymezené stabilizačními kuličky) je zdlouhavý a složitý proces, ale přesto je potenciální hrozbou pro aplikaci. [15]

Skener pro snímání geometrie ruky se prakticky od počátku devadesátých let nezměnil. Fyzické rozměry skeneru jsou dány rozměry lidské ruky a snímací kamerou, jež snímá obraz odražený od zrcadlové plochy. Na úrovni této technologie nelze v nejbližší době očekávat miniaturizaci zařízení tak, jak je to dnes obvyklé ve vývoji polovodičových součástek, čipů a mikroprocesorů. Skener geometrie ruky je proto svými rozměry předurčen pro regulaci přístupu osob do nejrůznějších objektů, kde bývá umístěn vedle přístupových dveří. Nelze předpokládat, že by tato technologie byla využita jako např. autentizační prostředek pro přístup k jednotlivému počítači nebo jinému elektronickému zařízení, u kterých je snaha o jejich miniaturizaci. Skener je ale naopak vhodný pro kontrolu přístupu k místnosti, kde jsou uloženy servery, telekomunikační ústředny apod. Skener geometrie ruky, stejně jako jakákoliv jiná biometrická technologie, je citlivý na poranění nebo fyzické změny snímané charakteristiky. Poranění ruky (v krajním případě amputace článků nebo celých prstů), která je častější v průmyslových podnicích a dělnických profesích pak znamenají, že oprávněné osoby jsou zařízením odmítány. Amputované články prstů nebo celé amputované prsty mohou znesnadňovat nebo zcela znemožňovat přesné polohování ruky v procesu snímání. Podobně lidé trpící Parkinsonovou nemocí, pro kterou je typický třes rukou, nemohou využívat tuto metodu, protože nedokážou správně položit ruku mezi distanční kuličky. Velké prsteny nebo jakékoliv otoky prstů rovněž negativně ovlivňují výslednost aplikace, jestliže nejsou nošeny pravidelně. Jedinec pak musí nosit pouze ty prsteny, které byly na ruce v době

procesu snímání vzorové šablony. V takovýchto případech je vhodné doplňovat zařízení střežící vstup do objektu o další verifikaci jinými metodami nebo případně administrativními úkony. [15]

V praxi může být činnost zařízení nevhodně ovlivňována i venkovními povětrnostními podmínkami (v případě instalace vně objektu). Potíže mohou nastat hned v několika případech. Snímání geometrie ruky se u typických zařízení provádí v infračerveném pásmu. Jestliže je snímací zařízení nevhodně instalováno na přímém slunečním světle, jeho infračervená složka spektra může rovněž negativně ovlivnit („oslepit“) skener. Aby k tomuto jevu nedocházelo, je snímací zařízení vybavováno světelnou clonou. V případě, že zařízení tuto clonu nemá, může samotný uživatel ve většině případů dopadající světlo odstínit vlastním tělem. Problémy ovšem způsobují i zcela odlišné podmínky, a to nízké až mrazivé teploty. Ty nevadí samotné elektronice ani optice, ale potíže mohou nastat, pokud se přirozeně teplá ruka dotýká chladné snímací plochy. Dochází ke kondenzaci vlhkosti na zrcadlových plochách a optický obraz snímané ruky může být nepříznivě zkreslen. Tento negativní jev je možno v praxi (pouze u některých zařízeních) odstranit pomocným vyhříváním kontaktních ploch.

Pokud je to tedy jakkoli možné, neinstalují se skenery geometrie ruky z výše uvedených důvodů přímo do venkovních podmínek, ale až za zástěny, do vstupních hal, za nimiž jsou teprve dveře do režimových prostorů.

### 1.4.3 Využití v bezpečnostní praxi

Biometrické metody verifikace jedince pomocí geometrie ruky jsou v současnosti využívány především v komerční bezpečnostní sféře. Pro kriminalisty metoda neposkytuje mnoho informací, využitelných k jednoznačné identifikaci jedince.

Nejrozšířenějším aplikačním využitím skeneru ruky je verifikace osob přístup do objektů, při kterém se skenery spojují s mechanicko-elektronickými prvky, které ovládají uzamykání a odemykání dveří. Patří sem skenery, které jsou implementovány samostatně a hlídají vstup přes jediný vchod (tzv. stand-alone provedení) nebo skenery, které jsou mezi sebou síťově propojeny a za pomoci výpočetní techniky ovládají soustavu dveří v rozlehlém objektu. Takto lze kontrolovat např. přístup do různých zón s různým stupněm zabezpečení a zároveň monitorovat pohyb osob ve střeženém objektu. Skenery pak mají zpravidla dva výstup: jeden přímo elektronicky ovládá (uzamyká/otvírá) dveře, druhý

slouží jako komunikační kanál pro počítačovou síť nebo další zařízení, které lze ke skeneru připojovat. V jiných aplikacích funguje například i ve spojení s docházkovými systémy, registrujícími čas pobytu zaměstnance na pracovišti. [15]

Typickými oblastmi, ve kterých se používají skenery geometrie ruky, jsou:

- režimová pracoviště obecně (průmyslového, vojenského, bezpečnostního, IT charakteru)
- výrobní závody, administrativní střediska - docházkové aplikace, obecná verifikace zaměstnanců
- hraniční kontroly, věznice,
- lékárny, zdravotnictví,
- školství (ubytovny, menzy, knihovny, počítačové učebny, dětské Školy a jesle),
- sportovní, zájmové, společenské a VIP kluby,
- maloobchod, obchodní domy, sklady, nejrůznější služby, zábavní průmysl, kasina

Podrobná specifikace zařízení prodávaného na českém trhu se nachází v příloze č. 3.

## 1.5 Krevní řečiště

### 1.5.1 Základní princip metody

Lidská ruka je z povrchu protkána sítí cév. Do souhrnného názvu cévy se řadí tepny, přenášející okysličenou krev od srdce do plic a také žíly, které vracejí zpět neokysličenou krev od jednotlivých orgánů. Každá osoba má specifické geometrické rozmístění (velikost, orientaci, tvar) těchto cév, podle kterého lze jednoznačně identifikovat biologického jedince. Stejně jako u některých jiných biologických projevů, je obraz krevního řečiště unikátní a časově dostatečně stabilní (neměnný). Rozmístění cévních kanálů, kterými proudí krev, je formováno již v prenatálním období a výsledný obraz je odlišný jak pro pravou a levou ruku, tak i například pro dvojčata.

### 1.5.2 Snímání biometrického vzorku

Principem snímání je položit ruku na snímací plochu skeneru (obr. 10). Nesnímají se vzdálenosti charakteristických bodů jako tomu je u detekce geometrie ruky, nýbrž je pořizován snímek celkového rozložení všech cév v blízkosti povrchu ruky. Ruka je nasvícena zářením IR diod a snímána černobílou CCD kamerou v barevném rozlišení šestnácti stupňů šedi. [2]

Snímání ruky ve spektru infračerveného pásma má oproti klasickému (vizuálnímu) fotografování řadu výhod, jinak je ale velmi podobné

Snímkování pomocí infračervených diod je specificky citlivé na vyzařované teplo. Díky přenosu tepelné energie krví a tedy i krevním řečištěm, je na snímaném obrazu možné rozeznat objekty s různou teplotou. Zvláště dobře viditelné jsou na snímcích cévy, které kontrastně vystupují do pozadí.



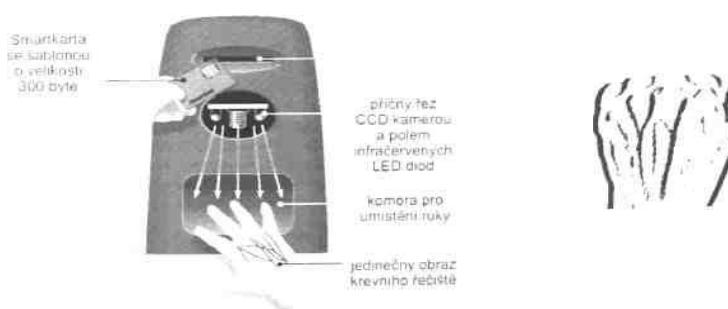
Obrázek 10 Ukázka typu skeneru

Dalším faktorem pro plnohodnotné ověření (verifikaci) je zkoumání, jestli je ověřovaný objekt živý. Lidské tělo a tím také krev vyzařuje vlny v určitém tepelném rozsahu, který je typický běžné teplotě lidského těla 36°C (vlnová délka záření 9,4 $\mu$ m). Potvrzení tohoto záření může být navíc dalším faktorem pro plnohodnotné ověření (verifikaci), protože nám určuje, jestli je ověřovaný objekt živý.

Vykreslování krevního řečiště dále napomáhá tzv. oxyhemoglobin (vzniká navázáním kyslíku roznášeného krví na hemoglobin), který postupuje povrchem cévních kanálků a okysličuje okolní tkáň. [16]

### 1.5.3 Vyhodnocení biometrického vzorku

Zpracování získaných obrazů je poté velice podobné jako například při zpracování otisků prstů. Vybranými algoritmy jsou prováděny různé obrazové konverze, jejich hlavním cílem je potlačení „šumu“, ostré vykreslení jednotlivých cév (tzv. skeletizace kresby řečiště – obr. 11) a nakonec převedení do biometrické šablony v binární podobě. Celkový algoritmus převodu musí brát v úvahu proměnlivý průměr žil, jež je závislý na teplotě (zúžení nebo roztažení žil) a také se musí umět vypořádat s různou vzdáleností žilek od povrchu kůže.



Obrázek 11 Princip snímání krevního řečiště

Snímaný obraz je chápán vektorově, to znamená, že uživatel není nijak nucen při snímání umisťovat ruku do stále stejné polohy, jak je tomu například při využívání metody geometrie ruky (vymezení stabilizačními kolíčky). K prostorové orientaci dochází až v procesu zpracování obrazu, jehož cílem je nalezení šablony a konečná identifikace jedince. Pro úkony předzpracování a vyhledání identifikačních charakteristik je využito znalostí z genetických algoritmů, fuzzy logiky, neuronových sítí a vektorových strojů. Většina výše zmíněných nástrojů je využívána pro obecné porovnávání a vyhodnocování nejrozličnějších obrazců i ve zcela odlišných praktických aplikacích. [2]

### 1.5.4 Využití metody v bezpečnostní praxi

Základní využití této metody je shodné s využitím metody geometrie ruky. Rozdíl je ovšem v miniaturizaci, kdy metoda kresby krevního řečiště má lepší možnosti miniaturizace, což nahrává jejímu obecnějšímu využití v komerčních aplikacích. Mezi aplikace, kde by bylo možno začít využívat verifikace pomocí metody kresby krevního řečiště, patří zejména bankovní automaty, ověřování totožnosti na úřadech či dokonce

automobilové dveřní zámky. Dnešní podoba skenerů cév krevního řečiště ruky je takřka shodná s podobou skenerů geometrie ruky, které jsou doplněny čtečkami karet, na jejichž čípech je uložena biometrická šablona právoplatného držitele. Tyto identifikační karty jsou poté nepřenositelné. Některé komerční modifikace pracují i na principu snímání řečiště dlaně ruky, využívaného pro přístup k počítačům, kopírkám nebo jiným podobným technologiím.

Veškeré snímání probíhá v infračerveném spektru a je bezkontaktní, proto je metoda označována za vysoce hygienickou (na rozdíl od snímání otisků prstů apod.).

Podrobná specifikace zařízení prodávaného na českém trhu se nachází v příloze č. 4.

## 1.6 Daktyloskopická identifikace v komerčních aplikacích

### 1.6.1 Základní princip metody

Neustálé zmenšování a miniaturizace snímacích prvků i vyhodnocovacích procesorů, díky kterým je množné daktyloskopické porovnání na místě snímání, značně rozšířily využití tohoto typu biometrické identifikace v komerčním sektoru.

Biometrické aplikace založené na vyhodnocování otisků prstů pro komerční využití mají svá specifika oproti klasickým AFIS (počítačové aplikace pro identifikaci a verifikaci osob daktyloskopickými metodami určené především pro policejně-soudní potřeby). Prvním specifikem je fa skutečnost, že dochází k porovnávání v poměru 1:1 (tedy verifikaci) nebo 1:N, kde N je velmi malé číslo (na rozdíl od policejně-komerčních aplikací, kde N bývá velmi velké číslo) a používá se označení 1:few, tedy identifikaci osoby z malého okruhu lidí. [2] Aplikace AFIS pro civilní využití, zejména pro autentizaci osob při přístupu k chráněným objektům (počítačům, místnostem, budovám, apod.), nejsou tak robustní a nemají potřebu pracovat s desítky milionů záznamů, jako v případech aplikací pro policejně-soudní účely. Aby výkonnost na běžném PC nebo samostatně stojící specializované procesorové jednotce byla vysoká, často dochází ke zjednodušování algoritmů. [15]

Dalším faktorem je ta skutečnost, že po sejmutí otisku výpočetní algoritmus sám vyslovuje závěrečný verdikt: propustit či odmítnout žadatele pro vykonávání dalších činností. Jestliže je porovnávání neúspěšné, žadatel má další možnosti opakovat svůj pokus. Není to zrovna

uživatelsky přitulné, ale tato filosofie je pořád přijatelnější, než pustit neoprávněného uživatele rovnou do objektu. Dalším faktem je ta skutečnost, že je vyvíjeno mimořádné úsilí, aby neúspěšných pokusů oprávněného uživatele bylo co nejméně. Proto jsou snímače i vyhodnocovací zařízení neustále zdokonalována tak, aby splňovala všechny očekávané vlastnosti.

### 1.6.2 Způsoby snímání otisku prstu

Každé zařízení, které obecně provádí jakékoliv vyhodnocení, je závislé i na kvalitě vstupních dat. Nejinak je tomu i v případě automatizované identifikace osob, založené na daktyloskopických otiscích. A je lhostejné, zda se jedná o aplikace policejně-soudního charakteru nebo aplikace charakteru komerčně-bezpečnostního. Snímání daktyloskopických otisků, podle časové posloupnosti a technologičnosti snímání, lze rozdělit do dvou základních skupin na klasické snímání daktyloskopických stop a bezprostřední snímání daktyloskopických otisků.

Klasické snímání daktyloskopických stop je podrobně popsáno v části metod kriminalistické identifikace. Jedná se o postupy používané bezpečnostními, zejména policejními (kriminálními) službami. Součástí tohoto procesu je vyhledávání daktyloskopických stop, jejich zviditelňování, fixace a přenášení do daktyloskopických sbírek a evidencí. S výzkumem a rozvojem prvních počítačových aplikací na vyhodnocování daktyloskopických otisků bylo nutno řešit i otázku kvalitního převodu manuálních daktyloskopických archivních fondů, vedených po desítky let na papírových deskách a monodaktyloskopických kartách, do elektronického prostředí počítačů. Tento úkol byl uspokojivě řešen až uplatněním klasických optických skenerů (obrazových snímačů), jež se později staly běžnou počítačovou periférií pro přenos obecných obrazů do digitální formy, tak jak je známe nyní. [16]

Bezprostřední snímání daktyloskopických otisků je dnes spíše typické pro aplikace komerčně-bezpečnostního charakteru. Osoba, požadující vstup do určitého objektu položí prst na snímací senzor, ten sejme otisk a vzápětí následuje verifikace. Obdobným způsobem dnes může interaktivně sejmout otisk prstu podezřelé osoby i policista a prostřednictvím bezdrátové komunikace jej okamžitě předat do centrální policejní evidence k ověření.

Interaktivní snímání otisků prstů je realizováno pomocí senzorů. Tyto senzory se dělí podle fyzikálních principů, na kterých pracují, a podle způsobu snímání je lze navíc rozdělit na kontaktní a bezkontaktní. [16]

### **1.6.2.1 Kontaktní senzory**

Senzory kontaktní zahrnují mnoho způsobů snímání otisků prstů. Mezi nejznámější patří senzory optické, elektronické, opto-elektronické, kapacitní, tlakové a teplotní. (obr. 12)

Optické senzory mají za sebou dlouhou historii a jejich první použití se definuje do 70. let. Tyto senzory pracují na technologii FTIR - Frustrated Total Internal Reflection. [16] Laserový paprsek zesponu osvětluje povrch prstu (s daktyloskopickou kresbou), který se dotýká průhledné desky senzoru. Odrážený světelný tok je snímán CCD prvkem. Množství odráženého světla závisí na hloubce papilárních linií a brázd. Papilární linie odrážejí světlo více, brázdy méně. Na odraz má vliv i potně-tukový výměšek, případně smíšený se špínou, mezi kůží a sklem. Citlivost CCD prvku je nastavena tak, že CCD neregistruje odraz od brázd.

Optoelektronické senzory se skládají ze dvou základních vrstev. Horní vrstva, která má kontakt s kůží verifikované osoby, je vyrobena z polymeru TFI, který má schopnost po dotyku emitovat světlo. To je zachyceno v další skleněné vrstvě, do které jsou v hustém poli zataveny fotodiody. Ty převádějí světelný impuls na impuls elektrický. Tímto způsobem je vytvořen elektronický obraz daktyloskopického otisku. Opto-elektronické senzory jsou vyráběny např. firmou Atmel nebo Philips.

Kapacitní senzory byly navrženy pro snímání otisku prstu pomocí měření elektrické kapacity. Snímací senzor je složen z velkého počtu (řádově 100 000) vodivých ploch, které jsou mezi sebou odizolovány. Dotykem kůže papilární linie „přemostují“ jednotlivé vodivé plošky v závislosti na kresbě papilárních linií, zatímco brázdy se chovají jako izolant. Měří se napětí a kapacitní úbytky mezi jednotlivými vodivými ploškami. Tak vzniká digitalizovaný obraz papilární kresby. [15]

Elektronické senzory pracují na principu vzniku elektrického pole. Pod vrchní vrstvou pokožky, tvořenou z odumřelých buněk, které jsou nevodivé, nenachází vysoce vodivá vrstva slané tekutiny. Ta vzniká jako produkt růstu a odumírání povrchových kožních buněk. Vodivá vrstva prostorově kopíruje profil vnější vrstvy kůže. Kolem senzoru je



vodivý prstenec. Jakmile se prst dotkne tohoto prstence, dojde k uzavření elektrického obvodu. Husté pole snímacích antén (deskových ploch), které leží nad základní deskou vysílající referenční signál, zachytí elektrické pole deformované tvarem povrchu kůže (papilárními liniemi a brázdami). Signál je zesílen a transformován do elektronického obrazu daktyloskopického otisku.

Tlakové senzory reagují na tlak papilárních linií na povrch snímacího senzoru. Povrch je tvořen elastickým, piezoelektrickým materiálem (piezoelektrickými krystaly), který tlak papilárních linií transformuje do elektrického signálu a tak vytváří obraz daktyloskopického obrazu. Papilární linie vyvolávají na snímané ploše lokální tlakové působení; kdežto v brázdách je tlak nižší. Pro tlakové senzory pro snímání otisků obecně platí, že pracují stejně dobře v suchém i mokřém prostředí. Jejich použití není limitováno vzdušnou vlhkostí jako u některých jiných typů, založených na odlišných fyzikálních principech. [15]

Teplotní senzory velice citlivě reagují na teplotní rozdíly mezi papilárními liniemi, jež se dotýkají snímacího povrchu a brázdami, které jsou od povrchu více vzdáleny, a mají tedy jinou teplotu. Teplota je důležitý prvek, který dokáže napovědět, zda snímáný otisk patří živé osobě. Lze tak eliminovat různé pokusy o podvrh neživého padělku nebo napodobeniny otisku. [2]



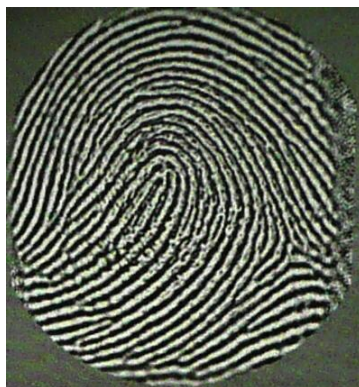
Obrázek 12 Skenery otisků prstů

### 1.6.2.2 *Bezkontaktní senzory*

Senzory optické. Principy práce jsou podobné dotykovým optickým sensorům. Světelný paprsek umožňuje snímat daktyloskopický otisk na vzdálenost 30 až 50 mm. Tento způsob

eliminuje znečištění snímacího senzoru dotyky špinavých prstů a zároveň eliminuje ulpívání papilárních linií na povrchu snímače.

Senzory ultrazvukové jsou založeny na principu podobném jako u optických senzorů. Na povrch kůže s daktyloskopickými liniemi dopadá krátkovlnný svazek, který se odráží od povrchu. Papilární linie a brázdy ovlivňují odrážený svazek, který je vyhodnocován (obr. 13). Princip lze rovněž přirovnat k činnosti velmi citlivého sonaru.



Obrázek 13 Daktyloskopický snímek sejmутý ultrazvukem

### 1.6.3 Využití v bezpečnostní praxi

Využití biometrické technologie otisků prstů je především díky své miniaturizaci snímacích zařízení v dnešním světě možné takřka kdekoliv.

Nejčastěji je v praxi využívána zejména při autentizaci osob pro přístup k výpočetním a komunikačním prostředkům, dále ke zvýšení ochrany čipových identifikačních, platebních či jiných karet, při vstupu do nejrůznějších fyzických objektů nebo k ochraně drahých či nebezpečných zařízení, technologií nebo majetku před jejich neoprávněným použitím nebo zneužitím.

Podrobná specifikace zařízení prodávaného na českém trhu se nachází v příloze č. 5.

## 2 BIOLOGICKÉ A FYZIOLOGICKÉ PROJEVY (STOPY) ČLOVĚKA

Nejtypičtějšími a velmi často se v kriminalistické praxi vyskytujícími představiteli stop, jež jsou odrazem vnitřní stavby objektu, jsou stopy biologické, které podávají jasné informace o charakteristice objektu, ze kterého pocházejí. V kriminalistické praktické činnosti jsou jako nejčastější biologické stopy nacházeny mrtvoly a kostrové nálezy, pot a sliny, krev, ejakulát, chlupy a vlasy. Velmi častým nálezem bývá také moč. Té je ale využíváno zejména k toxikologické analýze než k identifikaci osob. Jiné biologické materiály jako např. žaludeční obsah, lejno, mozkomíšni mok, plodová voda, slzy, nehty atd., se na místech ohledání vyskytují již daleko méně.

### 2.1 Objekty zkoumání kriminalistické biologie a fyziologie

„Kriminalistická biologie je obor kriminalistické techniky, který se zabývá vyhledáváním, zajišťováním, zasíláním, zkoumáním a vyhodnocováním biologických materiálů lidského, zvířecího a rostlinného původu.“ [1]

Spolu s výše uvedeným rozdělením biologických materiálů je v rámci kriminalistiky významné dělení i podle způsobu jakým biologické materiály vznikly. Dělení podle mechanismu vzniku je tedy následující:

**Stopy vzniklé spontánním oddělením biologického materiálu od lidského organismu.** Takto mohou stopy vznikat jako produkty látkové výměny organismu (metabolismus) nebo odumíráním jednotlivých povrchových částí živého organismu. Kategoricky se zde řadí samovolně vypadané vlasy či chlupy, odumřelé částičky pokožky, dále lejno, moč, menstruační krev, mateřské mléko, ejakulát, sliny, pot, slzy apod.

**Stopy vzniklé působením jakéhokoliv násilí na člověku.** Nejčastějším takovýmto jevem je působení mechanické a někdy také chemické. Většinou je působení násilí proti zájmu člověka, avšak mnohdy nastávají i případy, kdy naopak působí v zájmu jeho života a zdraví (lékařské, příp. kosmetické zákroky). V této kategorii biologických stop se nachází zejména mechanicky oddělené vlasy, části tkání, části pokožky, krev apod. Co se týká lékařských nebo kosmetických zákroků v zájmu člověka, měly by být biologické materiály řádně zlikvidovány a v běžné kriminalistické praxi by neměly být vůbec nalézány. Vyskytly

se však i případy, kdy byly např. na skládkách nalezeny amputované části těl, části odstraněných orgánů apod.

**Stopy vzniklé důsledkem smrti člověka.** Do této kategorie lze zařadit: celé mrtvoly a jejich části, jednotlivé kosti a jejich úlomky a kostrové nálezy. [1]

V kriminalistické praktické činnosti jsou nejčastěji prováděny analýzy biologických materiálů vytvořených lidmi. Jiné biologické stopy jako jsou např. bakterie, prvoci, hmyz nebo zvířecí biologický materiál jsou zkoumány výjimečně nebo jen doplňkově.

## 2.2 Základní charakteristiky

### 2.2.1 Popis osob

Při popisu osob jsou vnější znaky děleny do tří skupin, a to na dynamické, statické a zvláštní. Znaky dynamické neboli také jinak řečeno znaky funkční jsou hodnoceny při pohybu popisované osoby a bývají projevem určitého stereotypu v dynamice (gestikulace, držení těla, způsob chůze atd.). Ke znakům statickým (anatomickým) patří stavba jednotlivých částí těla a obličeje. K těmto zjištěním je ovšem nutné popisovat zkoumanou osobu, když je v klidu. Do poslední skupiny, tedy do znaků zvláštních, jsou řazeny např. tetování, netypická mateřská znamínka, amputované končetiny, atp. Některé statické znaky je možné popsat pouze pomocí měření. Jsou to znaky tzv. metrické (kvantitativní) a je k nim počítána výška obličeje, tělesná výška, hmotnost, atd. Morfologické (kvalitativní) znaky jako jsou tvar hlavy, obličeje nebo nosu by se daly měřením vyjádřit jen velmi složitě, proto jsou vyjadřovány pouze co nejvýstižnějším popisem. Všechny tyto tělesné údaje získané popisem a měřením osoby je nutno dále rozlišit podle jejich výpovědní hodnoty. U obecných znaků, které se v populaci vyskytují zcela běžně, se hodnotí pouze tvarové charakteristiky a relativně i míra vyvinutí těchto znaků. Znaky individuální, tedy ty, které jsou specifické a vyskytují se jen zřídka, jsou využívány pro identifikaci a hrají v této oblasti velkou roli. Podle typu jsou rozděleny do dvou skupin, a to vrozené znaky (rozštěp patra) a znaky získané (tetování, amputované části těla, jizvy). [1] Při popisu osob nesmí být opomenuty relativní změny některých znaků způsobené vývojem a stárnutím.

Podle způsobu získávání popisu se v bezpečnostní praxi rozeznává popis úřední a popis laický.

Popis úřední je vypracován úřední osobou (většinou kriminalistickým technikem), která oplývá jak odbornými znalostmi, tak i nezbytnými technickými pomůckami (tabulky, vlasové vzorkovnice, váhy, měřidla apod.). Popis se provádí podle přesně daného systému, kde jsou v logickém sledu řazeny veškeré prvky popisu. Úřední popis se poté zavádí i do databází počítačových systémů a tvoří součást kriminalistických evidencí.

V úředním popisu by měly být zahrnuty následující vnější znaky člověka:

**Postava** – pod postavou je rozuměn celkový vzhled popisované osoby. Především jsou hodnoceny vzájemné proporce břicha a hrudníku, podle kterých rozlišujeme postavu silnou, střední, slabou, zavalitou apod. Dále také tělesné proporce, jako jsou např. vzájemný poměr mezi výškovými a šířkovými rozměry jednotlivých částí těla.

**Tělesná výška** – u živé osoby se měří výška ve stoje; u mrtvolý nebo bezvládného těla položením do vodorovné polohy.

**Tělesná hmotnost** – při vážení je osoba jen v nejnútnejším oděvu; v některých případech se hmotnost zkoumá pouze odhadem; u obou případů je ovšem vypovídající hodnota relativně nízká, jelikož se váha může rychle a zásadně měnit.

**Zdánlivé stáří** – je uváděno především u žen a jen pokud je vzhled osoby zcela neodpovídající jejímu skutečnému stáří.

**Tvar hlavy** – při popisu je důležitý pohled zepředu. V rámci identifikace se jedná o jeden z nejdůležitějších znaků. Rozlišuje se tvar kulatý, vejčitý, oválný, čtvercový, pyramidový.

**Tvar obličeje** – obličej je pro popis ohraničen přirozenou hranicí vlasů, spánkovými a lícními kostmi; úhly dolní čelisti a bradou. Prakticky koresponduje s tvarem hlavy. Popisuje se jeho barva, plnost, pihovatost a jiné zvláštnosti.

**Tvar lebky** – na rozdíl od hlavy je tvar lebky hodnocen z profilu. Jedná se o vnější znak, který je velmi obtížné slovně. Lebka může být nepravidelná, vysoká, nízká, tupá, špičatá, plochá, vejčitá, vyklenutá, ...

**Čelo** – je hodnocena jeho výška, šířka, vrásky, sklon a klenutí. Údaje jsou důležité zejména ve vztahu k proporcím obličeje.

**Obočí** – je hodnocena velikost, vzdálenost, sklon, barva, tvar: lomené, přímé, vlnité, obloukovité; srostlé, krátké, dlouhé. ...

**Oči** – je hodnocena barva, tvar oční štěrbinu a zvláštnosti.

**Nos** – je jedna z nejnázve zapamatovatelných částí obličeje. Základna nosu charakterizuje celkovou stavbu obličeje. Popis nosu je skládán z hřbetu a základny, šířky a výšky, kořene, špičky a jiných zvláštností. Nejčastějšími znaky jsou: nos široký – úzký; dlouhý – krátký, přímý – vypouklý; nos pijácký, orlí, boxerský, trudovitý, ....

**Ústa a rty** – je hodnocen celkový vzhled, tvar a sklon koutků.

**Zuby** – jsou dalším z významných identifikačních znaků. Pro identifikaci jsou velmi důležité veškeré dentistické a lékařské zásahy.

**Brada** – hodnotí se ze dvou pohledů, a to zepředu a ze strany. Brada může být kulatá, hranatá, špičatá; dále může mít zvláštnosti jako důlek či rýhu, dvojité brada, ....

**Uši** – důležitý je tvar ušních boltců a jejich poloha vůči hlavě: přilehlé, odstálé, šikmo usazené. Zjišťuje se také tvar a zvláštnosti - oválný, kulatý, tříhranný, čtyřhranný apod. Při zkoumání ucha se popisuje vždy ucho pravé (levé jen v případě, jsou-li jasně viditelné odchylky od ucha pravého).

**Vlasy** – je hodnocena jejich barva, hojnost, tvar, stříh a jiné zvláštnosti. Avšak tento znak je velice proměnný.

**Vousy** – zjišťuje (hodnotí) se jejich barva, hustota, vzrůst, tvar a stříh. Rovněž jako u vlasů je vypovídající hodnota relativně malá.

**Způsob mluvy a znalost řeči** – je hodnocena pouze v případě zřetelných odchylek – šišlání, kottání, přízvuk, špatná výslovnost hlásek, ....

**Chůze a držení těla** – je hodnocen celkový souhrn pohybů nohou, rukou a trupu. Může se vyskytovat chůze kolísavá, vratká, kolébavá, kulhání a jiné nekoordinované pohyby; držení těla nejčastěji vzpřímené, shrbené, někdy strnulé, napjaté.

**Ruce a nohy** – jsou hodnoceny pouze nápadné znaky trvalejšího charakteru jako např. nohy do "O", "X"; protézy, amputované prsty apod.

**Zvláštní znamení** – pouze v případě že je osoba má. Mají jedinečný identifikační význam (např. tetování). Při složitém popisu je lepší vše fotograficky zadokumentovat.

Aby byly v kriminalistické praxi odstraněny subjektivní vlivy na popis, začalo se využívat jednotného systému popisu osob (např. byly vytvořeny vzorkovnice barev vlasů). Znaky

získané z úředního popisu jsou zanášeny do předtištěných kolonek z druhé strany daktyloskopické karty.

Laický popis je získáván odborně školeným pracovníkem při výslechu osoby – laika (svědka nebo poškozeného) k popisu jiné osoby (potenciálního pachatele). Přitom je třeba dbát všech zásad platných pro výslech svědka.

Kvalitu laického popisu do jisté míry ovlivňují různé okolnosti. Patří mezi ně: [9]

**objektivní faktory** – odvíjí se od podmínek souvisejících s pozorováním popisované osoby a existují nezávisle na vůli člověka. Mezi hlavní tyto faktory jsou řazeny viditelnost, vzdálenost a směr pozorování, klimatické podmínky, délka pozorování, případný pohyb, ....

**subjektivní faktory** – jsou závislé na schopnostech a vlastnostech lidí. Důležitá je především schopnost vnímat, vnímané si zapamatovat a později si vybavit a reprodukovat. Podání informací do jisté míry ovlivňuje alkohol, únava, stres, strach a zájem na pozorování a podání informace.

Je nutné, aby všechny tyto okolnosti znal vyslychající specialista dříve, než začne vyslychat daného svědka nebo poškozeného. Někdy je také vhodné ověřit si i některé schopnosti vyslychaného, např. schopnost správně odhadnout stáří, vzdálenost, výšku, čas atd. Snahou vyslychajícího je získání co nejpřesnějšího popisu všech vnějších tělesných znaků, a to jak anatomických, tak i funkčních a zvláštních znamení. Veškeré získané informace je nutno poté aplikovat do formy úředního popisu.

Ke zvýšení efektivnosti laického popisu je často využíváno grafické znázornění portréту popisované osoby. Nejčastěji vzniká za pomoci kriminalistického technika nebo kreslíře, který skládá portrét osoby podle pokynů vyslychaného. V praxi je možno vyhotovit portrét osoby několika metodami, a to metodou kresleného portréту, metodou skládaného portréту (IDENTIKIT), metodou plastickou, fotomontáží, nebo využitím výpočetní techniky (programy k vytvoření popisu jako jsou FACETE, PORIDOS, Phantomas). Počítačový program, jehož funkcí je identifikace obličeje, analyzuje vstupní data (fotografie, videozáznam) a detekuje na něm hlavu a především oblast očí a rtů. Poté rozloží obraz do elastické mřížky, která je porovnána s databází. Žádný takový program se však v současné době nedokáže dostatečně vypořádat s problémem emočních změn v obličeji, morfologických změn v obličeji způsobených stárnutím, s maskováním pomocí převleků

(sluneční brýle, čepice do obličeje) a nekvalitním vstupním obrazem. [1] Nyní je programů pro identifikaci obličejů a jejich částí využíváno stále více i v soukromé komerční bezpečnosti jako specifických zabezpečovacích systémů sloužících k ochraně objektů.

### 2.2.2 Daktyloskopické stopy

Daktyloskopické stopy vznikají velmi jednoduchým mechanismem a rozdělují se na plošné stopy a plastické stopy. Plošné stopy neboli otisky (2D stopy) jsou pak dále děleny, podle způsobu jakým vznikly, na stopy odvrstvené a stopy navrstvené. Stopy odvrstvené vzniknou přenesením části látky z povrchu předmětu na papilární linie. Na místě, kde jsou tzv. mezipapilární prostory zůstane povrch nosiče neporušen. Dojde tedy ke vzniku negativu stopy. Způsob vzniku tohoto druhu daktyloskopických stop může být různý. Nejčastěji vzniká působením vlhkosti (vodní složky potu), kdy se rozpustí nepatrné množství látky a vzniklý roztok ulpí na vrcholcích papilárních linií. Takové stopy lze nalézt na objektech s vodou rozpustnými lepidly, jako jsou např. lepidla na známkách nebo lepicích páskách. V lesklém povrchu lepkavé strany vznikají poté kvalitní daktyloskopické stopy vhodné k dokonalé identifikaci. [5]

Dalším způsobem vzniku takových stop mohou být mikroskopické částičky látky tvořící souvislou plochu na jiném (zpravidla hladkém) povrchu, např. na větší ploše tiskařské barvy na papíře, v jemné vrstvě prachu na nábytku nebo na skle atd. Odvrstvenou stopu může také vytvořit nalepení silně přilnavých látek (krev, lepidla, laky, čerstvé nátěrové hmoty atd.) na papilární linie. Navrstvená stopa vznikne přenesením látek z povrchu papilárních linií na vhodný nosič. Látka, která dříve ulpěla na vrcholcích papilárních linií (barva, krev, prach,...) a je jí tam dostatek, se nyní nalepí na předmět, a jestli je pouhým okem pozorovatelná, vzniká stopa viditelná. Pokud ji pouhým okem rozeznat nelze, pak vzniká stopa neviditelná – latentní. Většina daktyloskopických stop je v naprosté většině případů tvořena potem nebo jinými látkami (kosmetické přípravky, mastnota, ...), které se mohou nacházet na prstech. [5]

Plastické stopy (3D stopy) vznikají kontaktem části těla pokryté papilárními liniemi s látkou schopnou plastické deformace (plastelína, vosk, čokoláda, máslo, parafin, nezatvrdlý sklenářský tmel atd.). V této látce vznikne zrcadlově obrácený reliéf povrchové struktury papilárních linií, který za vhodných podmínek (jestliže nedojde k mechanickému



poškození nebo rozpuštění stopy) zůstane zachován. Ve výjimečných případech může vzniknout reliéf obrazce papilárních linií i na těle člověka (např. na těle oběti). [3]

Podle látek, které stopu vytvoří, je závislá i její trvanlivost. Určité ovlivnění způsobuje i charakter okolního prostředí (vlhkost, intenzita slunečního záření, teplota a její změny, proudění vzduchu či znečištění), dále vlastnosti nosiče stopy (nasákavost a struktura povrchu materiálu) a stáří stopy. Vzhledem k individuálnosti jednotlivých případů je takřka nemožné určit maximální možnou trvanlivost daktyloskopických stop. [3]

### **2.2.2.1 Základní daktyloskopické zákony**

Zkoumání tvarů papilárních linií je založeno na fyziologických poznatcích o lidské pokožce a přivedlo teorii kriminalistické daktyloskopie ke třem obecně uznávaným zákonům:

**Neměnnost obrazců papilárních linií.** O důkaz se zasloužili nezávisle na sobě antropolog Walker a W. J. Herschel, kteří s časovými odstupy zkoumali a porovnávali změny otisků řady osob. Obrazce papilárních linií jsou po celý život člověka relativně neměnné. Relativní neměnnost spočívá pouze ve velikostních změnách pokožky – obrazců papilárních linií, ve tvorbě různých vrásek, jizev, které sice částečně mění vzhled obrazu papilárních linií, ale ponechávají jejich tvar, skladbu i návaznost. Papilární linie se u člověka začínají tvořit již od 4. měsíce embryonálního života a zůstávají patrné i nějakou dobu po smrti, což do jisté míry nezávisle na čase umožňuje jednoznačnou identifikaci osoby.

**Neodstranitelnost papilárních linií.** Potvrzení tohoto zákona trvalo řadu let a jednotliví daktyloskopové častokrát sami na sobě prováděli velmi drastické pokusy. Francouzští kriminalisté Locard a Wikovský si například pálili konečky prstů rozžhaveným železem, olejem, vřelou vodou nebo žiravinami. Po zahojení zranění se však papilární linie vždy objevily bez nejmenší změny ve svých původních podobách. Dobrali se tedy k závěru, že k vytvoření jizevnaté tkáně bez papilárních linií, která je rovněž individuální a již se neobnoví, dojde pouze při odstranění nebo poškození zárodečné vrstvy kůže. Po dobu využívání principů daktyloskopie se stalo mnoho kuriozit, při kterých se někdo pokusil změnit obrazce svých papilárních linií. Nikdy ovšem tento pokus nedokázal zpochybnit základy daktyloskopie. Například v roce 1941 byl v USA zadržen člověk, na jehož prstech se nenacházely žádné papilární linie. Následným zkoumáním se zjistilo,

že měl na konečných prstech transplantovanou kůži z hrudníku.

**Individuálnost obrazců papilárních linií.** Na světě neexistují dva biologičtí jedinci, kteří by měli stejné obrazce papilárních linií. Tento zákon je podložen i matematicko-statistickými výpočty. Ital Balthazard se snažil roku 1911 vypočítat pravděpodobnost shody pro jeden prst, kdy došel k číslu  $1:10^{60}$ . Je-li počítáno 20 markant na jednom prstu (může jich být i daleko víc), pak je možno podle Galtona nalézt 64 miliard různých variant obrazců. Variabilnost obrazců papilárních linií je tedy tak vysoká, že není možné, aby na Zemi existovali dva lidé s naprosto stejnými obrazci papilárních linií. Dokonce i jednovaječná dvojčata mají rozdílné dermatoglyfy, což umožňuje jejich jednoznačnou identifikaci, na rozdíl od použití jiných metod jako např. analýzy DNA.

### 2.2.3 Bosé nohy

Stopy bosých nohou vznikající při kontaktu chodidla a podložky zatížením vlastní vahou těla jsou označovány jako tzv. plantogramy. Na těchto plantogramech jsou zobrazeny individuální znaky chodidel, jako jsou různé deformace, jizvy a někdy i otisky papilárních linií. V případě zanechání otisků papilárních linií by se však již jednalo o stopu spíše daktyloskopickou. Běžně je v úvahu brán názor, který jasně říká, že stopa bosé nohy vhodná k identifikaci je pouze taková, již vytvořilo, chodilo určitým způsobem deformované (úraz, vrozené či získané vady atd.). V zahraničí ale i České republice jsou však zkoumány možnosti, jak identifikovat individuálního jedince podle parametrů zcela běžných plantogramů, které nemusí vykazovat vůbec žádné výše uvedené markanty. Výsledek výzkumu zatím ukazuje, že je na chodidle možno změřit devatenáct rozměrů (plochost chodidla, úhel stopy, úhel palce,...) využitelných pro identifikaci. To je dobrý základ k předpokladu, že není možné nalézt dvě osoby, které by měly stejnou kombinaci všech těchto rozměrů a v kombinaci plantogramů obou chodidel je možnost identifikace jedince ještě daleko vyšší. [1]

### 2.2.4 Tvar ucha a jeho otisky

Uši a jejich otisky, jako významná identifikační metoda bezpečnostních sborů, se začaly v evropských zemích, ale i USA, využívat teprve před několika málo lety. Zjištění, že podobně jako tomu je u daktyloskopické metody, kdy neexistují dva jedinci se stejnými otisky prstu, tomu je i u otisků uší, zbudilo v bezpečnostních sférách veliký zájem. Shodné

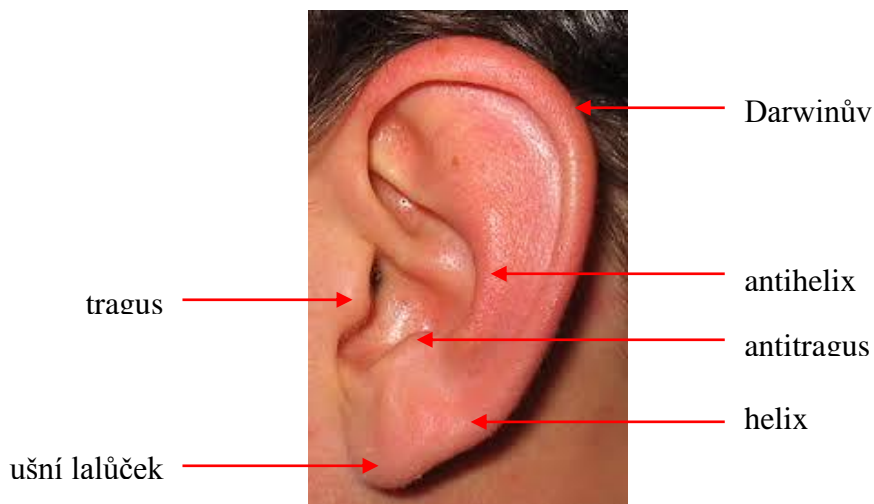
tvary nemají ani dvojčata, ani pravé a levé ucho stejného jedince, natož aby byla možná shoda s kýmkoli jiným.

Tvar vnějšího ucha a tedy i ušního boltce je však obecně zkoumán už od nepaměti. V historii byly charakteristiky ušního boltce, měření uší či morfologické charakteristiky zkoumány např. pro využití v oblasti genetiky nebo k důkazu rodičovství či určování otcovství. Rozdílné znaky uší uváděl při svých antropologických měřeních i francouzský kriminalista Alphonse Bertillon, anebo z českých vědců ušní lékař R. Imhofer. [5] Ten byl přesvědčen, že lidské tělo neobsahuje žádný jiný orgán, který by lépe dokázal demonstrovat vazbu mezi otcem a jeho dítětem. V současnosti jsou za průkopníky označováni Američan Alfred V. Iannarelli a Nizozemec Cornelius van der Lugt, kteří se touto problematikou zabývají od druhé poloviny 20. století. Iannarelliho práce je orientována na rozpoznávání uší na fotosnímčích (případně odvozených s videa), které je zcela odlišné od práce s latentními stopami otisků ucha. Reálné ucho nebo jeho obrazový záznam v měřítku 1:1 je vždy vhodný ke geometrickému měření, zatímco u otisků ucha toto zpravidla nelze, jelikož v otisku častokrát chybí určité markantní body. I tak lze ale původce otisku ucha identifikovat. Touto otázkou se pro změnu zabývá Cornelius van der Lugt, který se specializuje na otisky uší a je také jedním ze zakladatelů mezinárodního projektu FEARID (Forensic Ear Identification), který je společnou akcí kriminalistických pracovišť Itálie, Nizozemska a Velké Británie. [5]

#### ***2.2.4.1 Anatomie a morfologie ucha z hlediska kriminalistiky***

První částí, pro kriminalistické zkoumání nejdůležitější, je ucho vnější (zevní). To je tvořeno ušním boltcem (zprohýbané chrupavčité ploténky pokryté bohatě prokrvenou kůží), zevním zvukovodem (na jeho začátku jsou jemné chloupky a hojné mazové žlázy) a bubínkem. Druhou částí je střední ucho a třetí částí je ucho vnitřní. Poslední dvě části se již v oblasti identifikace nezkoumají.

Běžně jsou rozlišovány čtyři základní tvary zevního ucha - tvar oválný, kulatý, obdélníkovitý a trojúhelníkovitý. Nejhodnotnější částí ušního boltce (orb. 14) pro účely identifikace je tzv. ušní lalůček a Darwinův hrbolek (ne vždy je patrný), dále lišta vroubíci boltec (helix), val souběžný s helixem (antihelix), chrupavčitý hrbolek na přední hranici vnějšího ucha (tragus) a výrazný hrbolek na dolním konci antihelixu (antitragus). [5]



Obrázek 14 Stavba vnějšího ucha

Vnější ucho svou chrupavkou (rozměry, velikostí, markantami,...) vytváří originální tvar, který se během celého života jedince již nemění a zůstává stejný od cca 50. dne vývoje plodu až do smrti.

### 2.2.5 Pachová stopa

Stopy pachu se obecně vyskytují v několika formách, a to jako samotný pach, stopy pachu zanechané na předmětech nebo jako pevné zdroje pachu. Samotný pach vzniká vylučováním pachových látek do okolí samotným původcem pachu. Tyto stopy jsou velmi nestálé a je takřka nemožné zachytit je pro další zkoumání v dostatečném množství a kvalitě. Nejčastěji se stopy pachu nacházejí na předmětech. Na předměty se pachová stopa přenese kontaktem původce pachu s konkrétním předmětem (ložní prádlo, kusy nábytku, části vozidla,...). Jako pevné zdroje pachu lze označit především biologické materiály původce stopy - tedy kůži, pot, vlasy, sliny – anebo předměty, se kterými byl původce ve stálém kontaktu – tedy věci osobní potřeby, oděvy atd. Předměty se kterými je původce ve stálém kontaktu lze označit jako substituenty původce pachu a vydatnost takových pachových stop je zcela závislá pouze na absorpčních vlastnostech daného materiálu a délce vzájemného kontaktu.

Každá biologická stopa má své specifické vlastnosti. U pachových stop bývá specifikem především velmi malé množství látky, které danou stopu tvoří. Dalším specifikem je trvanlivost, která je značně omezená a závisí na koncentraci pachu, okolních podmínkách (proudění vzduchu, teplota) a vlastnostech materiálu, na kterém se stopa zachytila. Látky,

jež tvoří pachovou stopu, jsou většinou plynného skupenství a postupně probíhá jejich odpařování zpět do okolí. Pokud pak jejich koncentrace klesne pod určitou hranici, stává se stopa nepoužitelná. Pachové látky a tudíž i stopy vznikají zcela samovolně a není možné tomu nijak zabránit. Problémy vznikají i při pouhých pokusech vznik pachové stopy alespoň nějak ovlivnit. Snaha překrýt pachové stopy např. česnekem, cibulí, pepřem nebo silnými parfémy způsobí pouze zmnožení pachů ve směsi a nikoliv jejich překrytí. Praxí již bylo zjištěno, že pachovou stopu je dokonce takřka nemožné i zničit, protože zničení všech pachových stop by bylo pravděpodobně možné jen požárem nebo úplnou destrukcí místa, kde se pachy nacházejí. [6]

Veškeré pachové stopy jsou neviditelné a v současné době se nepřišlo na metodu, kterou by je bylo možno zviditelnit.

### 2.2.6 Hlas a řeč (fonetické aspekty)

Při zpracování nahrávek s cílem identifikovat či eliminovat mluvčího na dvou nebo i více nahrávkách je možné vzít v úvahu, že rozdíly mezi mluvčími, ale i odlišnost v řeči jednoho člověka, jsou dány jednak organicky, tj. především anatomií mluvidel a proměnlivostí jejich tvaru při řeči, jednak existují naučené neboli získané charakteristiky řeči, které mohou být také zdrojem rozdílů mezi idiolekty mluvčích daného jazykového společenství. Tato skutečnost představuje výhodu v rámci poslechových analýz, sociologie atd. Hodnoty naměřené přístrojem při instrumentální analýze informací o těchto okolnostech neobsahují.

Konečnou volbu kombinace metod, které se při analýze nahrávek použijí, výrazně ovlivňuje také kvalita sporné i srovnávací nahrávky. Silně rušený signál bývá téměř nemožné podrobit jakékoli formě akustické analýzy, neboť technika, s níž se v současné době pracuje, ještě nedovoluje dobře odlišit signál od silného šumu a ani úroveň dosud používaných filtrů většinou neumožňuje kvalitní odstranění šumu bez následků na kvalitě vlastního signálu. Oproti tomu však některé typy šumu (např. statický) nebrání provedení analýzy sluchové a následnému porovnání nalezených znaků. [2]

Rozdíly hlasu a řeči mezi jednotlivými mluvčími mají objektivně dvě základní příčiny. Organické, což jsou minimální anatomické odlišnosti v uspořádání mluvidel a naučené, během života získané artikulační mechanismy (artikulační báze) spojené s celkovým způsobem vyjadřování. V procesu identifikace je třeba brát v úvahu tyto dva hlavní možné

důvody rozdílných individuálních charakteristik mluvěcího, nicméně jejich zkoumání není možné oddělovat, protože jsou navzájem úzce provázány a výsledně naměřené hodnoty jednotlivých sledovaných parametrů jsou dány jejich komplexním působením.

Problémem při posuzování organických a naučených zdrojů rozdílů mezi mluvěcími, ale i limitů vnitřní variability řeči jednotlivce, je především značná flexibilita a různost mechanismů podílejících se na konečné podobě řeči mluvěcího. [2]

Anatomické uspořádání mluvidel, jejich velikost, mnohotvárnost a pohyblivost (stejný percepční efekt lze dosáhnout různým nastavením mluvidel) je poměrně významným zdrojem rozdílů mezi jednotlivci, ale i vnitřní variability projevující se v řeči mluvěcího. Rozdíly vznikající v rámci celkového projevu jednoho mluvěcího jsou dány nejen momentálním nastavením mluvidel, ale významnou roli zde hraje i psychika, fyzická kondice člověka a pochopitelně i časový faktor.

Na konečnou podobu lidské řeči má vliv i řada sociálně psychologických faktorů. Když se dítě učí jazyku, vstřebává zároveň s konkrétním lingvistickým systémem i řadu regionálně a společensky (sociálně) podmíněných variant výslovnosti i celkového jazykového chování. Tento proces ovlivňování však často probíhá i v dospělosti, kdy jednu z výrazných rolí hraje dlouhodobý pobyt v zahraničí spojen s užíváním cizího jazyka.

Je tedy zřejmé, že variabilita projevu mluvěcího je vysoká, řeč podléhá nejrůznějším změnám, často i z nejasných a nepředpokládaných příčin. Tato skutečnost zůstane vždy argumentem proti takovým přístupům, které by se snažily srovnávat stopu lidského hlasu a řeči např. s otisky prstů.

Rušivé zvuky v okolí je možno před vlastní fonetickou analýzou (žádoucí je to především u analýz instrumentálních – akustických) částečně eliminovat použitím filtrů. Výsledné zlepšení signálu není ovšem při aplikaci existujících filtračních metod nijak výrazné a navíc mohou vzniknout dodatečná zkreslení zaznamenaného řečového signálu. Při takových úpravách je třeba postupovat velice opatrně. Vyskytuje-li se např. na záznamu tzv. statický šum, není možné provést trojrozměrnou spektrální analýzu (sonagram), sluchová analýza však možná je. Tento typ rušivého šumu je sice možné potlačit, ovšem za cenu částečného zkreslení hlasu mluvěcího na nahrávce, takže výsledný percepční dojem je deformovaný. Takto upravený signál je navíc jako důkazní materiál zpochybnitelný. [2]

Pokud jde o záměrnou deformaci hlasu či řeči, existuje řada možností, jak změnit hlas či způsob řeči: ucpávka nosu, předmět v ústech, elektronický deformátor, šepot, změna kvality hlasu – sípání, chrapot, fistule, prohloubení hlasu, simulace vady artikulace některých hlásek, předstírání akcentu jiného jazyka, velmi pomalé tempo řeči často kombinované s jinou deformací apod.

Na rozdíl od situace v zemích západní Evropy či Ameriky, kde pachatelé anonymních telefonátů používají velmi pestrý repertoár deformací (některé typy tzv. „maskování hlasu“ jsou z velké části závislé na struktuře a zvukové formě daného jazyka), pachatelé výhrůžných anonymních či vyděračských telefonátů v České republice používají zatím velice primitivní způsoby maskování řeči (lze však přepokládat, že se i zde situace bude rychle měnit s průnikem stále dokonalejší techniky mezi pachatele trestných činů). Nejčastěji se pokoušejí hovořit s ucpaným nosem, s kapesníkem na mikrofonu či mění kvalitu hlasu – chrapot, šepot nebo kombinují velmi pomalé tempo řeči se změnou hlasové kvality. V současné době přibývají případy, kdy se český mluvčí snaží hovořit tzv. s ruským akcentem.

Vyjmenované a dosud používané způsoby deformace sice zcela nevylučují možnost především sluchové identifikace mluvčího, avšak míra spolehlivosti analýz a určitost při stanovování závěru se snižuje.

Jiný problém představují změny hlasu a řeči mluvčího, které jsou dány neobvyklými okolnostmi komunikační situace při realizaci sporné i srovnávací nahrávky a jsou nezávislé na vůli. Mluvčí se totiž v obou případech nachází v určitém typu stresové situace, což se více či méně projeví na charakteru jeho hlasu (poloze a barvě) i na celkovém způsobu projevu. [2]

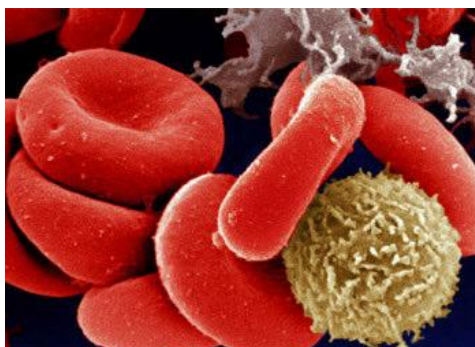
### 2.2.7 Krev

Jedná se o suspenzi červené až červenohnědé tekutiny. Potvrzení zjištění, zda látkou nalezenou na místě činu je opravdu krev, bývá prvním úkolem kriminalistů při šetření násilného trestného činu. K důkazu se využívá dvou typů zkoušek.

**Zkoušky orientační.** Zakládají na katalytické schopnosti hemoglobinu přenášet kyslík. Testy pracují na principu luminiscence vzniklé po postřiku předmětu luminalem s přídavkem peroxidu vodíku a nasvícením ultrafialovým zářením, případně využitím

jiných látek pro orientační důkaz výskytu krve. V praxi našly významné uplatnění indikační proužky, které nesmí chybět ve výbavě žádné kriminalistické brašny.

**Zkoušky specifické.** Cílem je jednoznačně určit typ biologického materiálu. Zapotřebí je využití mikroskopického (odloučení jednotlivých krvinek), spektroskopického (jednoznačná identifikace krevního materiálu posouzením absorpčních spekter) a mikrokrytalografického (tvorba charakteristických krystalků s hemoglobinem) zkoumání. Krev je tvořena dvěma složkami: pevnou a tekutou, nazývanou jako plasma. Tekutou část skládají ve vodě rozpuštěné anorganické a organické látky. Pevnou část (obr. 15) potom tvoří červené (erythrocyty) a bílé krvinky (leukocyty), dále krevní destičky (trombocyty) a buňky. V lidském organismu se nachází krev o objemu cca 6 až 7 litrů u muže a 5 až 6 litrů u žen. Hlavní funkcí krve v lidském těle je šíření minerální látek, živin a především kyslíku. Zároveň jsou krví z organismu odváděny škodlivé látky a odpadní produkty látkové přeměny.



**Obrázek 15 Složení krve pod elektronovým mikroskopem**

V kriminalistice se krevní stopy vyskytují nejčastěji v podobě zaschlé krve, ve výjimečných případech lze přijít do styku i s krví tekutou. Krevní stopy jsou nacházeny především v případech páchání násilné trestné činnosti a to na místech majících rozhodující kriminalistický význam. Takové stopy se vyhledávají většinou bez větších obtíží. Značný význam, sloužící k přesnějšímu objasnění zkoumané události, může mít také obraz krevních stop zanechaný na místě činu. Tyto stopy se liší způsobem, jakým vznikly. Mezi hlavní obrazy krevních stop patří krevní kaluže, krevní stříkance a šmouhy, krevní kapky nebo krevní stružky. Krevní stružky vznikají volným vytékáním krve, pokud se zdroj krve nepohybuje. K vytváření krevních kaluží dochází na konci krevních



stružek, kam stéká volně vyteklá krev. Jestliže je podklad nepropustný, vzniká krevní sráženina – to ovšem jen za předpokladu, je-li vytékající krev z živého člověka, protože vytéká-li krev ze zranění způsobeného až po smrti, ke srážení nedochází a krev pouze zasychá. Krevní stříkance mohou vzniknout při tepenném krvácení nebo při tlakovém nárazu do kaluží krve. Ze zranění menšího charakteru může docházet k jemnému odkapávání krve a tedy tvorbě krevních kapek. Kapky vznikají dopadem na podložku a podle jejich tvaru lze usuzovat z jaké výšky nebo pod jakým úhlem dopadaly. Krevní šmouhy se vytvářejí zejména při dotyku objektů se zakrvácenými předměty nebo těly (krev na klikách a na nábytku, šmouhy na podlaze atd.). Nepatrné zbytky krve nebo jejích částíček je možno nalézt i na předmětech, ze kterých byly původně odstraněny (setřeny, vyprány, opláchnuty,...).

Další vlastnosti krve využitelné v kriminalistice:

**Určení stáří krve** – vystoupení chloridových iontů ze skvrny. Podle šířky proužku vytvořeného chloridovým testem se odhaduje stáří krve ve skvrně. Na stejném principu funguje i zjištění stáří inkoustu.

**Určení pohlaví** – využití pouze kladného výsledku procentního nálezu sexchromatinu, zjištění ženské krve.

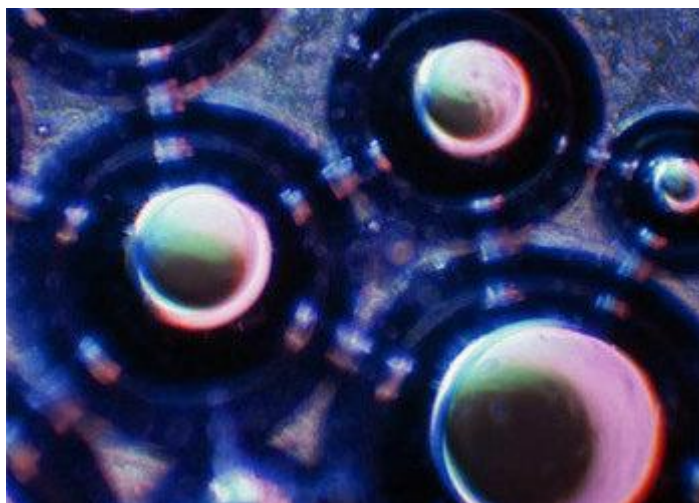
**Zjištění menstruační krve** – zjištění obsahu poševních epitelí, v nichž je možno obarvením prokázat glykogen.

**Důkaz novorozenecké krve** – krev obsahuje fetální hemoglobin.

### 2.2.8 Sliny

Sliny jsou látky vylučované slinnými žlázami v dutině ústní. Hlavní složkou slin je voda s rozpuštěnými enzymy (obr. 16), sloužícími k usnadnění polykaní a rozměňování potravy. Ve slinách je velký problém nalézt nějaké determinovatelné formy biologického materiálu (buněk), proto jsou označovány jako tzv. nedeterminovatelný biologický materiál. Sliny se většinou vyskytují jako stopy latentní v podobě zaschlých skvrn. Pro orientační zjištění, zda jde skutečně o sliny, je možno použít okyseleného roztoku chloridu železitého, jímž se dokazuje přítomnost rodanidu draselného. Specifický důkaz slin vzniká prokázáním alfa-amylázy fermentativním odbouráváním přidaného škrobu,

který se prokazuje jodem. Určení krevní skupinové vlastnosti se u vylučovatelů daří velmi dobře, neboť sliny jsou bohaté na specifické skupinové substance. [7]



Obrázek 16 Slina pod elektronovým mikroskopem

### 2.2.9 Pot

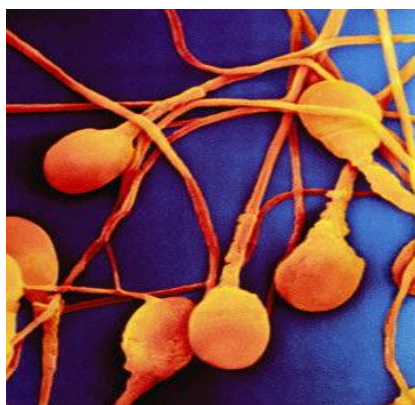
Jedná se o výměšek potních žláz rozmístěných po celém těle. Jak už bylo řečeno při vysvětlování principů daktyloskopie, tvoří pot cca z 99% voda, ve které jsou obsaženy mastné kyseliny, tuky, bílkoviny a různé soli. Na lidském těle se nacházejí dva typy potních žláz. Ekrinní žlázy fungují již od narození a v případě nutnosti mají chladicí funkci povrchu kůže a tím i celého organismu. Pot obsahuje kromě vody také různé množství minerálních látek (chlór, draslík, hořčík, sodík, ...), přičemž přesné složení je zcela individuální. Apokrinní žlázy nacházející se hlavně kolem bradavek, v tříslech a podpaží se probouzejí až v období puberty. Pot z apokrinních žláz tvoří voda s bílkoviny a tuky, jež vytvářejí vhodné prostředí pro bakterie, jejichž činnost dává za vznik nepříjemným aromatickým látkám (zápachu).

Pot je stejně jako sliny řazen k nedeterminovatelným biologickým materiálům. Na místě zkoumání lze nalézt jak v podobě stopy latentní, tak i viditelné (bílé skvrny na oděvech).

### 2.2.10 Sperma (ejakulát)

Vzniká jako výměšek mužských pohlavních orgánů (většinou při orgasmu). Sperma je tvořeno spermii (samčí pohlavní buňky – obr. 17) a látkami pohlavního ústrojí a prostaty (cholin, spermin). Jedná se o hustou želatinovou kapalinu bělavé až šedavé barvy

vykazující slabě alkalickou reakci. Skvrna od ejakulátu má škrobovitého charakter, mdlý lesk a okraje zaschlé skvrny jsou ovroubené. Úplné zaschnutí může trvat (za běžných podmínek) i několik hodin, proto se lze na místě činu setkat s dosud vlhkými stopami. Běžně je možno skvrny od spermatu nalézt pod ultrafialovými paprsky, kdy účinku jejich světla září bílou až namodralou barvou. V laboratořích je za specifický důkaz považován, po vhodném obarvení nebo při použití fázového kontrastu, mikroskopický nález spermatozoid.



**Obrázek 17 Spermie pod elektronovým mikroskopem**

### 2.2.11 Moč

Moč vzniká v lidském těle v ledvinách jako odpadní produkt látkové výměny. Skládá se z odpadních látek, solí, některých minerálních látek a vody. Močí jsou z těla vylučovány nadbytečné látky jako alkohol, léky, drogy či jedy a proto mají expertízy moči především toxikologický význam. Předmětem zkoumání jsou v kriminalistické praxi skvrny od moči na prádle nebo i na jiných předmětech, protože v tekutém stavu zlatožluté barvy se nachází jen zřídka. Důkaz výskytu moči se provádí odstředěním a mikroskopickým vyšetřením macerátu.

### 2.2.12 Lejno

Jako úplně konečný produkt látkové přeměny živin vzniká lejno. Ve výkalech je možno nalézt jen velmi málo použitelných charakteristik, proto se zkoumají pouze výjimečně. Pokud se na místě činu lejno najde (bývá tomu velmi často), je jeho výskyt vysvětlen různými teoriemi. Zajímavou teorií je význam „strážce“. Literatura uvádí případy,

ve kterých bylo lejno zanechané na místě činu „pro štěstí“, aby zabránilo případnému dopadení. Pravděpodobnějšími důvody jsou ovšem nekontrolovatelné fyziologické pochody v lidském těle, které jsou vyvolány silnou stresovou situací nebo například rdoušením. [11]

### **2.2.13 Kostí a kostrové nálezy**

Kostí jsou nejtrvanlivější biologickou stopou. Pro kriminalistické zkoumání jsou z identifikačního hlediska významné celé skelety a jednotlivé kostí. Jejich úlomky se zkoumají pouze doplňkově. Důležité je rozlišit, zda se jedná o kostí lidské nebo kostí zvířecí lišící svou anatomickou stavbou. Pokud jsou nalezeny jednotlivé kostí ve více exemplářích, je možno se domnívat, že se na místě nacházejí pozůstatky více osob. Dále je nutno definovat kostí mužské a kostí ženské, které jsou rozdílné svým tvarem i rozměry. Nejjednodušší způsob určení pohlaví je podle rozdílných tvarů lebky a pánve. Podle délky dlouhých kostí je možno s využitím antropologických tabulek zjistit i přibližnou tělesnou výšku. K přesnější identifikaci je vhodné využít i záznamů v různých lékařských dokumentacích. Ovšem konečné posuzování různých vývojových anomálií, úrazových změn či příčin smrti již patří do soudního lékařství.

### **2.2.14 Svalovina**

Jako biologická stopa není příliš použitelná. Ověření nálezu svalové tkáně se provádí přidáním kyseliny octové, po které se zvýrazní charakteristické příčné pruhování. Po reakci s dusičnanem rtuťnatým se svalová tkáň zbarví do červena.

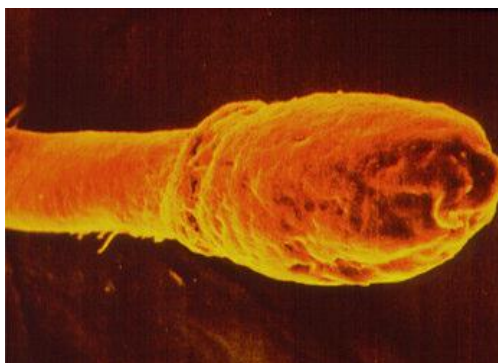
### **2.2.15 Mozková tkáň**

Přítomnost mozkové tkáně bývá nejčastěji prokazována v laboratorních podmínkách, kdy je k expertíze potřeba mikroskopu a histologických barviv. Mozkovou tkáň tvoří buňky pyramidového tvaru s na konci rozvětvenými výběžky.

### **2.2.16 Vlasy a chlupy**

Vlasový povrch těla (chlupy) a vlasový porost na hlavě (vlasy) je hromadně označován jako tzv. trichologický materiál. V běžném životě lze pozorovat mnoho variant vlasů a chlupů lišících se barvou, tvarem či délkou. Na těle jsou uchyceny vlasovými kořínky

(obr. 18) zachycenými v tzv. vlasových folikulech. Samotný vlas se poté skládá z vlasové pokožky (kutikuly), vlasové dřeně a kůry.



**Obrázek 18 Kořínek vlasu pod elektronovým mikroskopem**

Během lidského života prochází tělo několika fázemi ovlášení:

**Primární ovlášení**, jinak nazývané jako laguno, je vlasový porost pokrývající téměř celý lidský plod. Tento porost se ztrácí v cca 8. měsíci těhotenství a z ženského těla je vyloučen spolu s plodovou vodou.

**Sekundární ovlášení** je fází při níž vyrůstají jemné chloupky po celém těle, řasy, obočí a vlasy na hlavě. Struktura vlasu i chlupu je poměrně pružná a pevná. Při kriminalistickém ohledání se nacházejí velmi často a je možno je lehce mikroskopicky rozpoznat a odlišit např. od vláken textilií. Jedná se o kriminalistickou stopu významnou pro identifikaci hledaných osob nebo neznámých mrtvol.

**Terminální ovlášení** se na lidském těle objevuje ve věku puberty. Bývá označováno jako znak dospělosti. K sekundárnímu vlasovému porostu se přidávají chlupy na ohanbí a v podpaží, vousy, chlupy v nosním vchodu a vnějším zvukovodu. Terminální ovlášení je taktéž pokládáno za druhotný znak pohlaví, neboť nese znaky pohlavního dimorfismu. [8]

#### 2.2.17 Plodová voda

Při kriminalistických expertízách je tohoto biologického materiálu využíváno v případech prokazování vražd novorozenců či nezákonných potratů. Plodová voda se skládá

z mikroskopicky pozorovatelných buněk sýrového mazu, merinových tělísek, kapiček tuku, cholesterolinových krystalků a vlásků laguno.

## **PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 BIOLOGICKÉ METODY KRIMINALISTICKÉ IDENTIFIKACE

#### 3.1 Historie kriminalistické biologie

Vzniku kriminalistické biologie bylo umožněno především díky rychlému rozvoji přírodních věd a vynálezem mikroskopu. Při řešení kriminalistických situací bylo v nově vzniklém vědním oboru navázáno na používání lékařských vyjádření tradovaných již od šedověku. Prvními úkoly nového druhu vědy bylo řešení otázek týkajících se přítomnosti a druhu biologického materiálu. K tomuto významně napomohly znalosti chemických vlastností krevního barviva (hemoglobinu), díky kterým se do značné míry podařilo vyřešit základní otázku výskytu krve. Velké zásluhy při těchto výzkumech jsou přisuzovány například polskému lékaři Ludwigu Teichmann-Stawlarskému. Nevyřešenou otázkou ale stále zůstávalo rozlišení biologických materiálů, zejména krve, lidského a zvířecího původu. Jako první přišel s odpovědí na tuto otázku německý lékař Paul Uhlenhut, kterému se v roce 1901 před soudem podařilo obhájit metodu jednoznačného rozlišení lidské krve od zvířecí. Tato metoda je používána dodnes a rok 1901 je proto někdy považován za rok vzniku kriminalistické biologie v její dnešní podobě. [1]

#### 3.2 Portrétní identifikace

Portrétní identifikace je vědním oborem zabývajícím se zkoumáním zákonitostí vnějších znaků osob, jež jsou v kriminalistické technice využívány k identifikaci a zjišťování totožnosti jednotlivých jedinců. Z antropologického hlediska je totiž každý jedinec (člověk) charakterizován řadou metrických a morfologických znaků, které jsou relativně neměnné a ve zcela shodné podobě se nevyskytují u žádné jiné osoby. [1]

V kriminalistice se portrétní identifikace využívá především pro 2 základní typy úkolů. Prvním z těchto úkolů je pátrání po osobách a dalším neméně cenným je identifikace. Výsledky těchto úkonů jsou cenným zdrojem např. pro zjištění totožnosti zadržených osob nebo při identifikaci neznámých mrtvol.

Tato metoda identifikace osob je jednou z nejstarších v novodobé „moderní“ kriminalistice, i když má dnes již zcela jinou podobu než původně. Počátky antropometrie nalezneme již ve starověké Asii, kde se zločinci měřili bambusovou holí a dále se jim měřila vzdálenost ukazováčku a prostředníku na levé ruce a vzdálenost špičky prstu



od dlaně. Vývoj metody do dnešní podoby je datován přibližně do roku 1869, kdy Belgičan Stewens začal využívat rozměry a délky některých specifických částí těla pro identifikaci vězňů. Při své práci vycházel z teorie matematika Queteleta, podle jehož názoru neexistují dva lidé, kteří by měli úplně stejné tělesné míry, které jsou navíc po dosažení určitého věku neměnné. Další zmínky o využívání portrétní identifikace jako jedinečné kriminalistické metody nacházíme i kolem roku 1880 ve Francii u Süreté, která tehdy představovala paralelu současné kriminální policie. V této době zavedl do praxe jistý pracovník pařížské policie Alphonse Bertillon antropologický systém založený na měření 11 různých rozměrů lidského těla. K tomuto účelu byla vytvořena i kartotéka, do které se veškeré údaje shromažďovaly, a bylo tedy možné míry dané osoby jednoduše vyhledat. Měřila se délka a šířka hlavy, výška ve stoje, výška v sedu, délka a šířka pravého ucha, délka prostředníku a prsteníku levé ruky, délka předloktí levé ruky a délka levého chodidla. Tento systém byl po svém zakladateli nazván jako „bertillonáž“ a se rychle šířil i do řady dalších států nejen v Evropě. I přesto, že samotný systém měl i řadu nedostatků (např. nebyl využitelný pro identifikaci mladistvých, jejichž míry se často měnily) a nebyl příliš dlouho využíván, sehrál významnou úlohu při vzniku kriminalistiky jako samostatné vědní disciplíny a velmi pomohl budoucí portrétní identifikaci. [9]

### 3.2.1 Identifikace osob podle fotografií

Tzv. reknice podle fotografií bývá hodně těžkým úkolem, protože fotografie, které srovnáváme, jsou od sebe často vzdáleny delším časovým obdobím. V praxi je proto snaha zajistit pro účely zkoumání fotografie pokud možno ze stejného období. Další problémy mohou vzniknout tím, že je fotografie a hlavně hlava zachycena z různých pohledů. Podstatou všech srovnávacích metod vypracovaných ke zjištění totožnosti je vyhledávání shodných antropometrických znaků sloužících k jednoduššímu porovnání charakteristik obličeje používaných při úředním popisu. Lidský obličej ovšem není dokonale souměrný, což srovnávání značně ztěžuje. Metoda identifikace osob podle fotografií se tedy využívá hlavně v případě, kde je obličej stejně situován na obou srovnávaných fotografiích. [9]

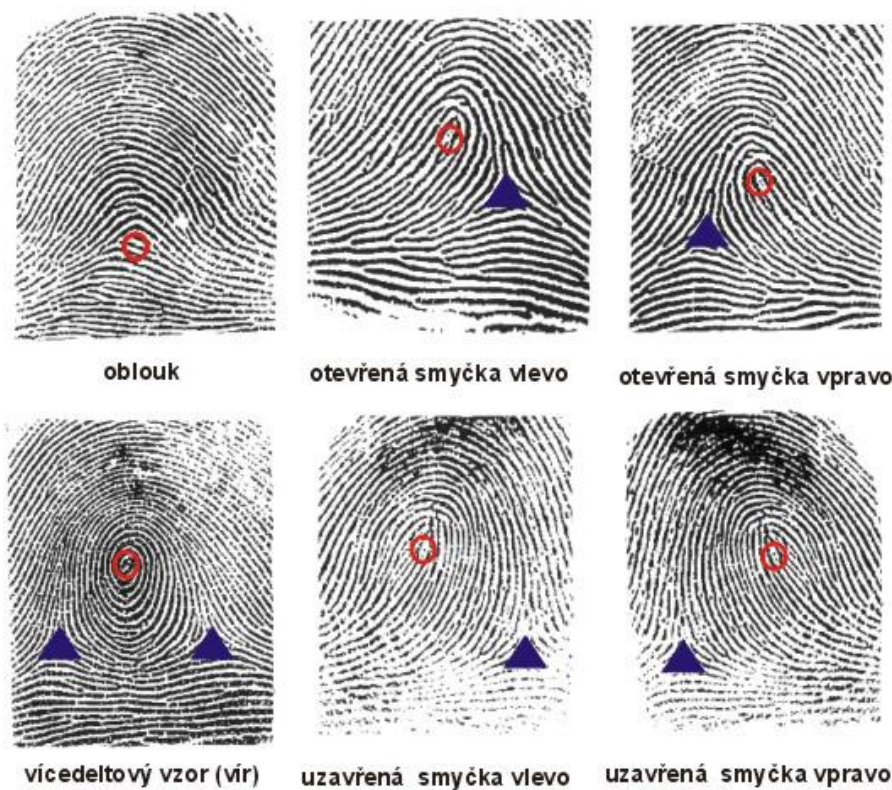
S touto metodou se běžně setkávají policisté při zjišťování totožnosti osob vystupujících s nepravými doklady apod. Při řešení takového problému se využívá zvláštní druh třídílné kriminalistické fotografie, která se zhotovuje souběžně s úředním popisem

a daktyloskopováním osoby. Fotografie má rozměr 6 x 13 cm a zachycuje pohled na hlavu osoby ze tří směrů - pohled zepředu, pravý profil, tříčtvrtinový levý profil). Tyto třídílné fotografie bývají mnohdy doplněny fotografií celé postavy. Evidují se v tzv. fotoalbech a slouží svědkům nebo poškozeným osobám k vyhledávání pravděpodobného pachatele.

### 3.3 Daktyloskopie

Pod pojmem daktyloskopie se rozumí vědní obor kriminalistické techniky, který zkoumá obrazce papilárních linií na vnitřní straně posledních článků prstů na rukou, na dlaních a prstech na nohou a chodidlech z hlediska zákonitostí jejich vzniku, vyhledávání, zajišťování a zkoumání s cílem identifikovat osobu. [6]

Při pozorování kůže na vnitřní straně článků prstů, na dlaních a na prstech nohou a chodidlech je možno zjistit, že jsou na ní rýhy - souvislé, vyvýšené reliéfy, jejichž výška je cca 0,1 - 0,4 mm a šířka cca 0,2 - 0,7 mm - nazývané jako papilární linie. Tyto linie se vzájemně kříží, mění směr, rozvětvují se a spojují, přerušují apod. a vytvářejí tak nejrůznější obrazce, nazývané dermatoglyfy (obr. 19). Smysl papilárních linií není dosud zcela objasněn, zřejmě souvisí s hmatovou a úchopovou funkcí končetin. V kanálcích vedoucích uprostřed každé papilární linie vyúsťují potní žlázy, kdy právě při kombinaci potu a nečistot vzniká při styku s předmětem daktyloskopická stopa. Původně byly daktyloskopické stopy a otisky rozlišovány podle toho, kterou částí pokožky byly vytvořeny na daktyloskopické (otisky posledních článků prstů rukou), cheiroskopické (otisky dlaní) a podoskopické (otisky chodidel a prstů na nohou). V dnešní době již toto dělení není podstatné a všechny stopy třech zmíněných kategorií jsou označovány souhrnně jako daktyloskopické. [5]



Obrázek 19 Vzory papilárních linií

### 3.3.1 Historie daktyloskopie

Možnosti identifikace osob na daktyloskopických principech byly známy již starým Číňanům, kteří ji využívali k potvrzování pravosti důležitých dokumentů, zejména písemných aktů vydávaných tehdejšími vládci. Rozvoj a praktické zavádění a využívání daktyloskopických principů v kriminalistice je však datováno až na konec 19. století. Obrazci papilárních linií se zabýval i český vědec Jan Evangelista Purkyně, který roku 1823 publikoval svou práci *Comentatio de examine physiologico organi visus et systematis cutanei*. V práci navrhl možnost dělení a třídění obrazců papilárních linií na konečcích prstů na základě vyskytujících se geometrických zvláštností. Purkyněho díla poté využila a navázala na něj celá řada vědců, lékařů i praktiků. K těm nejdůležitějším se řadí např. William J. Herschel (využíval v Indii otisky prstů jako potvrzení o převzetí finančních částek), Henry Faulds (v Japonsku využíval nalezené daktyloskopické stopy k identifikaci předem vytipovaných osob a uvažoval o zavedení daktyloskopických sbírek), Juan Vucetich (v Argentině cíleně snímal otisky obrazců papilárních linií obviněným osobám, a tak poprvé využíval daktyloskopii v boji se zločinem; je mu připisováno autorství pojmu

„daktyloskopie“). Komplexní základy využívání daktyloskopie potom položili Francis Galton a Eduard Henrym, kteří vytvořili třídící a registrační, v praxi využitelné, systémy. Angličan Francis Galton se zpočátku zabýval výzkumem pouze jako antropolog, ale nakonec, ovlivněn Herschelovými a Fauldsovými pracemi, vydal nepřebornou řadu spisů o využití otisků prstů v okruhu kriminalistické identifikace. V jeho pracích vznikly základy k dodnes platným daktyloskopickým zákonům. Na Galtona posléze navázal londýnský policejní prezident a šéf Scotland Yardu Edvard Richard Henry. Zpracoval spolehlivý klasifikační systém a koncem 19. století se daktyloskopie stala nejvýznamnější metodou identifikace osob, kdy do pozadí odsunula do té doby vedoucí metodu antropometrické identifikace tzv. „bertillonáž“.

V Česku se o rozvoj daktyloskopie zasloužil policejní komisař František Protivínský. [5]

### 3.3.2 Vyhledávání a zajišťování daktyloskopických stop

Daktyloskopických stop je možno nalézt v běžném životě spousta. I v kriminalistické praxi se nacházejí velmi často, neboť pachatel se v průběhu trestné činnosti dotýká řady předmětů, na kterých je může zanechat. Zanechání stop daktyloskopického charakteru lze sice velmi jednoduše předejít následným setřením nebo použitím rukavic, přesto ale patří k nejčastějším podkladům pro identifikaci pachatelů trestné činnosti.

Daktyloskopické stopy představují relativně malé objekty, mnohdy snadno poškoditelné nebo zničitelné neodborným zásahem, proto klade vyhledávání a zajišťování takových stop vysoké nároky na zkušenosti a odborné znalosti kriminalistických techniků. V praxi se postupuje podle zásady vyhledání a zajištění všech daktyloskopických stop a až následně se zjišťuje, které stopy souvisí s objasňovanou událostí a které nikoliv. Mnohdy ovšem tuto zásadu, především z technických důvodů, dodržet nelze. [5]

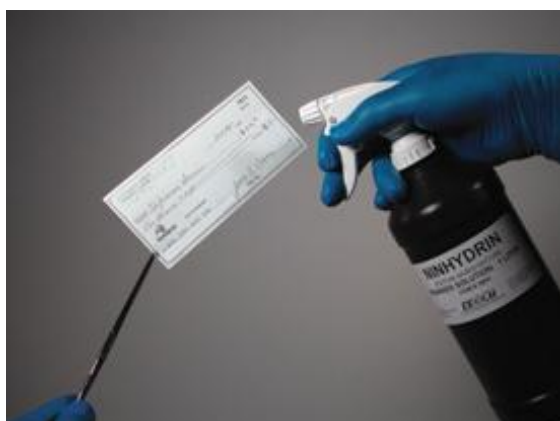
Vyhledávání viditelných stop, není zdaleka tak obtížné, jako vyhledávání stop latentních, tedy neviditelných. Neviditelné stopy se nacházejí mnohem častěji. Častokrát je potřeba využít některou speciální kriminalisticko-technickou metodu pro zviditelnění latentních stop. Někdy ovšem stačí stopu pouze vhodně pod určitým úhlem nasvětlit a využít lupy. Tento způsob je vhodný pro vyhledávání stop na skle, kovech, lakovaných předmětech apod., ale je nepoužitelný pro papírové nosiče, textilie a některé plastické hmoty.

Při zviditelňování stop se využívá principu fyzikálního, chemického a fyzikálně-chemického. Fyzikální metoda spočívá v adhezi částic potu tvořících stopu k jemně mletým, pevným a ve vodě nerozpustným částicím vyvolávací látky. Daktyloskopické prášky jsou v praxi využívány zejména ke zviditelnění relativně čerstvé stopy, jelikož se přilnavost prášku a částic potu obsaženého ve stopě časem snižuje. Prášek je nanášen jemným vlasovým štětečkem ze sklených vláken nebo zvířecích chlupů. Po oprášení stopy od přebytečné vrstvy vyvolávacího prášku pak zůstane zviditelněná stopa.

V praxi je nejčastěji používaným daktyloskopickým práškem tzv. argenterát (jemně rozemletý hliník), pro zviditelnění stop na skle a hladkých površích. Spolu s ním možné využít také např. rumělkou, ultramarín, grafit nebo karbografin (rozemleté živočišné uhlí). Na papíře je možno stopy zviditelnit feromagnetickým práškem z jemně mletých železných pilin nanášeným tzv. magnetickým štětcem (permanentní magnet). Na umakartu, novoduru nebo lakovaných kovech je nejlepších výsledků dosaženo pomocí prášků měděných a bronzových. U lepkavých a mastných povrchů je využíváno tzv. súdánské černě, na lepicích páskách genciánové violeti. Na textiliích typu hedvábí či damašku jsou otisky prstů zviditelňovány pomocí přípravku tkanolu. K novým prostředkům využívaným v dnešní době patří prášky vyšší intenzity - Hi-Intensity - (bílé, černé) pro vyvolávání stop na umělých hmotách, lakovaných předmětech, zbraních apod. Prášky se vyznačují nízkou přilnavostí k nosiči stopy a využívají se především u starších stop. Pro účely fotografování zviditelněných stop na lesklých površích je využíváno různých fluorescenčních prášků. V současnosti moderním a perspektivním prostředkem je WetPrint. Lze s ním zviditelnit daktyloskopické stopy na všech neporézních materiálech, které se zcela nacházely pod vodou nebo byly vodou slabě omyty, dále které byly pod vodou a již vyschly, byly pokryty deštěm či rosou nebo znečištěny blátem apod. (jde o tekutý prostředek na bázi molybdenu, používaný v případech, kdy se nepodařilo stopu zviditelnit jinými dříve aplikovanými prostředky). V poslední řadě lze k fyzikálním metodám zařadit také odýmení saze mi hořícího kafru (jemné saze ulpí na stopě a zbytek se smyje slabým proudem vody) - takto se vyvolávají stopy například na nožích, nůžkách atd. [5]

V případě využívání chemické metody pro zviditelnění latentních stop je uvažováno s chemickou reakcí látek obsažených v potu s vyvolávací látkou. Využívají se hlavně k vyvolání neviditelných stop na papíru.

Nejpoužívanější a nejdéle známou reakcí je reakce ninhydrinu s aminokyselinami. Byla objevena už od roku 1910 a dodnes hraje velkou roli v analytické chemii. Ninhydrin je na stopu nanášen jako roztok nebo sprej a zviditelňuje otisky ve fialové barvě (obr. 20, 21, 22). Tato chemická reakce je však velice zdlouhavá a mnohdy trvá i několik dní. Reakci lze do jisté míry urychlit zvýšením teploty, čímž se ale sníží kvalita zviditelněné stopy a někdy dojde i k jejímu úplnému zničení. Díky zjištění, že se aminokyseliny nerozkládají, by se měly dát zviditelnit i například dvacet let staré stopy. Podobný princip zviditelňování funguje i s látkou DFO (1,8–diazo–9–fluoren). DFO je daleko účinnější než ninhydrin, na druhou stranu může při jeho použití dojít k poškození nosiče (např. odbarvení použitých inkoustů na papíře), což znamená zničení jiných kriminalistických stop. [1]



Obrázek 21 Nanášení ninhydrinu na potenciální stopu



Obrázek 20 Zviditelněný daktyloskopický otisk



Obrázek 22 Ideální daktyloskopická stopa

S anorganickými látkami obsaženými v potu, jmenovitě s chloridem sodným, reaguje dusičnan stříbrný. Touto reakcí vzniká bílá sloučenina, která se mění působením světla (či jiných činidel) v kovové stříbro – látku černé barvy – a tím dochází k poměrně dokonalému zviditelnění kresby papilárních linií. Mezi další používané chemické látky lze zařadit oxid osmičelý nebo oxid rutheničelý. Jedná se však o značně toxické látky, které se v praxi využívají jen výjimečně, a to k zviditelňování latentních stop na tělech mrtvol.

Jinými metodami k vyvolání neviditelných stop a otisků jsou metody fyzikálně chemické. Hojně se využívá napařování kyanoakrylátu a jódových par. Jódovými parami je možné zviditelnit především stopy na dokumentech. Efektivnost metody jódových par je především v tom, že pomocí skleněné rourky, uprostřed vyduté, s náplní jódových krystalků, je možné bez ohledu na místo zviditelnit daktyloskopické stopy, aniž by se předmět musel jakkoliv přemisťovat nebo převážet do laboratoře. Při sublimaci jódu dochází k zachycování částic na daktyloskopické stopě. Modernější je kyanoakrylátová metoda. Tato metoda je velice mladá a její princip není v současnosti ještě zcela objasněn. Náhodou bylo zjištěno, že hlavní složka vteřinových lepidel, tedy páry esteru kyanoakrylátu, vytvoří při kontaktu s daktyloskopickou stopou bílý povlak. [2] Metoda se začala úspěšně používat k vyvolání latentních stop zejména na plastických hmotách, kůži, papíru, zbraních a kovech, fóliích nebo dřevě. Metodu lze využít jak na velkých předmětech ke zviditelnění stop v laboratořích, tak i v terénu na místě činu pomocí tzv. „kyanové hůlky“ (obr. 23). Hůlka je výrobkem americké firmy. Je zhotovena ve tvaru válečku, který obsahuje nádržku na zkapalněný butan, hořáček a výměnné patrony obsahující kyanakrylátové sloučeniny. [2] Teplem hořáčku se z hůlky uvolňují kyanakrylátové páry (dým), kterými lze dýmovat nejrůznější materiály a předměty, a to jak v interiéru, tak i v exteriéru.

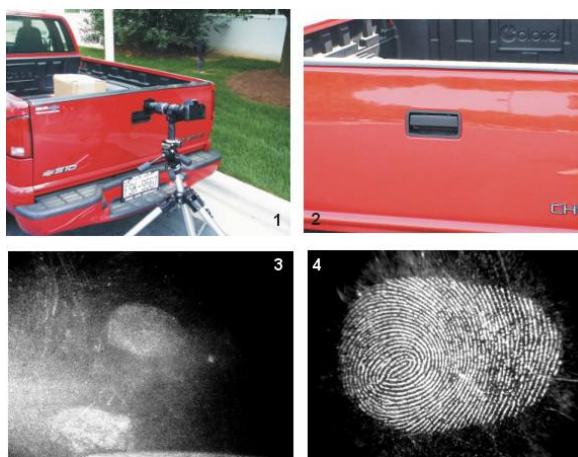


Obrázek 23 Kyanová hůlka



Mezi další velmi moderní metody patří použití argonového laserového záření po předchozí chemické úpravě povrchu. Při záření dochází k luminiscenci bílkovin obsažených v potu. Aby nedocházelo ke znehodnocení zkoumaného předmětu, je nutné jej opatřit ochranným nátěrem, který současně zvyšuje efektivnost laseru a napomáhá zviditelnění otisků. Na speciálně upravených policejních pracovištích s laserovými komorami se takto v zahraničí vyhledávají daktyloskopické stopy na velkých objektech a automobilech. [3] Pro zajištění a vyhledávání poté již viditelných stop touto metodou je potřeba pouze pečlivé práce a případné použití různých osvětlovacích či jednoduchých optických prostředků (lupy apod.).

V dnešní době technického pokroku, lze v laboratorních podmínkách použít i ještě některé jiné speciální metody (obr. 24). Jen pro zajímavost je možno uvést např. autoelektronografii využívající přilnavost olověného prášku na daktyloskopické stopě, která je poté fotografována rentgenovými paprsky; autoradiografii zviditelňující stopy pomocí radioaktivního záření; nebo metodu Fluortec využívající UV záření.



Obrázek 24 Autoelektronografie

Zcela specifickou záležitostí je vyvolání latentních daktyloskopických stop na tělech živých či mrtvých osob a jiných organismů. Otisky prstu se působením změnou tělesné teploty rozkládají rychleji a kůže je navíc mastná a ochlupená. Veškeré zmíněné jevy značně komplikují použití většiny běžných výše zmíněných metod. Jako nejvhodnější lze uvést z chemických metod reakci s kyanoakrylátovými nebo jódovými parami a z fyzikálních metod použití Hi-Intensity nebo magnetických prášků. Stopy je také vhodné



obtisknout z kůže na skleněnou desku, fólii nebo fotografický papír, odkud je možno zajistit běžným způsobem jejich zpracování. Práce s mrtvými těly je mnohem jednodušší. Stopy lze na nich za vhodných podmínek nalézt i po jenom dni na rozdíl od těl živých, kde kvalitní stopy pro další bezproblémové zpracování přetrvávají podle druhu použité metody po dobu cca 20 minut až několika hodin. [3]

Po vyhledání daktyloskopických stop je potřeba je patřičně zajistit. Stopy se zajišťují zejména těmito způsoby:

- **in natura.** Zajišťování stop na drobných předmětech, které lze včetně jejich nosiče snadno odebrat a odeslat ke zkoumání do laboratoře. Např. peněženky, dámské kabelky, platební karty, listinný materiál apod. Je však nutno postupovat velmi obezřetně, protože hrozí nebezpečí poškození nebo dokonce zničení stopy během manipulace či dopravy.
- **na daktyloskopické folie a pásky.** Jde o historicky nejstarší a nejrozšířenější metodu zajišťování daktyloskopických stop. Daktyloskopické folie jsou dvojího druhu. Klasické želatinové (černé, bílé transparentní) – jsou tvořeny jemnou vrstvou želatiny překrytou z obou stran průhlednou krycí fólií. Před použitím se odstříhává potřebná část daktyloskopické fólie a po sejmutí krycí fólie se přiloží na zviditelněnou stopu. Prášek přilnutý ke stopě se takto přilepí na želatinu a poté je nutno ji opět překrýt krycí fólií, aby zbytečně nedocházelo k vysychání a znehodnocení zajištěné stopy. Dnes se využívají i modernější samolepící folie a pásky různého provedení a barev. Tento způsob je vhodný hlavně k zajištění daktyloskopických stop na rovných, hladkých a soudržných površích a také u stop tvořených prachem či nacházejících se v prachu.
- **fotograficky.** K dokumentování všech možných druhů daktyloskopických stop se používají speciálně upravené fotoaparáty (obr. 25). Stopy se nejčastěji fotí z kolmého pohledu a při šikmém osvětlení. Výhodou fotografování oproti ostatním způsobům je, že se dá neomezeně opakovat a zkoušet tedy různé techniky, barevné filtry, světelné podmínky atd., díky čemuž lze dosáhnout výsledků s velmi vysokou kvalitou. Jediným druhem stop, které lze bohužel fotografovat jen velmi špatně, jsou hluboké plastické stopy a také stopy na výrazně tvarovaných plochách.



Obrázek 25 Speciálně upravený fotoaparát

- **odléváním.** Zajištění plastických nebo i plošných stop (na zakřivených plochách). Dříve využívaná sádra byla nahrazena různými syntetickými kaučuky a silikony (např. LUKOPREN), kdy odlitky jsou pevné, pružné a dostatečně trvanlivé.

### 3.4 Kriminalistická trasologie

„Trasologie je obor kriminalistické techniky, který se zabývá vyhledáváním, zajišťováním a zkoumáním stop nohou, obuvi, dopravních prostředků a stop dalších objektů podobného druhu.“ [1] Trasologické stopy jsou odrazem vnější podoby předmětu častokrát sloužící k individuální nebo alespoň druhové identifikaci objektu, který stopu vytvořil. Lze z nich vyčíst určité vlastnosti objektu a také způsob mechanismu, kterým vznikly. V oblasti identifikace osob jsou za významnou trasologickou stopu považovány např. otisk bosé nohy nebo otisky uší. Často jsou na místech ohledání nacházeny i otisky jiných částí těla (loktů, kolen, rtu,...), ty jsou ale z hlediska identifikace mnohdy nevyužitelné.

Podobně jako tomu je u stop daktyloskopických, tak i stopy trasologické se dělí na stopy plošné a objemové a dále potom na odvrstvené a navrstvené. Taktéž mohou být i v podobě stop latentních (otisky uší,...). Zajištění probíhá v závislosti na druhu stopy buď fotograficky, nebo metodami známými z daktyloskopie (odlévání, použití daktyloskopické fólie atd.).

### 3.4.1 Speciální trasologické stopy – otisky uší

Stopy uší vznikají nejčastěji na hladkých předmětech, ke kterým daná osoba přitiskla ucho a přilehlou část hlavy nebo případně i obličej. Samotnou stopu tvoří pot, který byl z ucha přenesen při kontaktu s podložkou.

Na místech ohledání jsou otisky uší nalézány nejčastěji na vnějších stranách dveří, kde pravděpodobně vznikají při naslouchání pachatelů dění za dveřmi. Otisky uší se poté na dveřích nacházejí ve dvou výškových úrovních podle toho, jakým způsobem pachatel naslouchal. Pokud jsou na dveřích ve výšce cca 30 až 40 cm nad úrovní podlahy, naslouchal pachatel mezerou pode dveřmi. Pokud jsou ve výšce cca 150 až 170 cm, naslouchal pachatel ve stoje. V případě otisků vzniklých ve stoje je možno dopočítat přibližnou výšku pachatele přičtením 17 cm ke středu vnějšího ucha na otisku. [5] Tento fakt je nutné brát ovšem s velkou rezervou, jelikož mohla být osoba při zanechání otisků všelijak příkrčena či nakloněna.

Jak již bylo výše několikrát zmíněno, stopy uší jsou svým charakterem velmi podobné stopám daktyloskopickým. A jelikož jsou z převážné většiny tvořeny potem, lze k jejich zviditelnění a následnému zajištění použít klasických daktyloskopických prostředků.

## 3.5 Kriminologická odorologie

„Vznik, význam a vlastnosti pachu, metody zjišťování pachových stop, jejich zkoumání a porovnávání s pachem konkrétního objektu pomocí analytických přístrojů nebo speciálně cvičených zvířat zkoumá kriminologická odorologie.“ [6]

V současné kriminologice existují dva různé způsoby zkoumání pachových stop. Jedná se o metodu objektivní, která je založena na chemické analýze pachů pomocí přístrojů a používá se především pro identifikaci pachu věcí, a o metodu subjektivní. Subjektivní metoda se zakládá na čichových vlastnostech psa a používá se pro identifikaci osob.

Dle studií je známo, že pes má v porovnání s člověkem cca 30x větší čichovou sliznici. Pokud je pes správně cvičen, je možné, aby dokázal rozeznat nepatrné odchylky v chemickém složení pachu nejen u jednotlivých osob, ale i v různých situacích u téže osoby. Pes bývá proto častokrát využíván jako živý nástroj komparující pachové stopy zajištěné na místě činu se zajištěnými pachovými vzorky podezřelých osob. V současnosti ovšem věda zatím nedokáže tento děj účinně kontrolovat ani ovlivňovat.

### 3.5.1 Služební pes

Pro výcvik služebních psů jsou vybírány především feny německého ovčáka. Tyto cvičené feny poté v praxi dokážou rozeznat téměř deset milionů různých pachů, které jsou schopny si krátkodobě pamatovat. Z důvodu absolutní nestrannosti psa je úkolem a tedy i cílem správného výcviku, aby pes vnímal jako úspěch nalezení shodného vzorku stejně tak jako jeho nenalezení.

### 3.5.2 Identifikace pachového vzorku

Vždy je nutno zajistit absolutní čistotu a pokud možno i uzavřenost místnosti, ve které samotný proces identifikace probíhá. Srovnávací pachové konzervy se umístí na podlahu v řadě za sebou. Poté se provádí zkouška tzv. náhodné zajímavosti některé ze srovnávacích pachových konzerv. Psovi se dá načichat zkušební vzorek, který ovšem není umístěn mezi ostatními konzervami. Po načichání projde kolem konzerv, a pokud nějakou z nich označí, musí se pes vyměnit. Když k označení nedojde, pokračuje se v identifikaci. Nyní již dá psovod psovi očichat konkrétní stopu z místa ohledání a pes by měl poté označit shodnou srovnávací konzervu zalehnutím, vyštěkáním nebo jiným naučeným způsobem. Pokus je potřeba opakovat několikrát. Při další zkoušce je náhodně změněno pořadí konzerv a pokus se opakuje. Pokud opět správně označí danou konzervu, pak se tato konzerva odstraní a pes by při další zkoušce neměl označit žádný z ponechaných vzorků na podlaze. Pro úspěšnou identifikaci většinou stačí třikrát označit správnou konzervu. V případě možné nevěrohodnosti testu je možné celý proces opakovat s jiným psem.

### 3.5.3 Využití pachové stopy

V praxi je problémem metody pachové identifikace její neověřitelnost a hlavně nevědeckost. Proto je přijímána s velkými výhradami a někdy je jako důkaz dokonce odmítána. Často bývá označována pouze jako operativně pátrací metoda kriminalistiky. Pokud jsou však dodržovány všechny předepsané podmínky, jedná se o spolehlivou důkazní metodu. Metoda kriminalistické odorologie zatím není samostatně nijak upravena trestním řádem, nepochybně lze ale využít ustanovení odstavce 2 §89 trestního řádu, které říká: „Za důkaz může sloužit vše, co může přispět k objasnění věci, zejména výpovědi obviněného a svědků, znalecké posudky, věci a listiny důležité pro trestní řízení a ohledání. Každá ze stran může důkaz vyhledat, předložit nebo jeho provedení navrhnout.“

Skutečnost, že důkaz nevyhledal nebo nevyžádal orgán činný v trestním řízení, není důvodem k odmítnutí takového důkazu.“

### 3.6 Kriminalistická genetika

DNA se začala zkoumat v 80. letech jednou z nejstarších metod analýzy DNA, a to metodou fingerprintingu, označovanou někdy jako metoda RFLP (restriction fragment length polymorphism). Metodu fingerprintingu poprvé rozvinul a popsal roku 1985 anglický genetik A. Jeffreys. Její základ spočíval ve štěpení řetězců DNA určitými enzymy, čímž vznikaly různě dlouhé úseky řetězce, které byly následně seřazovány v závislosti na své délce a jednotlivých zviditelněných nukleotidech. Tento způsob zkoumání byl však časově velice náročný a také pracný. Proto byly s novými technickými možnostmi vyvíjeny stále nové metody analýzy DNA, až se začala používat metoda stanovení STR polymorfizmů využívající variabilitu opakování krátkých sekvencí nukleotidů v určitých úsecích DNA. Této metody se dodnes využívá prakticky po celém světě. I nadále je ovšem výzkum DNA stále rozvíjen jak v oblasti medicínské, tak i v oblasti forenzního zkoumání k využití pro individuální identifikaci osob. [10]

Deoxyribonukleová kyselina neboli DNA, je chemickou sloučeninou obsaženou v jádrech buněk živých organismů. Tvoří ji dva spojené polynukleotidové řetězce svinuté do tvaru dvoušroubovice. Jiným typem DNA je tzv. mitochondriální DNA. Ta není obsažena přímo v jádrech buněk, ale nachází se v mitochondriích neboli jinak řečeno v buněčných organelách sloužících jako úložiště energie v buňce.

#### 3.6.1 Analýza DNA metodou STR

Než kriminalista přistoupí k vlastnímu zkoumání, musí se DNA nejprve z buněčných jader izolovat. Existuje několik izolačních metod, mezi kterými je potřeba, podle materiálu, který je k dispozici (jeho stáří, kvalita, množství atd.), správně vybrat.

„Metoda STR (Short Tandem Repeat) využívá délkové polymorfismy, tj. jednotlivé alely určitého lokusu DNA, které se liší délkou namnoženého úseku, tj. počtem opakování určité krátké sekvence nukleotidů.“ [10] Při použití této metody stačí izolovat opravdu malé množství DNA, jelikož může být po izolaci namnožena. K namnožení izolované DNA slouží polymerázová řetězová reakce (The Polymerase Chain Reaction – PCR), která je pravděpodobně jediným způsobem, jak kontrolovaně množit materiál získaný

z kriminalistické stopy, který je možno použít k účelům dalších analýz. Pokud jsou úseky DNA úspěšně namnoženy, rozdělují se podle délky v tzv. sekvenátoru kapilární elektroforézou. Po rozdělení jsou úseky DNA ozařovány laserovým detektorem, který zkoumá absorpci monochromatického světla a tu poté graficky zaznamenává. Veškeré získané údaje jsou poté detektorem zapisovány v podobě číselného kódu, který tvoří tzv. DNA profil osoby.

Při vytváření tzv. DNA profilu osoby je analyzováno šestnáct STR polymorfismů, z toho jeden slouží pro určení pohlaví. Pomocí žádného ze zkoumaných polymorfismů, však nelze určit zdravotní stav, nemoci či jiné somatické vlastnosti osoby. Informace o nich nelze tudíž případně ani nijak zneužít. Pravděpodobnost, že bude nalezena shoda všech šestnácti polymorfismů, je cca  $1:10^{18}$ . [10] V běžné praxi stačí pro individuální určení jedince většinou devět až dvanáct shodných polymorfismů.

### 3.6.2 Využití pro verifikaci osob

Proces získání genetického profilu je založen na molekulárně genetických laboratorních metodách a zatím jej ani při plné automatizaci nelze urychlit na dobu kratší než několik hodin. Z tohoto důvodu je nepravděpodobné, že by genetická analýza byla v blízké budoucnosti využívána k okamžité verifikaci osob ve smyslu ostatních biometrických metod.

Na druhou stranu výzkum v této oblasti intenzivně směřuje k sestavení zařízení, nazývaných „laboratoře na dlani“, které by proces získání genetického profilu urychlily a mohly najít své uplatnění např. při analýze stop na místě činu nebo při identifikaci obětí přímo na místě katastrof. Propojení těchto výkonných analyzátorů s centrální databází a možnost okamžitého porovnání získaných genetických profilů se srovnávacím materiálem by pak představovalo velmi silný nástroj k rychlé identifikaci. Ani u nich však nelze očekávat dobu odezvy kratší než několik minut.

## 3.7 Hlas a řeč

V rámci kriminalistických disciplín se v současné době rozvíjí poměrně mladé odvětví, které je označováno jako audioexpertiza (dříve fonoskopie). Předmětem zkoumání je zde lidský hlas a řeč s cílem rozpoznat „anonymní“ mluvčí porovnáním s mluvčími, jejichž totožnost je známa (podezřelé či obviněné osoby z trestných činů, kde součástí důkazního

materiálu je i audiozáznam lidského hlasu a řeči). Zřídka bývá v rámci audioexpertizy také úkolem ověřit obsah zaznamenaných hovorů či ověřit pravost nahrávky. Tato problematika je však okrajová, neboť jde o technickou záležitost, která nesouvisí s identifikací (rozpoznáváním) či verifikací (ověřováním) mluvčích.

Rozpoznávání osob na základě charakteristik hlasu a řeči pro potřeby kriminalistiky a soudnictví je dnes možné především díky rozvoji fonetických věd a jejich praktických aplikací (obr. 26). V tomto případě jde o obor aplikované fonetiky, pro něž se ujalo označení forenzní fonetika. Vedle poznatků fonetiky se zde využívají i znalosti a instrumentální prostředky některých technických disciplín (akustika, audiotechnika, elektronika atd.). Existuje již celá řada velmi propracovaných počítačových systémů, které zkoumají a porovnávají některé akustické parametry hlasu a řeči s cílem identifikovat mluvčí. [12]



Obrázek 26 Zkoumání audionahrávky

Obor se rozvíjel zhruba od 60. let především v zemích západní Evropy a USA. V současné době je součástí fonetických výzkumů prakticky ve všech zemích, kde je fonetika jako fyziologická vědecká disciplína pevně konstituována. V tomto případě je pro dané účely využita skutečnost, že řečový signál přináší kromě svého obsahu i řadu informací o mluvčím pohlaví, přibližný věk, národní či lokální příslušnost, eventuálně i sociální charakteristiku či informaci o zdravotním a psychickém stavu.

V rámci rozpoznávání mluvího (speaker recognition) je třeba opět rozlišovat úkoly verifikace/autentizace a identifikace mluvího, neboť specialista pracuje v obou případech za různých podmínek. V případě identifikace mluvího bývá úkol mnohem obtížnější. Je třeba zjistit totožnost určité osob i na základě porovnání hlasu, který je zaznamenán na tzv. sporné (anonymní) nahrávce, s hlasem zaznamenaným na tzv. srovnávací (odborně pořízené) nahrávce. Sporná nahrávka, nejčastěji záznam telefonního hovoru, mívá omezenou jazykovou i technickou kvalitu a jejím obsahem bývají výhrůžky, vydírání, urážky, nadávky, komplimenty apod. Srovnávací nahrávka „podezřelé“ osoby je pořizována pod odborným dohledem v laboratoři. V případě obou typů nahrávek se musí počítat se záměrnou deformací hlasu a řeči a při pořizování sporné nahrávky leckdy také s neochotou mluvího ke spolupráci.

Od počátku své existence až do současnosti patří forenzní fonetika (a její využití v kriminalistické audioexpertize) mezi obory poněkud kontroverzní a své místo mezi vědeckými disciplínami musí neustále obhajovat. Problémem je zejména identifikace mluvího. Mnozí specialisté – lingvisté, technici, psychologové – pochybují o tom, zda specialista vzdělaný v daném oboru má dostatek informací k tomu, aby mohl vynášet závěry o totožnosti člověka na základě rozboru jeho hlasu a řeči. Pochybnosti pramení především z toho, že fonetický výzkum primárně postihuje spíše jevy systémové než individuální, jejichž podoba je velmi variabilní, závisí na mnoha faktorech a je obtížné je zobecnit. Odborníci v oblasti identifikace mluvího se střetávají s řadou nevyřešených problémů. Dosud se nepodařilo pro žádný jazyk nalézt takový parametr hlasových a řečových charakteristik, který by byl dostatečně signifikantní pro stanovení jednoznačného závěru o totožnosti mluvího.

### **3.7.1 Základní pojmy kriminalistické audioexpertizy**

V rámci dané specializace se pracuje s řadou ustálených pojmů a výrazů, které je nutné shodně interpretovat a začlenit do systému zkoumání.

Ustálené je především rozlišení trojice pojmů rozpoznávání mluvího, identifikace mluvího, verifikace mluvího.

Zastřešující pojem rozpoznávání mluvího je definován jako činnost, která má za cíl přiřadit vzorek řeči k určitému mluvímu na základě foneticko-akustických charakteristik.

V rámci rozpoznávání mluvího lze odlišit tzv. naivní rozpoznávání (běžné rozlišování



mluvčích podle hlasu i netrénovanými posluchači), kde se neuzívá žádné speciální techniky, znalosti ani metodologie. [2]

Rozpoznávání mluvího zahrnuje dva rozdílné úkoly a to verifikaci a identifikaci. Verifikace mluvího znamená potvrzení prohlášení osoby o její identitě. Tento úkon je využíván jako potvrzení vstupu do zvláštních prostor, bank, trezorů atd. Verifikace je prováděna buďto na základě pouhého poslechu hlasu dané osoby nebo za pomoci tzv. automatického rozpoznávání pomocí počítačové databáze řečových vzorků, které charakteristiky hlasu osoby porovná s charakteristikami uloženého předem nahraného srovnávacího vzorku. Ve druhém případě bývá nutné vyslovit klíčová slova odpovídající záznamu v databázi. Důležitým rozdílem oproti identifikaci mluvího je, že porovnávaná osoba má snahu spolupracovat a opakovat určená slova tak, jak jsou zaznamenaná v databázi. Nepočítá se s tím, že by docházelo k záměrnému měnění hlasu a řeči. Při identifikaci mluvího je úkolem experta vyjádřit se o identitě mluvího na základě porovnání dostupných hlasových a řečových znaků ve dvou nezávisle zaznamenaných zvukových vzorcích (anonymní, tzv. sporná a neanonymní, tzv. srovnávací nahrávka). Tento úkol je nejběžnějším v rámci kriminalistické audioexpertizy (forenzní fonetiky), kdy je třeba identifikovat či eliminovat hlas podezřelé osoby, potenciálního pachatele trestného činu s hlasem anonymního mluvího. Podmínky pro identifikaci bývají často velmi obtížné a ne vždy je možné stanovit jednoznačný závěr. Někdy je dokonce nahrávka z hlediska identifikace osoby nezpracovatelná, většinou z důvodu nevyhovující technické kvality. Před vlastním podrobným zpracováváním nahrávek určených k identifikaci se provádí předběžné kvalitativní hodnocení záznamu hlasu a řeči mluvího, a to z technického a jazykového hlediska. Pro tento účel jsou ustáleny následující termíny:

**Technická kvalita** nahrávky označuje zpracovatelnost nahrávky z hlediska míry přítomných šumů, hluků a dalších jevů, které při nahrávání nebo přenosu signálu ovlivnily kvalitu vlastního řečového signálu.

**Jazyková kvalita** záznamu označuje zpracovatelnost nahrávky z hlediska délky textu a množství jazykových jevů, které je možné analyzovat, vyhodnotit a následně porovnat pomocí běžně používaných fonetických metod.

Toto globální posouzení zpracovatelnosti se vyjádří třístupňovou škálou: nahrávka je z hlediska technické a jazykové kvality dobře zpracovatelná, obtížně zpracovatelná, nezpracovatelná.

Další dva zásadní termíny, s nimiž se při práci v rámci kriminalistické audioexpertize setkáváme, jsou sporná nahrávka (SP) a srovnávací nahrávka (SR), definované již dříve. V realitě však existují v zásadě dvě situace, které mohou ovlivnit kvalitu SR nahrávky i následný postup při analýze: nahrávka pořízená v laboratoři a nahrávka pořízená mimo laboratoř. Při pořizování SR nahrávky je nutné, aby mluvčí vyjádřil s úkonem svůj písemný souhlas a aby byli přítomni další 2-3 osoby jako svědci.

V neposlední řadě je důležitý obecný termín z akustiky, se kterým pracuje instrumentální akustická analýza – zvukové spektrum. Tímto termínem se rozumí rozklad složeného zvukového signálu na jeho harmonické složky. Spektrum je popsáno jejich zastoupením a jejich amplitudami. [12]

### 3.7.2 Metody kriminalistické audioexpertizy

Zkušenost se zpracováváním jazykového materiálu daného typu, pro účely forenzní identifikace mluvčího vedla k ustálení schématu prováděných analýz za použití metod sluchové i instrumentální akustické analýzy. Použitelnost metod či jejich dílčích součástí je v konkrétním případě závislé do značné míry na technické a jazykové kvalitě sporné (občas i srovnávací) nahrávky. Kvalita sporné nahrávky určuje, které části a jaké aspekty je možné využít z nahrávky srovnávací.

Při sluchovém zpracování zvukového záznamu řeči mluvčího se postupuje následujícím způsobem. Nejprve se pro orientaci poslechne celý záznam, předběžně se vyhodnotí obtížnost jeho zpracovatelnosti a stanoví parametry, které budou hodnoceny. Jednotlivé znaky se pak posuzují odděleně a nalezené znaky se zaznamenávají standardním (IPA – International Phonetic Alphabet) systémem znaků, který si většinou každý expert individuálně doplňuje o některé specifické značky a zkratky. [2]

Vlastní analýza používá systém hodnocení jednotlivých hlasových a řečových parametrů, který je pro daný jazyk v rámci forenzních sluchových analýz obvyklý. Pro analýzu češtiny byla pro hodnocení využita kritéria vypracovaná pro obecné posuzování mluvního výkonu osob. Tato kritéria byla na základě zkušeností se zpracováním řečového materiálu v rámci

forenzních analýz přizpůsobena daným podmínkám a účelu a byla vypracována stupnice jednotlivých parametrů v závislosti na jejich identifikační hodnotě. Hodnoceny jsou následující skupiny jevů: kvalita hlasu a způsob dýchání, segmentální rovina – způsob artikulace hlásek a hláskových skupin, prozodie řeči – frázování, melodie, přízvuk, pauzy, tempo, rytmus, dynamika a samozřejmě i celková úroveň projevu – pečlivost výslovnosti, stavba jazyka.

Pro konečné posouzení výsledků analýzy jsou východiskem obecné tendence v jazyce a řeči uplatňované, na jejichž základě se hledají individuální znaky a zvláštnosti. Jestliže je pak jejich výskyt pravidelný a ustálený v mezích individuální variability řeči, mohou být považovány za signifikantní v procesu identifikace mluvčího.

Bylo již předesláno, že základní předpoklad a přednost instrumentálních měření je v tom, že akustické metody zaznamenávají v numerických hodnotách rozdíly v řeči mluvčího, které sluchem vnímáme, ale mohou rozlišit i takové rozdíly, které jsou pro člověka nerozpoznatelné. Nejjednodušší důkaz lze nalézt, jestliže budou dva mluvčí vyslovovat tutéž samohlásku či slabiku. Člověk vnímá oba vokály stejně, jako jeden konkrétní foném systému. Někdy mohou dokonce dva mluvčí mít i podobný hlasový tón. Rozdílné však bývají hodnoty jednotlivých formantů, popřípadě se může lišit i jejich průběh. Avšak ani použití akustických metod pro účely identifikace se neobejde bez problémů. Základním nedostatkem stále zůstávají nedostatečné znalosti o tom, v jakém rozpětí akustického spektra se hlas a řeč jednoho mluvčího může pohybovat. Toto úzce souvisí s tím, že dosud chybí přesvědčivé důkazy o spolehlivosti používaných technik akustických analýz a o stabilitě jejich měření na jazykovém materiálu (řečovém signálu) různé kvality.

V zásadě jsou všechny akustické analýzy pomocí přístrojů (specializovaných zařízení jako frekvenční analyzátor, sonagraf atd., či softwarového vybavení počítače) založených na zjišťování spektra zvukového signálu, který v grafické podobě obsahuje rozměr časový (t) a okamžitou amplitudu vlny. [12] Z takového zobrazení není možné přímo odečíst ani počet ani vlastnosti jeho jednotlivých spektrálních složek. Proto se dále provádí jejich podrobný výpočet. Spektrum složeného zvuku, v našem případě řečového signálu, dnes lze z původního signálu získat především dvěma způsoby: početní analýzou nebo pomocí analyzátoru, který zpracovává zvuk např. systémem filtrů.

Klasickou metodou početní analýzy je tzv. Fourierova analýza. Její nevýhodou v předpočítačové éře byla pracnost výpočtu. Podle této metody je možné libovolnou periodickou časovou funkcí  $F(t)$  v celku nebo po úsecích rozložit na jednoduché časové funkce s e sinusovými průběhy, u periodicky nebo quasiperiodicky proměnného základního signálu na tzv. harmonické složky. [2] Dnes se různé typy početních analýz složeného signálu vracejí, neboť se při nich výhodně uplatňuje zpracování pomocí počítač. Při vytváření spektra zvukového signálu pomocí analyzátoru je principem zpracování např. systém filtrů. Zjišťuje se přítomnost určité intenzity zvuku v jednotlivých frekvenčních pásmech, jejichž šířku lze libovolně nastavit. Výsledkem může být dvourozměrné spektrum (frekvence, intenzita), kdy nemáme informaci o časové následnosti jednotlivých složek, ale to pro určité typy analýz není důležité. Pomocí analyzátoru zvaného sonagraf můžeme ale získat i trojrozměrné spektrum, které ukazuje frekvenci a intenzitu jednotlivých složek v čase.

V současné době se nejvíce používá metoda počítačového zpracování řečového signálu. Východiskem bývají nelineární modely analýzy řeči. Zde se pak používají různé časové vektory a jejich aplikace pro získávání určitých informací. Většina aplikací pracuje s časovými vektory nesoucími ve svých složkách údaje o spektrálním, keprstrálním, nebo lineárně prediktivním charakteru řečového signálu, eventuálně informace o dalších řečových parametrech.

Specialisté – fonetikové, kteří provádějí analýzy pro účely kriminalistické audioexpertizy využívají dnes nejrůznější softwarové systémy, které umožňují využití výše zmíněných metod. Nejrozšířenější jsou Kay-CSL, Kay-Multispeech (USA), PRAAT (SRN), PROFIMATCH, DiSCRETS (Finsko). [2]

### **3.8 Vyhledávání a zajišťování biologických materiálů**

Vyhledání viditelných a na první pohled i předpokladatelných latentních biologických stop zkoumaného místa není až tak těžkým úkolem. Vyžaduje pouze pečlivé a soustředěné kriminalistické ohledání. Mnoho malých či miniaturních biologických stop, ke kterým patří například chlupy, vlasy nebo částičky pokožky, je možno vyhledat pouze s použitím vhodných osvětlovacích a optických prostředků. Jejich zajištění i zajištění pravděpodobných nosičů latentních stop se provádí zpravidla in natura. Nejčastějšími místy nálezu jsou v případě vlasů a chlupů oděvy, pokrývky hlavy, hřebeny či kartáče. V případě ejakulátu

či potu se nejvíce stop nachází na tělech osob, na oděvech, spodním prádle a především také na prádle ložním. Na podobných místech se nacházejí také sliny, které je možno navíc nalézt i na nedopalcích od cigaret, na kapesnicích nebo třeba obálcích a poštovních známkách. Krev zůstává často zachycena na tělech a oděvech živých osob a mrtvol, poté na površích nástrojů a zbraní, na nábytku, povrchu chodníků, vozovek a koberců, na dopravních prostředcích. Vyhledávání pachových stop je možno označit jako relativně nejjednodušší. Pach zpravidla zůstává zachycen na oděvech, různých předmětech či použitých nástrojích, zbraních a na místech kontaktu osoby s danými objekty (sedadla, dveře, prohledávaný nábytek atd.) Naopak stopy bosých chodidel jsou na místech činu nalézány jen vzácně, a to buď jako jednotlivé stopy nebo v rámci tzv. pěšinky lokomoce. Další informace o různých deformacích chodidel je možno také získat hledáním potřebných stop např. ve stélce obuvi. [9]

Vyhledání stop na mrtvole je prováděno jako součást pitvy, na živé osobě provádí ohledání zpravidla lékař.

Expertiza a zajišťování biologických materiálů by se měly provádět zejména in natura (obr.28). V případech, kdy by takové zajištění bylo nemožné nebo komplikované (stopy na podlahách, na nábytku, ... obr. 27), je možno materiál od nosiče fyzikálně či mechanicky oddělit. Fyzikálně se materiál zajišťuje rozpuštěním (rozmočením) stopy a setřením materiálu v destilované vodě navlhčeným vatovým tampónem. Mechanickým způsobem se stopa seškrabává nebo odlupuje z podkladu. Důležité je potom i zajištění vzorku nosiče, aby bylo možné jednoznačně chemicky posoudit případné ovlivnění výsledků. Na méně rozměrných materiálech (nástroje, zbraně, oblečení atd.) se stopy zajišťují i s nosičem.



**Obrázek 27** Možný problém při zajištění stopy in natura



**Obrázek 28** Stopa zajištěná in natura

Biologické stopy podléhají jako každý jiný biologický materiál mikrobiologickému rozkladu, proto je nutné zajistit co nejrychleji (především ve venkovním prostředí), aby nedošlo k jejich zničení. Pro zabránění dalšího poškození biologické stopy, je nutno ji uchovávat v suchém a neprodyšném obale. Biologickou stopu je nutno vždy považovat za velice infekční materiál a podle toho je potřeba s ní nakládat. Nejdůležitější je dodržování základních hygienických pravidel a stop se nikdy nedotýkat (např. holou rukou). Dále je potřeba používat sterilní obaly i nástroje. Při porušení pravidel pro práci s biologickou stopou vzniká obrovské riziko, že stopa bude znečištěna cizorodým biologickým materiálem.

Na první pohled nemůže být nikdy jasné, kolika různým osobám biologické stopy patří. Proto se pokud možno zajišťují ke zkoumání všechny nalezené vzorky (třeba krevní skvrny).

### **3.8.1 Podrobný postup při zajišťování jednotlivých biologických stop z pohledu kriminalistiky**

Zajišťování biologických stop je dosti specifickou záležitostí, při které je potřeba dbát dodržování několika hlavních zásad. Aby samotné zajištění biologických stop proběhlo víceméně bez chyby je níže uvedeno několik rad jak správně postupovat i bez využití speciální kriminalistické techniky. Jednou z nejdůležitějších zásad, která je totožná pro všechny typy stop, je stopy vždy nejdříve zadokumentovat.

**Postup při zajišťování krve.** Menší předměty s krví se zajišťují vždy v původním stavu. Tekutá krev se nasává do čistých sterilních gáz nebo tamponů a nechává se uschnout bez přímého zdroje světelných paprsků a tepla. Pro transport se poté využívá ependorfová zkumavka. V případě rozměrných nosičů stopy, kdy nelze krev zajistit i s podkladovým materiálem, musí být seškrábána do čisté papírové obálky. Kontrolním vzorkem je seškrábaný podkladový materiál z okolí stopy, na kterém se ovšem nesmí nacházet krevní stopa. Zaslou krevní stopu je možno také rozpustit fyziologickým roztokem nebo destilovanou vodou a vetřít do gázy. Taktéž se zajistí i kontrolní vzorek z okolí stopy.

Ve specifických případech zakrváceného sněhu, se sníh nanáší na čistý porézní materiál, kde se nechá roztát. Po následném zaschnutí opět transport v endorfové zkumavce.

Veškeré srovnávací krevní materiály zajišťuje lékař odběrem.

**Postup při zajištění slin a spermatu.** Zajišťují se vždy celé potřísněné předměty nebo jejich části, které se balí každá zvlášť do čistých obalů. Zásadně se nesmí nedotýkat předmětů se stopami holou rukou. Při zajišťování stop slin a spermatu zajistit také srovnávací materiál podezřelé osoby, popřípadě provést odběr krve.

**Postup při zajišťování vlasů a chlupů.** Vlasy a chlupy se nikdy nezajišťují kovovými nástroji, ale pouze rukou. Zajištěné materiály se vkládají opět do papírových obálek, každý samostatně. Jako srovnávací materiál jsou podezřelému vytrženy, ale také odstříženy vlasy a chlupy minimálně z pěti míst hlavy či těla. Každý vzorek je pak zvlášť uložen do obálky a popsán, z které části pochází.

**Postup při zajišťování kostí a kostrových materiálů.** Zde je obzvlášť důležité zadokumentovat místo a okolnosti nálezu a to jak fotograficky tak i např. náčrtem. Vyjmutí kostí se provádí co nejopatrněji a po dostatečném odkrytí zeminy. Ještě před vyzvednutím a jakoukoliv manipulací je nutno zjistit, jestli rozložení všech kostí odpovídá anatomickému pořádku. Na pomoc je vhodné přivolat i antropologa, tedy odborníka, který se dokáže k nálezu vyjádřit i přímo na místě. Při zajišťování stop musí být vyhledány všechny kosti a v případech těch nejmenších využít i např. prosívání zeminy přes síto. K expertize se kosti zasílají v pevných bednách nebo krabicích obalených zmačkaným papírem či dřevitou vlnou, aby nešlo při přepravě k žádnému poškození. Zároveň s kostmi je vhodné zaslat i část okolní zeminy a všechny předměty, které se nacházely v jejich bezprostřední blízkosti.

Je-li součástí nálezu i lebka nebo její větší část a lze-li sehnat technicky dostatečně vhodnou fotografii pohřešované osoby, dá se využít metody superprojekce.

**Postup při zajišťování pachových stop.** Jedním ze způsobů zajištění pachů je nasátí vzduchu do injekční stříkačky nebo plastové láhve. Nejeftivnějším způsobem

je však nasávání vzduchu přes trubičku, která je naplněna absorpčním materiálem (molekulová síta, aktivní uhlí,...). Jiným způsobem získávání a uchovávání pachových materiálů je využití pachových konzerv. Jedná se o vzorek aratexové textilie nasáté pachovým materiálem, případně i s drobnými zdroji pachu, uzavřené ve sterilní sklenici s kovovým uzávěrem. Takovým způsobem „správně“ vytvořená pachová stopa vydrží použitelná i déle než rok.

**Postup při zajišťování DNA.** Nejvhodnějším materiálem ke genetické analýze je krev. Potřebný vzorek DNA je izolován z buněk tkání krevního oběhu a leukocytů. DNA. Dalším možným zdrojem DNA jsou ejakulát, vlasy, buňky uvolněné z pokožky, sliny s buňkami z dutiny ústní, zuby a kosti. DNA lze v podstatě zajistit z jakéhokoliv biologického materiálu, který obsahuje buněčná jádra nebo alespoň dostatečné množství zachovalé mitochondriální DNA.

### 3.9 Zkoumání biologických stop

Při zkoumání biologických stop se postupuje ve čtyřech logicky na sebe navazujících krocích. Za obecný cíl zkoumání lze považovat získání co nejpřesnějších informací o jedinci, který biologickou stopu vytvořil. Za konečný a také velice žádaný výsledek je možno označit individuální identifikaci biologického organismu, jemuž zkoumaná stopa kriminalistického zájmu patří.

Čtyřmi jednotlivými kroky kriminalistického biologického zkoumání jsou: [1]

**Orientační zkoušky.** Jedná se o zkoušky, které jsou zmíněny již výše při popisování vlastností jednotlivých druhů biologických materiálů. Typické využití orientační zkoušky je především při řešení otázky, zda se vůbec může jednat o biologický materiál (např. krevní stopu). Za dobu kriminalistiky bylo vypracováno mnoho způsobů provádění orientačních zkoušek. Některé byly z nevyhovujících důvodů používány jen krátce, jiné jsou však používány doposud. Tradičně se využívalo zkoušky s benzidinem. Tampóny vlhčenými touto látkou se přetíralo zkoumané místo, a pokud došlo ke vzniku přibližně modrozeleného zbarvení, dalo se usoudit, že se namíste nachází krevní materiál. V dnešní době se již této látky ze zdravotních důvodů nevyužívá. Nahradil jej zdravotně nezávadný a v současnosti používaný prostředek s obsahem o-tolidinu, který má podobné zbarvující vlastnosti. Toto činidlo se vyrábí jako forma detekčních proužků hojně



využívaných i v lékařství, sloužících pro detekci krve nacházející se v různých tělních tekutinách, nejčastěji v moči. Detekční proužek se skládá ze čtverečku filtračního papíru napuštěného daným činidlem a kousku plastické hmoty (cca 8 x 1 cm) sloužící k uchopení proužku. K detekci dochází při ponoření do zkoumané kapaliny nebo přitisknutím proužku ke zkoumané stopě a pozoruje se změna obarvení. Dalším druhem orientačního zkoušení je využití ultrafialového záření, kdy se po ozáření specifické druhy biologických materiálů projeví jako tmavé skvrny, jiné zase fluoreskují. Historicky poměrně frekventovanou zkouškou byla modrobílá fluorescence luminolu při styku s krví. Efekt byl pochopitelně jasně zřetelný pouze v noci nebo v tmavých prostorech. Využívalo se jí tedy zejména v případě nutnosti prověření místa v terénu, podlah nebo větších ploch. Výsledky všech orientačních zkoušek je nutno brát opravdu s nadhledem, jelikož tak jako biologická stopa může reagovat i jakákoliv jiná nebiologická látka.

**Specifické zkoušky.** Následují po zkouškách orientačních. Měly by jasně prokázat, zda je nalezená stopa skutečně biologickým materiálem a jakého druhu. Častokrát využívané jsou pro detekci krve bez ohledu na to, zda je krev zvířecího nebo lidského původu. Podle toho, o který materiál se dle orientační zkoušky jedná, je třeba využít druh specifické zkoušky. K detekci krevního materiálu se dnes využívá mikrokrytalografické nebo spektrální metody. Mikrokrytalografická metoda je založena na schopnosti chemické reakce některých reagenčních činidel s červeným krevním barvivem (hemoglobin), při které vznikají krystalky s typickou barvou i vzhledem.

Je známo, že hemoglobin je obsažen pouze v krvi, tím současně dochází i k důkazu této biologické látky. Veškeré takové zkoušky jsou prováděny optickým mikroskopem v minimálním měřítku, proto je spotřeba vzorku biologické stopy jen zanedbatelná. Metoda byla objevena již v 19. století panem Teichmannem. V dnešní moderní kriminalistické praxi se využívají všelijaké její modifikace s použitím jiných reagenčních činidel, které rozšiřují původní možnosti metody. Při zkoušce se postupuje: materiál, který bude zkoumán, se umístí na mikroskopické sklíčko. Po přidání 1-2 kapek reagenčního činidla se musí směs opatrně zahřát. V zorném poli optického mikroskopu je následně možno pozorovat vznik barevně i tvarově typických krystalků. Spektrální metoda se zakládá na absorpci některých vlnových délek světla procházejícího hemoglobinem. Poměrně jednoduchými přístroji se ve spektru vyhledávají absorpční pásy, jejichž poloha odpovídá hemoglobinu. Touto metodou lze odhadnout i otravu kyanidy nebo oxidem uhelnatým,

jelikož lze pomocí spektra zjistit karbonylhemoglobin a kyanhemoglobin (deriváty hemoglobinu) jež mohou být důkazem právě zmíněných otrav. K identifikaci vlasů a chlupů se využívá metoda mikroskopického zkoumání. Nález se poté porovnává s jednoznačnou morfologickou stavbou lidských vlasů a chlupů nebo chlupů zvířecích. Výsledkem je jednoznačné odlišení těchto stop od jiných na první pohled jim podobných objektů. V ejakulátu jsou mikroskopicky vyhledány jednotlivé spermie nebo jejich zbytky. Ovšem většinou jsou v kriminalistice stopy ejakulátu zasílány ke zkoumání již se značným zpožděním od doby svého vzniku, proto bývá identifikace jednotlivých spermií velmi složitá a často se nelze díky rozkladu ani zjistit. V takovém případě je důkaz prováděn biochemickou metodou, která dokáže zjistit přítomnost fruktózy, kyselých fosfatáz a sperminu. Moč je dokazována nálezem pro ni typických složek jako jsou kreatin, kyselina hippurová nebo močovina. Ke zkoumání se využívá chromatografické nebo někdy i mikroskopické (v případě nálezů tekuté moči, ve které je možno hodnotit i nález sedimentu) metody. Sliny a pot specifickým zkouškám podstupují jen málokdy, většinou je jejich přítomnost předpokládána (u slin je možno dokázat enzym amylázy sloužící ke štěpení polysacharidů v potravě). Kostí a jejich existence se snadno dokazuje i pouze vizuálně. Větší problémy mohou činit malé úlomky kostí nebo jejich zbytky. V takovém případě se přistupuje k mikroskopickému zkoumání příčných výbrusů, které svou specifičností jasně určují, jestli o kost jde či nikoliv.

V kriminalistice lze identifikovat různé biologické stopy mnohými specifickými způsoby. Zpravidla se ale vyhledávají pouze mikroskopicky na první pohled rozeznatelné částice jako například typické rozdrčené nebo volné buňky v útržcích tkání různých orgánů, tukové částice v mléce atd.

**Rozlišení druhu biologického materiálu.** Pro kriminalisty je zásadní záležitostí určení zda se jedná o krev lidskou či o krev nějakého zvířete. Je to první z bodů, od kterého se bude odvíjet jejich kriminalistický zájem. Rozdíl mezi lidským a zvířecím biologickým materiálem je v obsahu látek bílkovinného charakteru. Takové látky se nenacházejí jen v krvi, nýbrž jsou obsaženy i v jiných biologických strukturách, proto je možné rozlišit materiál lidského či zvířecího původu i zkoumáním jiných biologických látek. Při testech je využito biochemických, srážecích nebo precipitačních reakcí. Základní metodou používanou pro rozlišení lidských biologických materiálů od zvířecích je aplikace precipitačních sér. Princip přípravy těchto sér je následující: Historicky se sérum

připravovalo injekčním vstříknutím zředěné krve do živého laboratorního zvířete (nejčastěji králíka), kdy v jeho organismu dojde k odmítavé reakci. Projevená reakce se vyznačovala např. odmítáním potravy, zvýšenou tělesnou teplotou a dalšími vnějšími projevy. Když příznaky odezněly, opakoval se celý proces znovu, až se postupně v krvi laboratorního zvířete vytvořilo dostatečné množství tzv. protilátek. Poté se zvíře usmrtilo a nechalo vykrváčet. Dnes se však tento postup již fakticky nepoužívá. Protilátky se získávají pouze z určitého množství krve a laboratorní zvíře se nechá žít (především větší zvířata). Odebranou krev je nutno nechat ustát, aby došlo k oddělení krevního podílu a plasmy, která vytvořené protilátky obsahuje. Takto získaná látka se nazývá sérum a je použita k dalšímu zkoumání. Lze připravit mnoho druhů precipitačních sér, ovšem z praktických důvodů se nejčastěji hromadně vyrábějí séra proti lidské bílkovině. Dále jsou připravovány séra proti bílkovině domácích zvířat (psi a kočky), hospodářských zvířat jako jsou hovězí, vepřové, ovčí, kozí a koňské bílkoviny, drobných hospodářských zvířat (králíci, drůbež) a lesní zvěři (jeleni, daňci, srnci, mufloni). Dle zmíněných reakcí je možná příprava i dalších potřebných sér. Vlastní zkoumání poté probíhalo následovně: původně byla do laboratorní zkumavky, ve které se nacházel filtrací přečištěný výluh získaného materiálu, bez míchání přidávána vrstvička konkrétního séra. Vznikl tak sloupeček dvou nesmíšených, vzájemně oddělených tekutin, které se dotýkaly pouze ve své styčné ploše. Rozhraní obou tekutin bylo pozorováno proti tmavému pozadí. Za pozitivní reakci se dal označit bělavý zákal nebo bělavá opalescence na rozhraní obou tekutin, k čemuž dojde pouze v případě přítomnosti druhově shodných bílkovin (např. kontakt lidské bílkoviny se sérem proti lidské bílkovině, kontakt kočičí bílkoviny se sérem proti kočičí bílkovině a podobně). [1] K této pozitivní reakci nedojde například při kontaktu psí bílkoviny se sérem proti lidské bílkovině, při kontaktu koňské bílkoviny se sérem proti psí bílkovině atd. Výše popsané zkoumání se již v dnešní době nepožívá, jelikož je velmi náročné na množství zkoumaného materiálu i na množství séra. V moderních aplikacích tohoto zkoumání je využíváno difúzních dějů probíhajících např. v agar-agarovém gelu. Takových moderních aplikací je dnes již celá řada, přičemž všem je společná pouze minimální spotřeba jak zkoumaného materiálu, tak i sér.

**Konkrétnější identifikace lidského biologického materiálu.** Cílem této zkoušky je co nejpřesnější individuální identifikace člověka. V dobách kdy se biologické identifikace začalo využívat, dokázali kriminalisté identifikovat lidského jedince pouze

podle kosterních nálezů. I tak se za optimálních podmínek jednalo o velmi složitou a zdlouhavou práci. Ve většině případů docházelo pouze k určení okruhu nebo skupiny osob, ze kterých mohl biologický materiál pocházet. V současnosti se již takřka ve všech případech zkoumají biologické stopy pomocí molekulární biologie. Jde o zkoušky lidské DNA, tedy kyseliny deoxyribonukleové, díky které lze při optimálních podmínkách jasně identifikovat biologického jedince. Zkoumání je založeno na vyhodnocování krátkých úseků molekuly DNA, jež jsou nosiči genetické informace o konkrétním člověku. Výhodou je, že k identifikaci člověka podle zkoumání kyseliny deoxyribonukleové lze využít mnoho různých biologických stop.

Lidské biologické materiály jsou blíže zkoumány sérologickými metodami, které již po dlouhou dobu umožňují určení krevních vlastností, díky nimž dochází ke značnému zúžení okruhu osob, ze kterých může stopa pocházet. Z velkého množství krevních skupinových vlastností mají pro kriminalistiku význam pouze ty, které se dají vyčíst i ze starších (zaschlých) stop. Celkem bez problému je možno z biologické stopy zjistit skupinové vlastnosti krve pomocí systému ABO /H/, což je i pro laiky dobře známé dělení krevních skupin A, B, AB a 0 (nula). Dále lze také zjistit i lékařsky důležité krevní skupinové vlastnosti Rh<sup>+</sup> a Rh<sup>-</sup>, M, N a MN a další. Krevní skupinové vlastnosti svým názvem mohou naznačovat, že je lze zjistit pouze z krve, to ovšem není pravda. Mnoho krevních vlastností lze v řadě případů zjistit i v jiných biologických materiálech (např. ve vlasech, slinách, potu, ejakulátu nebo v kostech). V současnosti je z identifikačního hlediska stále více využíváno zkoumání DNA, což vede ke snižování významu sérologických zkoumání. I tak je ale stále ještě možno získat sérologickým zkoumáním řadu významných kriminalistických informací.

Výše uvedené kroky na sebe logicky navazují a postupně tak jak jsou uvedeny, jsou i prováděny. Mnohdy je však možno jedním druhem zkoumání uskutečnit i více kroků najednou. Například mikroskopické zkoumání vlasu jednoznačně určí, zda se opravdu jedná o vlas. K potvrzení dojde i na základě morfologické stavby objektu zkoumání, čímž je vyloučena možnost, že by se mohlo jednat např. o zvířecí chlup nebo textilní vlákno. Dále je možno touto jednou metodou vlas blíže specifikovat a určit také jeho stavbu, barvu, rozložení pigmentu a mnoho jiných znaků. V dnešní době se již často od provádění orientačních zkoušek upouští. Hlavním důvodem je kontaminace stopy byť minimálním

množstvím biologického materiálu, který může negativně stopu ovlivnit pro vícenásobné zkoumání. Toto je spjato především s případy, ve kterých je zajištěné množství biologického materiálu již tak malé, že jeho použití pro účely orientačních zkoušek by bylo naprostým „plýtváním“. Při zkoumání biologických stop lidského původu je možno získat i mnoho dalších kriminalisticky významných informací. Lze mezi ně zařadit zjištění pohlaví podle charakteristických přívěšků zjištěných při zkoumání buněčných jader bílých krvinek nebo odumřelých částeczek pokožky typických pro ženská pohlaví. Dále lze zkoumáním zjistit i druh a původ krve, např. krev z konkrétního poraněného orgánu, menstruační, těhotenská či novorozenecká krev atd.

### 3.10 Pořizování srovnávacích materiálů

Nejčastěji odebíranými materiály jsou v případě lidského těla vlasy a chlupy, sliny, poševní výtěr a krev. Srovnávací vzorky kostí, potu a dalších materiálů se nepořizují. Nejběžnější zajištění slin je prováděno tzv. bukáním stěrem (obr. 29) nebo případně nasliněním cigaretového papírku. Při srovnávání vzorků vlasů a chlupů je nutno zajistit vlasy a chlupy z různých míst po celém těle, aby byly k dispozici všechny možné vzorky, které by se na konkrétní osobě mohly nacházet. Specifické je odebírání srovnávacích vzorků pachu, kdy se používá stejné metody jako při odběru vzorků v terénu (arataxový pachový snímač).



Obrázek 29 Provádění tzv. bukáního stěru

Dalšími materiály odebíranými pro účely identifikace jsou srovnávací otisky prstů, dlaní a chodidel. Na hladkou pokožku je nanášena daktyloskopická čern a poté je obtisknuta na skleněnou či jinou hladkou podložku. V případě ucha se v kriminalistické praxi využívá několik metod. Identifikovaná osoba přitiskne ucho na skleněnou desku, ze které je poté

otisk zajištěn klasickými metodami nebo zanechá potřebný otisk přitlačením ucha přímo na daktyloskopickou fólii. Pro specifické účely odebrání srovnávacích vzorků ucha byl vyvinut i speciální fotoaparát se skleněnou deskou upevněnou před objektivem, pomocí kterého lze fotografovat otisk ucha pod různým tlakem.

Ostatní odebrání vzorků by již mělo být prováděno prostřednictvím odborných lékařských pracovišť. Například při odběru krve, poševního výtěru či srovnávacího vzorku ejakulátu, je nutné, aby odběr prováděl vždy lékař nebo kvalifikovaný zdravotník. Krev se odebírá injekční stříkačkou, avšak nejčastěji pouze pro účely kompletního vyšetření na přítomnost alkoholu pro účely řízení o dopravních přestupcích podle zákona č. 200/1990 Sb., o přestupcích ve znění pozdějších předpisů. [1] Základním pravidlem odběru biologických materiálů je šetřit zdraví osoby a také její důstojnost. Týká se to především při hlubších zásazích do integrity jedince, jako jsou odběry z intimních míst těla nebo jiné podobné odběry. Ze strany orgánů trestního řízení musí být tedy veškeré tyto odběry prováděny s maximální obezřetností a opatrností.

## 4 DOKUMENTACE

Dokumentaci, již provádějí složky vyšetřovací a jiné podobné orgány, za účelem objasnění trestného činu či pouze se snahou identifikovat případné stopy nebo pachatele, lze nazvat jako „dokumentaci kriminalistickou“. Níže bude tedy tento obecně vžitý název využíván.

### 4.1 Kriminalistická dokumentace

Dokumentace je vnímána především jako způsob uchování zjištěných informací, se kterými se dá nadále jistým způsobem pracovat. Hraje tak významnou roli před soudem a musí být součástí každého postupu právního charakteru. Úkolem kriminalistické dokumentace není jen zadokumentovat případnou stopu, protože v případě vyšetřování je nutné dokumentování i dalších okolností buďto přímo nebo nepřímo souvisejících. Takovými okolnostmi bývají především údaje o způsobu provedení trestného, ale také o použitých kriminalistických metodách a jejich výsledcích.

Na kriminalistickou dokumentaci je kladeno několik základních požadavků. Kriminalista by se měl pokusit o věrné zobrazení situace na místě kriminalisticky relevantním. Důsledkem zadokumentování by poté měla být možnost názorné představy subjektům, které budou dokumentaci poté využívat. Rovněž musí být možné obnovit jakoukoli situaci a zajistit maximální shodnost se situací původní a to nejen v případě rekonstrukcí. V neposlední řadě by předmětem dokumentace neměly být jen konkrétní objekty či stopy, ale také použité prostředky, způsoby a metody, které je také vhodné zafixovat (zachytit).

Vzhledem k rychlému rozvoji vědy a techniky v ní využívané je fixace závislá na způsobu prováděné vyšetřovací úkonů nebo s přihlédnutím druhu zkoumaného objektu. Kriminalista většinou rozpracuje několik různých druhů dokumentace, které se nikdy nedublují, ale většinou slouží pro doplnění jedna druhé.

K nejčastějším způsobům dokumentace lze poté zařadit protokol, obrazovou dokumentaci, topografickou dokumentaci a některé speciální druhy, které jsou uvedeny níže.

#### 4.1.1 Protokol

Základním kamenem dokumentace je vždy protokol. Jeho procesní náležitosti upravuje § 55 trestního řádu. Protokol je tvořen slovním popisem průběhu dokumentování a popisem jednotlivých kriminalistických metod. Aby byl co nejúplnější a nejpřesnější,

je doplňován ostatními druhy dokumentace, které jej informačně rozvíjí. Při tvorbě protokolu se užívá spisovná čeština a také odborná terminologie. Ke zkvalitnění protokolu přispívá rovněž systematicčnost, přesnost, objektivnost a hlavně úplnost. Neměly by se v něm proto objevovat neurčité výrazy (např. asi, možná, daleko, cca,...), subjektivní závěry, domněnky apod. Protokol zprostředkovaně zachytává fakta, události a skutečnosti vnímané osobou, která jej zpracovává, a tudíž je kvalita protokolu závislá zcela na ní.

Pro přehlednost a orientaci je protokol dělen do tří částí, a to úvodní část, popisná část a závěrečná část. Jejich obsah se poté může měnit podle druhu protokolované kriminalistické metody.

**Úvodní část** - označuje událost, která je protokolována, čas a místo protokolace, jednotlivé účastníky úkonu a jejich trestněprocesní postavení. Někdy jsou zde uvedeny i povětrnosti a světelné podmínky bezpečnostní nebo např. bezpečnostní zajištění průběhu protokolace.

**Popisná část** - tato část protokolu vyžaduje nejdůslednější dodržování podmínek protokolace. Jedná se o nejsložitější a nejobsáhlejší část, v níž je co nejpřesněji popsán celý prováděný úkon.

**Závěrečná část** - v této poslední části protokolu jsou uváděny seznamy všech výsledků použitých kriminalistických metod, přiložené dokumenty související s protokolací, seznamy dalších důkazů či případných stop apod. Na konci nesmí chybět poučení o souhlasu se zněním protokolu, případné námitky a návrhy, čas ukončení protokolace a podpisy osob účastněných a přítomných.

#### 4.1.2 Obrazová dokumentace

V kriminalistické praxi je v současné době nejčastěji využívána forma fotografické dokumentace a videodokumentace. Obecně je kriminalisty obrazové dokumentace využíváno při vyšetřovacím pokusu, rekognici, ohledání, rekonstrukci a prověrce výpovědi na místě. Důležité je uvědomit si, že fotografická i videodokumentace jsou samostatnými úkony kriminalistické dokumentace a jedna v žádném případě nenahrazuje druhou.



#### 4.1.2.1 Fotografická dokumentace

V rámci kriminalistické dokumentace je považována za jednu z nejdůležitějších. Lze pomocí ní objektivně posoudit všechny důležité okolnosti a zároveň umožňuje podání názorné a nezkreslené představy o skutečnostech, které byly touto metodou zachyceny. Fotografie pořízená ke kriminalistické dokumentaci zachytává většinou jen pouhým okem viditelné skutečnosti (obr. 30) a speciálních metod využívá jen minimálně (panorama, makrofotografie,...).

Základní druhy dokumentační fotografie jsou děleny podle záběru snímků a jejich rozsahu na:

**Fotografie přehledné (celkové)** – dokumentace celkového vzhledu místa po provedení kriminalistické metody. Snímky musí zobrazovat výsledky použité metody.

**Fotografie situační (celkové)** – dokumentace celkového vzhledu místa před ohledáním nebo provedením jiné kriminalistické metody.

**Fotografie orientační** – zachycuje nejširší okolí celého místa. Výstupem snímků by mělo být poznání, kde se místo nachází, jaké jsou k němu přístupové cesty atd.

**Fotografie polodetailní** – slouží pro zachycení polohy a vzájemného vztahu stop a jednotlivých předmětů. Na zachyceném obraze by měly být zřejmé i prostorové souvislosti mezi ostatními objekty

**Fotografie detailní** – zachycení důležitých maličností, které obvykle nemají žádnou obrazovou návaznost. Nejčastěji se zachycují jednotlivé konkrétní předměty a stopy s detaily. Důležité je zachytit i jejich velikost, k čemuž se nejčastěji využívá milimetrového měřítka.



Obrázek 30 Fotografická dokumentace

Fotografická dokumentace se vždy vyhotovuje ve více provedeních. Nejčastěji však dvakrát (v důvodných případech i vícekrát). K vyhotovení fotografií dochází v rozměru 9 x 13 cm a poté se fotografie vlepují do archů formátu A4 očíslovanými pořadovými čísly. Číslo nejvyšší pořadové hodnoty podává zároveň informaci o celkovém počtu fotografií v archu. Předměty a stopy zachycené ve fotografické dokumentaci musí být očíslovány shodně s náčrtem, plánkem a protokolem o ohledání. Potřebné vysvětlivky ke konkrétním fotografiím jsou uváděny vždy na samostatný list, který se vlepuje na první stranu fotodokumentace. Kompletní fotografická dokumentace se prošíje dohromady a na přední stranu dokumentované události se uvede její název, počty listů, fotografií, příloh a podpisy zpracovatele a vedoucího útvaru. Pouze v případě trestné činnosti neznámého pachatele je fotografická dokumentace administrativně zpracovávána (z digitálních nosičů nebo i z negativu) až po zjištění pachatele. Digitální nosiče (negativy) jsou spolu s jednoduchým popisem zachycených snímků uloženy u kopie spisu. Proces uložení musí dbát na jeho ochranu před poškozením či znehodnocením. Při takovémto uložení digitálních nosičů snímku (negativu) je možno kdykoliv pro potřeby policejních orgánů zhotovit novou kontaktní fotografii (pozitiv).

#### **4.1.2.2 Videodokumentace**

Videodokumentací je možno na rozdíl od fotodokumentace zachytit i zvuk. Většinou zachycuje provádění kriminalistických metod (např. rekonstrukci) nebo zaznamenává jiné kriminalisticky důležité události (např. průběh a lokalizace požáru). Předností videodokumentace je přímé zachycení celkové dynamiky snímaného děje. Svůj význam má ale i při dokumentaci událostí statických (prvotní ohledání místa činu při zvlášť závažných trestných činnostech). Postup při videodokumentaci je následující. Nejdříve je v původním stavu zadokumentována celková situace na místě (ihned po příchodu), poté jsou dokumentovány jednotlivé soubory stop a předmětů, postup při ohledání a následně významné úseky místa. Videodokumentace je při natáčení doplňována komentářem, který by měl uvádět další poznatky týkající se samotného procesu ohledání (např. popis předmětu kriminalistickým expertem).

Pokud má být videozáznam využit jako důkazní prostředek, je nutné, aby splňoval všechny formální náležitosti protokolu trestního řádu. Vhodnost obsahových či formálních procesních úkonů videodokumentace je proto řešena analogicky k protokolární formě.

Videodokumentace je dělena na tři části:

**Úvodní část** – jejím obsahem je hodnost, jméno, příjmení a funkce policejního orgánu konajícího úkon. Dále přesné uvedení místa, čas a předmět úkonu. V úvodní části nesmí chybět ani jména a příjmení úředních osob a jejich funkce, jména a příjmení zákonných zástupců a zmocněnců a jména a příjmení všech zúčastněných přítomných stran. Mnohdy jsou v ní uvedeny také návrhy stran, udělení poučení, případné vyjádření poučených osob a podmínky, zvláštnosti nebo jiné okolnosti použitých dokumentačních technik.

**Popisná část** – zachycuje přesný průběh a způsob provedení celého úkonu. Případně je v této části zaznamenáno jednání a chování obviněného nebo ostatních zúčastněných osob a orgánu, který úkon provádí. Stěžejní je zaznamenání dodržení zákonných ustanovení upravujících provádění úkonu.

**Závěrečná část** – jejím obsahem jsou návrhy a námítky zúčastněných stran, potřebná vyjádření poučených osob a hlavně místo a čas ukončení úkonu.

K archivaci videozáznamů dochází vždy v jejich nezměněné podobě, jakýkoliv zásah (i stříhem) je absolutně nepřípustný. Pro kriminalistickou činnost je ihned po natočení pořízena pracovní kopie a původní videozáznam je uložen v archívu policejního útvaru, kde došlo k pořízení. Rozdíl je v tzv. kopii ke spisu. Jedná se o upravený videozáznam, který se doplňuje údaji o místě, kde je uložen originál a o délkách jednotlivých stop upraveného a původního záznamu. Dále je v něm uveden název útvaru, kdo prováděl stříh a následné úpravy, archivní číslo a číslo trestního spisu, pod kterým je vyšetřování vedeno. Jelikož je jakékoliv poškození záznamu nevratné, v rámci bezpečnosti a ochrany původního videomateriálu, se originální záznam ani nepůjčuje. Případem, kdy je možné jej poskytnout, je soudní proces nebo potřeba kriminalistické videoexpertizy.

#### 4.1.3 Topografická dokumentace

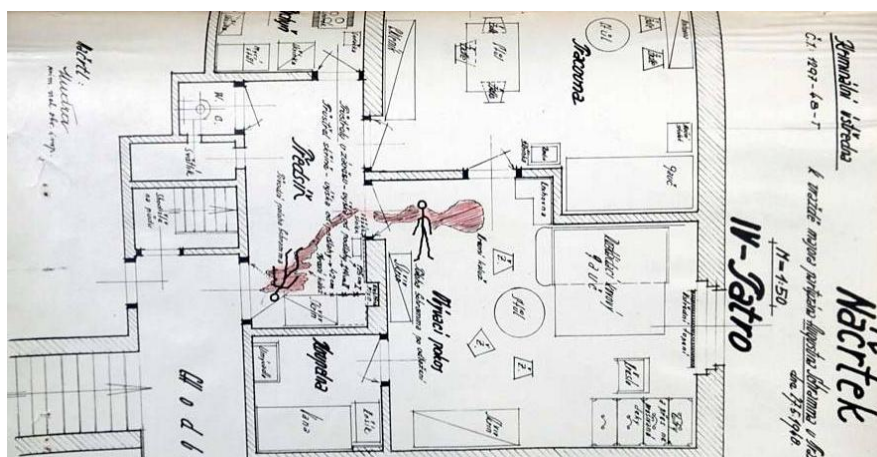
Topografická dokumentace zachycuje konkrétní údaje o vzájemném umístění jednotlivých objektů na dokumentovaném místě a dále informuje o tvarech a rozměrech stop. Na rozdíl od fotografie je možno přesně specifikovat objekty, které s dokumentovanou událostí souvisejí. Kvalita a celkové zpracování se odvíjí od zkušeností a šikovnosti pořizovatele

dokumentace, který musí dle svého úsudku na zobrazeném objektu vybrat ty detaily, které mají informačně největší vypovídající hodnotu.

Topografická dokumentace využívaná v kriminalistice nemá tak široký záběr použití jako ostatní druhy dokumentace. Úkolem topografické dokumentace je zvýšení názornosti slovního popisu a její využití má význam především při ohledání místa činu. Jako součást topografické dokumentace by neměly chybět hlavně plánek a náčrtek.

Náčrtek je přibližný obraz daného místa, který je kreslený pouze rukou (obr. 31). Jeho zpracování probíhá během ohledání a objekty se v něm objevují postupně tak, jak byly ohledány a zapsány v příslušném protokolu.

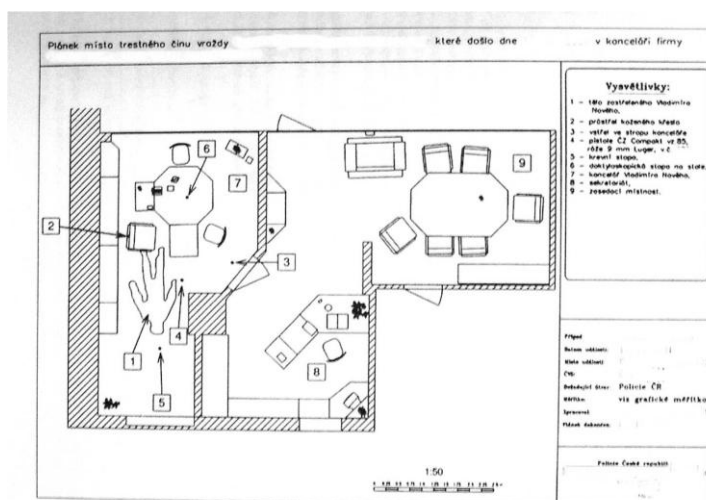
S ohledem na rozsah místa a charakter případu se v kriminalistické praxi běžně používá náčrtek situační, jenž zachycuje všechny objekty, které objasňují situaci na místě, napadený objekt, důležité stopy a jejich prostorové umístění apod. Dalšími druhy náčrtků jsou náčrtek orientační a náčrtek polodetailní. Ty se ovšem využívají pouze tehdy, vyžadují-li to zvláštnosti objasňovaného případu. Z kvalitně udělaného náčrtku by poté neměl být problém zpracovat podrobný plánek, který je důležitý při řešení závažnějších případů.



Obrázek 31 Příklad kriminalistického náčrtku

Plánkem se rozumí přesné grafické znázornění místa ohledání a jeho okolí. Vzniká podle pořízeného náčrtku a vždy je rýsován v požadovaném měřítku většinou v závislosti na velikosti místa ohledání. Plánek není nikdy zpracováván přímo na místě, k tomu slouží náčrtek. Jeho zpracování probíhá až později na útvaru a používají se při něm rýsovací

pomůcky a vhodný formát papíru (obr. 32). Ne vždy je konečný plánec zpracováván policejním orgánem, který pořizoval náčrtek, proto je zde zásadní kvalita náčrtku, podle kterého by měl být schopen zhotovit odpovídající plánec každý kvalifikovaný policejní orgán. Druhy pláneků jsou shodné s druhy náčrtků.



Obrázek 32 Příklad kriminalistického pláneků

Výše zmíněné klasické metody jsou v dnešní době stále více vytlačovány novými postupy využívající nové technické pokroky a trendy. Jedněmi z takových jsou např. metody fotogrammetrické, využívané zejména při dokumentaci místa události (DMU). Fotogrammetrická metoda DMU je provázena dvěma etapami, a to činností na místě události a činností na počítači. První ze zmíněných spočívá v nafocení místa podle stanovených zásad fotoaparátem se speciální úpravou. Při druhé se poté z vyvolaných fotografií o rozměru 13 x 18 cm provádí digitalizace obrazu buď pomocí tabletu, nebo scanneru. Po konečné grafické úpravě obsahuje plánec topografický obraz události a formální údaje (záhlaví, měřítko).

Používání moderních metod mnohdy vede ke zkrácení doby potřebné pro zadokumentování místa činu a k rychlejší a přesnější tvorbě pláneků. Využívá se jí především k dokumentování závažných trestných činů a složitých situací na místě ohledání. Doplnkovou metodou topografické dokumentace může být i zaměřování pomocí globálního polohového systému – GPS. Toho je využíváno pro přesné určení místa ve zcela neznámém terénu.

#### 4.1.4 Jiné druhy kriminalistické dokumentace

Specifickým zatím nezmíněným druhem dokumentace využívaným v kriminalistice je audiodokumentace neboli dokumentace zvuková. Své místo nachází zejména při výslechu osob, jako jsou děti, nemocní, staří nebo umírající a také při výslechu týkajícího se závažných trestných činů. Zvukové dokumentace se využívá i v případech, kdy nejsou vhodné podmínky pro vypracování řádného protokolu např. při ohledání místa činu. Protokol je poté vypracován bezprostředně po pořízení nahrávky a audionahrávka slouží jako jeho příloha. Mezi další důvody použití patří věrné zachycení atmosféry celého nahrávaného děje (nervozita, bezprostřední reakce, jistota atd.). V některých případech může audionahrávka sloužit i jako doprovod videozáznamu.

Jako další způsoby dokumentace lze označit speciální druhy dokumentace laboratorních postupů či výsledků laboratorních zkoumání, které jsou většinou tvořeny výstupem z konkrétního přístroje. Takovými výstupy mohou být grafické záznamy (plynový chromatogram), zápisy o průběhu a změnách teplot a další.

## 4.2 Elektronické informační systémy v kriminalistické praxi

Už v dobách minulých věděli, že v případě řešení trestných činů je potřeba, aby byly údaje o pachatelích (otisky prstů, tělesné míry, ...) vedeny v kriminalistických evidencích. Vznikaly různé způsoby klasifikačních systémů, podle kterých byly údaje řazeny, avšak se stále narůstajícím počtem evidovaných údajů bylo vyhledávání konkrétních informací neskutečně a časově velmi náročné. Se stále rozšiřujícím se zapojováním výpočetní techniky do kriminalistické praxe přecházel postupně větší díl práce počítačům, pomocí kterých byly potřebné údaje vyhledávány v elektronických systémech (databázích). Z neznámějších takovýchto systémů lze uvést např. TRASIS, CODIS, AFIS a FODAGEN, jež jsou i v současnosti využívány Policií České republiky.

AFIS-2000 (Automated Fingerprint Identification System). Jedná se o informační systém, který slouží ke klasifikaci, ukládání, kódování a komparaci daktyloskopických stop. V České republice došlo k nasazení systému AFIS v roce 1994, kdy byl instalován na Kriminalistickém ústavu Praha. I když byl od této doby systém několikrát inovován, jeho základní princip činnosti zůstává stále stejný. Po vložení daktyloskopické stopy je program schopen automaticky zobrazit jednotlivé markanty daného otisku. Pokud je vše

v pořádku a není potřeba žádných korekcí od obsluhujícího technika, vyhledá program v databázi nejpodobnější evidované otisky, které musí následně technik porovnat se zkoumanou stopou. Kapacita systému je 800 000 daktyloskopických karet, které dokáže program zpracovat i evidovat.

S rozvojem identifikace DNA byla i v České republice založena Národní databáze DNA. Provoz zabezpečuje systém CODIS, který byl zakoupen od americké FBI. V systému CODIS dochází ke zpracování dat genetických profilů, které byly získány analýzou DNA většinou z biologických stop nalezených na místě činu a genetické profily vybraných pachatelů trestných činů. Systém umožňuje archivaci, vyhledávání a porovnávání DNA profilů. Výhodou systému CODIS je možnost komunikace s mezinárodní databází DNA profilů, která je vedena Interpolem. Z důvodu ochrany osobních údajů osob uložených v systému CODIS byla zprovozněna databáze INFO-DNA, ve které jsou odděleně ukládány osobní údaje každého genetického profilu.

Systém k porovnávání trasologických stop se nazývá TRASIS. Slouží zejména k práci se stopami obuvi a skládá se z textové a obrazové databáze. TRASIS je elektronický informační systém sloužící zejména pro porovnávání trasologických obuvi. Databázi tvoří textová a obrazová dokumentace podešví, kódovací systém klasifikace podešví, systém specifických uživatelských výstupů a vyhledávací systém.

FODAGEN (FOtografie-DAktyloskopie-GENetika) je elektronická databáze, která propojuje již zavedené systémy CODIS, INFO-DNA, C-AFIS a databázi kriminalistických třídných fotografií. Byl vytvořen především k urychlení vkládání a oprav informací, ke zjednodušení vyhledávání a samozřejmě jako komunikační systém v rámci poskytování služebních informací.

Policie České republiky využívá také softwarový systém LUCIA sloužící k identifikaci osob podle uší.

### **4.3 Důležitost dokumentace**

Dokumentace v oblasti kriminalistiky hraje nezastupitelnou roli při vyšetřování i objasňování trestných činů. Jedná se o ucelený materiál, který obsahuje veškerá kriminalisticky relevantní poznání o výsledcích a průběhu použitých kriminalistických metod. Hlavním úkolem dokumentace ovšem je, aby si pomoci ní každý (i ten kdo

na zájmovém místě vůbec nebyl) dokázal vytvořit jasnou představu o dané události i zadokumentovaných skutečnostech.



## 5 MOŽNOSTI BUDOUCÍHO VÝVOJE IDENTIFIKACE ČLOVĚKA V KRIMINALISTICE A PKB

### 5.1 Komerční využití

Biometrické identifikace bylo i díky své vysoké ceně historicky využíváno zejména v policejně-soudních aplikacích. Rychlý rozvoj techniky natolik zpřístupnil tyto technologie široké veřejnosti, že se začaly hojně využívat i v komerčních aplikacích. Dnes je biometrické identifikace využíváno v mnoha oborech a směrech lidské činnosti.

V současnosti, ale i do budoucna, je do značné míry počítáno s biometrií jako nenahraditelným prvkem v mnoha dalších aplikacích, mezi které lze zařadit:

**Ochrana vstupu do objektů a zařízení.** Podobným způsobem, jako neoprávněné vstupy do počítačových sítí nebo podvody s platebními kartami, rostou i počty neoprávněných průniků do střežených objektů, využívající standardní prostředky zabezpečení.

**Ochrana majetku.** Funkčnost některých zařízení (luxusních vozidel) je podmíněna potvrzením biometrické identity. Bez potvrzení otisku prstu nelze zařízení spustit, nastartovat automobil, otevřít dveře od konkrétní místnosti apod. Biometrické aplikace pro rozpoznávání lidské tváře mohou efektivně přispět k ochraně majetku např. ve velkých obchodních domech, sítích prodejen atd. Do počítačové databáze se ukládají tváře zlodějů, kteří byli přistiženi při krádeži ve sledovaných objektech, podobným způsobem, jako se vyvěšují např. na veřejné nástěnky. V okamžiku, kdy osoba, která byla již jednou přistižena při krádeži, vstoupí do sledovaného objektu, je personál místní ostrahy uvědomen o jejím výskytu a může být provedeno intenzivní, preventivní pozorování.

**Kontrola pracovní docházky a přítomnosti na pracovišti.** Fyzická, objektivní kontrola osob na vstupu do objektu nebo k určitým technologiím nabízí spojit tuto činnost s kontrolou docházky a přítomnosti na pracovišti. Klasické „píchačky“ nebo vstupní karetní systémy lze efektivně a účelně nahradit nebo doplnit kontrolními biometrickými prvky a znemožnit klamání docházkových údajů jinou, s klamajícím podvodníkem spolupracující osobou.

**Vězeňství.** Použití biometrických metod neslouží jen k nalezení a usvědčení pachatele trestného činu jako ve většině policejně-soudních aplikací, ale ke kontrole a regulaci výkonu trestu nebo výchovné nápravy. Biometrické aplikace se využívají buď přímo ve věznicích a nápravných zařízeních, nebo i na policejních stanicích při pravidelné kontrole identity podmíněně propuštěné nebo odsouzené osoby, při povinnosti opakované hlášené povinnosti pobytu osoby atd.

**Ochrana zbraňových systémů i individuálních zbraní.** První biometrické technologie byly použity ve vojenství, při ochraně zbraní hromadného ničení proti neoprávněnému použití nebo uvedení do stavu bojové připravenosti. Dnes se intenzivně vyvíjejí speciální ochranné biometrické prvky, zabraňující použití individuální palné zbraně kýmkoliv jiným, než oprávněným uživatelem. V USA i západní Evropě je každoročně zabíjeno velké množství příslušníků policie jejich vlastními zbraněmi. Dokonce existuje řada případů, kde zabití je provedeno vlastními rodinnými příslušníky z nepozornosti, při hraní dětí atd.

**Cestování a turismus.** I zde je spolehlivá identifikace nezbytná v mnoha směrech. Uvedme letištní a celní kontroly, nejrůznější rezervační a platební systémy při objednávání a využívání služeb leteckých společností, hotelů, půjčoven automobilů a dalších služeb. Kromě obchodních zájmů zde nalezneme i zájmy politické, sociální a bezpečnostní, které jsou dnes často velmi úzce spojeny s nežádoucím přílivem levných pracovních sil z méně vyspělých zemí, masovou nelegální migrací, která nedává spát vládám mnoha vyspělých států z nejrůznějších důvodů, a která je ve své podstatě „horkým bramborem“ pro každou politickou stranu.

**Customer Relationship Managment.** Udržování dobrých vztahů se zákazníky je v poslední době velice aktuální záležitostí. Tak např. kamerové systémy sledující vchod do hotelů, kasin, prodejen, bank, obecně recepcí a s nimi propojené inteligentní aplikace pro rozpoznávání obličeje umožňují např. recepčnímu zjistit identitu stálého zákazníka ještě dříve, než přijde k recepčnímu stolu, pultu prodejny nebo přepážce banky. Za tuto krátkou dobu interní informační systém může obsluhujícímu personálu poskytnout dostatek kvalitních informací, takže personál je působivě připraven k dalšímu jednání.

**Telekomunikace.** Moderní (nejen mobilní) telekomunikační prostředky mají také vysoký nárok na bezpečnost. Už jen z toho důvodu, že jsou stále více a více propojovány

s klasickými počítačovými sítěmi, na nichž se provozuje řada bezpečnostně citlivých transakcí (e-banking, ...), automatizovaně se předávají hlasové nebo psané velmi osobní vzkazy atd. Zde proto nabývá na významu identifikace osob podle hlasových projevů řeči. Kromě hlasové identifikace osoby se řeší i otázky rozpoznávání řeči (jazyku), strojové porozumění obsahu mluveného slova, automatické vytáčení telefonního čísla, zadaného hlasem majitele mobilního telefonu apod.

**Vyhledávání pohřešovaných dětí.** Biometrické metody (především otisky prstů) jsou vhodné pro vyhledávání ztracených nebo unesených dětí. Předpokladem je existence celostátní evidence.

**Identifikace osob a ochrana před jejím zneužitím.** Správná a přesná identifikace hraje významnou roli nejen v obchodě, ale i ve státní administrativě jedná se např. o hraniční a objektové kontroly, o vystavování dokladů, přidělování podpory nezaměstnaným, zdravotní a sociální dávky atd. Zde je podstatné, aby nárokovaná práva a prostředky byly přidělovány ze zákona pouze oprávněným osobám. Jako příklad uveďme i identifikační systémy ve vězeňství, vydávání řidičských oprávnění, které jsou v západoevropských zemích často zneužívány. Další oblastí využití identifikace osob je rozmanité hlasování, sčítání osob apod.

## 5.2 Využití v kriminalistické praxi

V oblasti kriminalistiky se stále objevují opakující se otázky zabývající se budoucím vývojem tohoto oboru. V kriminalistické praktické i teoretické činnosti je jejich cílem řešit či dokonce vyřešit jakým směrem v oboru biologické i obecné identifikace dále pokračovat.

Zajímavou možností identifikace osob nabízí hodnocení vzhledu, struktury a barevnosti oční duhovky. V minulosti se o této možnosti uvažovalo i v oblasti portrétní identifikace, přičemž se předpokládalo, že uvedené znaky oční duhovky člověka jsou natolik rozmanité, že umožní jeho individuální identifikaci. Tehdejší snaha ovšem nemohla vést k úspěchu, protože předpokladem pro úspěšné využívání metody byl požadavek, aby identifikující osoba dostatečně přesně popsala vzhled oční duhovky do všech podrobností, což bylo nereálné. Současný stav výpočetní techniky však umožňuje s pomocí optoelektronických snímacích prvků sejmout dostatečně přesně obraz oční duhovky a následně ho porovnat s databází. V různých nekriminalistických aplikacích se tato

metoda již v praxi využívá, především v systémech umožňujících vstup do objektů, uvažuje se o jejím využití pro identifikaci klientů v bankovníctví a pochopitelně i v kriminalistice.

Co se týká oblasti zkoumání DNA, tak v případě identifikace člověka na základě biologických materiálů, se jedná pravděpodobně o revoluci v dosavadní práci kriminalistů. Na světlo tak přicházejí nové zatím neprobádané možnosti kriminalisticko-biologických zkoumání. V blízké budoucnosti je předpokládáno odklonění se nebo úplné zrušení diferenčních biologických metod, čímž by také došlo ke zrušení již nepotřebných velice nákladných sérologických pracovišť. Toto se ovšem netýká pracovišť zabývajících se důkazem jednotlivých druhů biologického materiálu nebo antropologickým zkoumáním, u kterých je i nadále očekáván vývoj spolu s metodou zkoumání DNA.

Kriminalistickým zorným úhlem je nutno pozorovat dění i v oblasti moderních lékařských postupů. Ty zejména v chirurgii nabízejí stále nové možnosti provádění nejrůznějších lékařských zákroků. Rekonstrukční chirurgie již v minulosti zmínila možnosti např. transplantace prstů na ruku nebo dokonce celých rukou, přičemž transplantát může pocházet i od mrtvého jedince. Takováto zjištění tedy přináší stále nové doted' nepřístupné otázky do oblasti kriminalistické identifikace. V okruhu kriminalistické identifikace by tedy mohly vzniknout značné komplikace v případě využívání daktyloskopických srovnávacích materiálů pořízených před chirurgickým zákrokem, protože by výše uvedeným způsobem docházelo k vytváření nových získaných individuálních znaků člověka (změna obrazců papilárních linií, ...) a daktyloskopické metody sloužící dnes pro jednoznačnou identifikaci by nepřicházely vůbec v úvahu.

Velkou neznámou zůstává z hlediska kriminalistické identifikace klonování živých organismů. Mnoha vědeckým laboratořím se již podařilo úspěšně naklonovat mnoho zvířat, avšak klonování lidí je velice spornou záležitostí a zatím k němu oficiálně nedošlo. Důsledky klonování nejsou zatím pro oblast kriminalistické identifikace jedinců pomocí analýzy DNA zcela zřejmé. Problémy mohou vzniknout, pokud nebude možné ani pomocí analýzy DNA jednoznačně rozlišit konkrétní (klonované) jedince. Výsledky klonování mohou také zcela zpochybnit veškeré analýzy DNA sloužící k identifikaci biologických jedinců.

Možnosti kriminalistické identifikace osob souvisejí nově i s pokroky v elektronice. Jedná se hlavně o „čipování“ objektů, které má za cíl tyto objekty individualizovat. V případě potřeby je následně možné bezdotykově s pomocí „čtečky“ zjistit individuální kód čipu a porovnat ho s databází. Výhodou používaných čipů je skutečnost, že nepotřebují žádný zdroj energie a jejich trvanlivost je fakticky neomezená. Čipy jsou pro tyto účely vyráběny v různém tvarovém a velikostním provedení, což umožňuje jejich rozsáhlé použití pro nejrůznější účely. Z pohledu teorie kriminalistické identifikace se opět jedná o fakticky nově získaný identifikační znak. Neřešena je zatím otázka možného překódování čipu, a tím i změny identity čipovaného objektu.

Kriminalisticky důležitá je i případná možnost odstranění čipu z objektu a jeho umístění na jiný objekt, která by ve svých důsledcích vedla k nespolehlivosti identifikace objektu podle konkrétního kódu čipu. V úvahu by přicházela i vzájemná výměna čipů z několika objektů, a tím změna jejich identity.

Použití čipů pro uvedené účely je v současné době poměrně rozšířené a zřejmě bude v budoucnosti stále frekventovanější. Existují již úvahy o čipování osob, malý čip je implantován pod pokožku a v případě potřeby je kód bezdotykově sejmут. Realistické a v tuzemsku již i realizované jsou možnosti čipování psů, které je tak možné v případě potřeby snadno identifikovat například při výkonu služby městských a obecních strážníků. Široké možnosti využití čipů jsou v oblasti identifikace věcí. Zpravidla skrytě jsou označovány předměty historické a umělecké ceny, ale i motorová vozidla, která jsou například pronajímána formou leasingu. Konkrétní údaje jsou pochopitelně tajeny a k umístění čipů volena taková místa, která nejsou běžně zjistitelná.

V souvislosti s již uvedenými možnostmi zkoumání DNA se nabízejí možnosti individuální identifikace objektů pomocí syntetické DNA. Její vývoj umožnil současný rychlý rozvoj biochemických laboratorních postupů a molekuly syntetické DNA lze vytvořit v miliardách různých mutací. Těmito molekulami, které se fixují na vhodný nosič, například mikroskopické částičky silikonového kaučuku, lze v podstatě označit libovolný předmět. Technologie značení vychází z charakteru označovaného objektu. Takto lze označovat i drobné, ale cenné objekty, například jednotlivé drahé kameny, které nelze z technických důvodů označit pomocí čipů. Ověřování identity objektu se potom provádí metodami zkoumání DNA.

Značkování jednotlivých objektů čipy nebo syntetickou DNA má svá specifika a různé výhody a nevýhody. Zřejmě výraznou nevýhodou používání syntetické DNA budou vysoké nároky na její čistotu, nesmí se jednat o směs různých molekul, a zaručení této čistoty v průběhu značkování. Je třeba zajistit, aby veškeré používané nástroje byly absolutně čisté, prosté jakýchkoliv zbytků syntetické DNA, a zřejmě bude nutné zajistit bezpečné zlikvidování nepoužitých zbytků, aby jimi nebyl označen další objekt. Problém bude možná i s možnostmi otěru značkovací syntetické DNA a zachycení jednotlivých částíček na jiných objektech. Tyto otázky nejsou doposud podle dostupných informací vyřešeny pro případy rutinního využívání metody. Problémy tohoto druhu neexistují při používání čipů. Zde se ovšem může jednat o již naznačené problémy týkající se možné výměny čipů, či jejich překódování. V obou případech značkování objektů je třeba mít k dispozici kvalitní a přesné databáze, vylučující možnost identifikačních omylů.

Výše uvedené možnosti jak identifikovat či detekovat konkrétní osoby nejsou v dnešní době ještě zavedeny a nevyužívají se v komerční ani kriminalistické praktické činnosti. Za každých okolností je nutno, aby na ně současný svět, veřejnost a hlavně kriminalistická praxe i teorie reagovala a brala v úvahu všechny jejich možnosti a aspekty. Nově vyvíjené technologie a tím i získané informace dozejista povedou ke zvýšení bezpečnosti s ohledem na předcházení trestné činnosti a jednodušší objasňování i vyšetřování již spáchaných trestných činů. Je potřeba mít ale pořád na paměti, že stejných technologií a znalostí můžou využít i složky působící na opačné straně zákona.

## ZÁVĚR

Současné výsledky zkoumání různých možností individuální identifikace, zejména pomocí biometrických systémů, se vedle kriminalistické praxe prosazují stále více také do běžného života. Komerčně je již zcela běžně nabízena řada produktů, jež umožňují identifikaci uživatele podle antropometrických znaků, podle otisků prstů nebo i výše zmiňované oční duhovky. Tyto komerční produkty slouží především pro účely zabezpečení vstupu do střežených objektů, přístupu k různým počítačovým systémům a datům nebo třeba i k bankovním účtům.

Po zhlédnutí mnoha špionážních filmů už určitě víte, že žádný biometrický autentizační systém, který by neověřil, zda je autentizovaná osoba živá, není dostatečně bezpečný. Problém totiž spočívá v jedné základní věci a to, že žádná biometrická data nejsou tajná. Úkolem biometrických systémů proto musí být i ověření, zda získané biometrické charakteristiky opravdu pocházejí od autorizovaného uživatele, zda se nejedná o padělané kopie částí těla (např. silikonová vrstva s otiskem prstu) či dokonce o orgány mrtvé (např. odřezané od původního těla).

Většina moderních technologií již s určitými testy „živosti“ pracuje. Využívají pro to proprietární, nedokumentované či dokonce tajné techniky. Avšak žádný takovýto test nedokáže zabránit úspěšnému ověření autorizovaného uživatele, který má zbraň u hlavy nebo je jiným způsobem k autentizaci donucen. Možnost jak toto riziko eliminovat se nabízí u klasických poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů (PZTS). Zařízení poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů mohou být například ovládána dvěma způsoby, kde oproti jednomu tajnému deaktivacímu heslu, které uživatel běžně používá pro deaktivaci střežení, existuje ještě druhé tajné heslo, které také objekt odstřeží, ale zároveň vyšle tísňovou zprávu, jež případnému monitorovacímu centru sdělí, že odstřežení objektu proběhlo pod nátlakem. U biometrických systémů by toto mohlo fungovat následovně. Uživatel bude mít v systému rozpoznávání duhovek registrovány obě oči nebo třeba i prst levé a pravé ruky. Pokud se autentizuje levým okem (levým prstem), systém jej úspěšně rozezná a dále je již vše v pořádku a nic se neděje. Pokud se ovšem uživatel autentizuje pravým okem (pravým prstem), dojde ke stejnému odstřežení s tím, že bude navíc vyslána zpráva (jako u PZTS), že odstřežení proběhlo pod nátlakem (např. s pistolí u hlavy).

Výše zmíněná úprava rozhodovacích algoritmů biometrických systémů zaručeně zvýší jejich bezpečnost, avšak předpokládám, že tímto dojde i ke zvýšení FRR, což může být pro uživatele do jisté míry nepříjemné.

Zpracovávání této diplomové práce bylo pro mě velmi přínosné, jelikož jsem získal pro mou budoucí práci bezpečnostního manažera cenné informace o směru a vývoji dnešních technologií sloužících ke zvýšení bezpečnosti v komerčním světě. V neposlední řadě jsem také získal podrobnější přehled o kriminalistických postupech a metodách a nyní již vím, jak složitá a nelehká je odborná práce kriminalistů. Diplomová práce pro mě byla velmi cennou zkušeností a věřím, že stejně jako mě přinesla mnoho nových poznatků, tak poslouží i jiným budoucím bezpečnostním manažerům a také široké veřejnosti k získání pravdivých a skutečných informací o speciálních způsobech detekce, identifikace i verifikace projevů člověka v průmyslu komerční bezpečnosti i kriminalistice.



## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

Today's results of research different possibilities individual identification, particularly using biometric systems, are besides criminalistic praxis assert still more into common life. Commercial is pretty common offering series of products which are enable euser identification, according to antropometric sign, according to fingerprints and higher mentioned iris. These commercial products primarily serves to provision entering into guarded object, access to variol computers systems and dates or just to the bank account.

After watching many spy films you already know, that any biometric authentic system, which would not checked the authenticated person is alive is not too save. The problem lies on one basic thing, none of the biometric data are classified. That is why task of biometric systems needs to be certification if gained biometric characteristics are really coming from authorized user whether it is not faken body parts copys (for example silicone layer fingerprint) even dead parts of body (for example cutting off of the original body).

Majority of modern technologies with certain tests works. Fort that they are using the proprietary, undocumtented or even secret technology. But any test like that can't prevent succesfull certification authorized user which gets gun at the head or is to authentication forced in different way. The way how to eliminate risk is possible at independent healthcare advisory service (IHAS). Healthcare advisory service could be for example control by two ways, when compared to one secret deactivation password, which user usually uses for deactivation guarding, exist another secret password, which can guard too, but at the same time send emergancy message, that certain monitoring center informs that system was deactivated while object was under pressure. At biometric systems could be work as follows. User will have in the system at iris recognizing registered both eyes or just finger of left or right hand. If he authenticate with his left eye (left finger) system succesfully recognize him and everything is well. If however authentize with his right eye (right finger), it's come up to same deactivation of system and more will be send message, that deactivation of system was under pressure (for example with gun at the head).

Mentioned adjustment listed above decision-making algorithym biometric system definitely increase their security, however I suppose that will also increase FRR, what could be for user pretty uncomfortable.

Processing this Diploma Thesis was really seminal for me, since I gained a valuable information about way for my new job security manager and development today's technologists using to improve security in commercial world. More, I gained more detailed knowledge about criminalistic advancement and methods and now I know how difficult and hard is job of criminalists. The Diploma Thesis was a really valuable experience for me and I believe as much as I got a lots of new knowledge this is going to give to the future security managers and general public to gain truthfull and real information about special way of detection, identification and human verification speeches at industry of commercial security and criminalistic, too.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### Knihy:

- [1] STRAUS, Jiří. *Kriminalistická technika*. 2. rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008, 431 s. ISBN 978-807-3800-529.
- [2] RAK, Roman. *Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 631 s., 32 s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-247-2365-5.
- [3] MUSIL, Jan, Zdeněk KONRÁD a Jaroslav SUCHÁNEK. *Kriminalistika*. 2., přeprac. a dopl.vyd. Praha: C. H. Beck, 2004, 606 s. ISBN 80-717-9878-9.
- [4] LAUCKÝ, Vladimír. *Technologie komerční bezpečnosti II*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 123 s. ISBN 978-80-7318-631-9.
- [5] NOSEK, Václav, Zdeněk KONRÁD a Jaroslav SUCHÁNEK. *Daktyloskopie, cheiroskopie, podoskopie*. Vyd. 1. Kroměříž: J. Gusek, 1947, 110 s. ISBN 80-717-9878-9.
- [6] STRAUS, Jiří a Martin KLOUBEK. *Kriminalistická odorologie*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, 184 s. ISBN 978-807-3802-387.
- [7] PORADA, Viktor a Martin KLOUBEK. *Kriminalistika*. Brno: CERM, 2001, 746 s. ISBN 80-720-4194-0.
- [8] STRAUS, Jiří a Miroslav NĚMEC. *Teorie a metodologie kriminalistiky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2009, 503 s. ISBN 978-807-3802-141.
- [9] SUCHÁNEK, Jaroslav a Zdeněk KONRÁD. *Vybrané kapitoly úvodu do kriminalistiky a kriminalistické techniky: skripta určená posluchačům speciálních a rekvalifikačních kurzů bezpečnostně-právního studia*. 1. vyd. Praha: Armex, 1994, 119 s. ISBN 978-807-3802-141.
- [10] ŠMARDA, Jan a Zdeněk KONRÁD. *Metody molekulární biologie: skripta určená posluchačům speciálních a rekvalifikačních kurzů bezpečnostně-právního studia*. 1. vyd., 2. dotisk. Brno: Masarykova univerzita, 2010, 188 s. ISBN 978-80-210-3841-7.

[11] DAGOŠI, M.. Význam nálezu stolice na místě činu. Československá kriminalistika, 1991, č. 3, s. 262.

[12] STRAUSS, Jiří a VAVERA, František. Kriminalistická audioexpertiza. Naše policie, 2007, č. 7, s. 3.

**Internetové zdroje:**

[13] ČÁSTEK, Petr. Face recognition [online]. [s.l.], 2008. 4 s. Oborová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. Dostupné z WWW: <<http://www.feec.vutbr.cz/EEICT/2008/sbornik/02-Magisterske%20projekty/08-Grafika%20a%20multimedia/02-xcaste01.pdf>>.

[14] Historie biometrik a jejich využití ve výpočetní technice [online]. 2003 [cit. 2013-05-05]. Historie biometrik a jejich využití ve výpočetní technice. Dostupné z WWW: <[http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2003/xvach\\_biometriky.htm](http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2003/xvach_biometriky.htm)>.

[15] ŠCUREK, Radomír. Biometrické metody identifikace osob v bezpečnostní praxi [online]. [s.l.] : [s.n.], 2008 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z WWW: <[http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sitesoot/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/biometricke\\_metody.pdf](http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sitesoot/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/biometricke_metody.pdf)>.

[16] Biometrika [online]. 2010 [cit. 2011-03-22]. Biometrika. Dostupné z WWW:<<http://www.nula.wz.cz/biometrika/>>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

FAR	False Acceptance rate - Chybné přijetí žadatele
FRR	False Rejection Rate - Chybné odmítnutí žadatele
RI	Retinal Identification – Identifikace oční sítnice
NASA	National Aeronautics and Space Administration - Národní úřad pro letectví a kosmonautiku (v USA)
CIA	Central Intelligence Agency
FBI	Federal Bureau of Investigation
NIR	Near Infra Red - Blízká infračervená část (spektra)
CCD	Charge-Coupled Device
PIN	Personal Identification Number - Osobní identifikační číslo
AFIS	počítačové aplikace pro identifikaci a verifikaci osob daktyloskopickými metodami určené především pro policejně-soudní potřeby
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism
PCR	Polymerase Chain Reaction
DMU	Dokumentace místa činu
GPS	Globální polohový systém
PC	Personal Computer – Osobní počítač

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Síť stavby obličeje .....	13
Obrázek 2 Funkce rozpoznání obličeje a následná softwarová kontrola .....	15
Obrázek 3 Stavba oka .....	16
Obrázek 4 Vzor očních cév .....	16
Obrázek 5 Vzory očních duhovek.....	19
Obrázek 6 Vyhledání oční duhovky.....	20
Obrázek 7 Skener geometrie ruky.....	22
Obrázek 8 Správné umístění ruky do skeneru .....	23
Obrázek 9 Princip snímání geometrie ruky.....	23
Obrázek 10 Ukázka typu skeneru .....	28
Obrázek 11 Princip snímání krevního řečiště .....	29
Obrázek 12 Skenery otisků prstů .....	33
Obrázek 13 Daktyloskopický snímek sejmutý ultrazvukem.....	34
Obrázek 14 Stavba vnějšího ucha .....	44
Obrázek 15 Složení krve pod elektronovým mikroskopem.....	48
Obrázek 16 Slina pod elektronovým mikroskopem.....	50
Obrázek 17 Spermie pod elektronovým mikroskopem.....	51
Obrázek 18 Kořínek vlasu pod elektronovým mikroskopem .....	53
Obrázek 19 Vzory papilárních linií.....	59
Obrázek 21 Zviditelněný daktyloskopický otisk.....	62
Obrázek 20 Nanášení ninhydrinu na potenciální stopu .....	62
Obrázek 22 Ideální daktyloskopická stopa .....	62
Obrázek 23 Kyanová hůlka.....	63
Obrázek 24 Autoelektronografie.....	64

---

Obrázek 25 Speciálně upravený fotoaparát.....	66
Obrázek 26 Zkoumání audionahrávky .....	71
Obrázek 27 Možný problém při zajištění stopy in natura .....	77
Obrázek 28 Stopa zajištěná in natura.....	77
Obrázek 29 Provádění tzv. bukáního stěru .....	85
Obrázek 30 Fotografická dokumentace .....	89
Obrázek 31 Příklad kriminalistického náčrtku .....	92
Obrázek 32 Příklad kriminalistického plánu .....	93



**SEZNAM PŘÍLOH**

P I	Biometrický systém ELI-3D/BR (obličej)
P II	Biometrický systém ELI-EYE2 (oční duhovka)
P III	Biometrický systém HandKey II (geometrie ruky)
P IV	Biometrický systém FV-Station 4G Base (krevní řečiště prstu)
P V	Biometrický systém ELI/SM-520D (otisk prstu)
P VI	Biometrický systém D-Station (komplexní biometrický systém)

**PŘÍLOHA P I: BIOMETRICKÝ SYSTÉM ELI-3D/BR**

3D čtečka obličejů - základní model bez monitoru (pro recepci). Je dodáván společně s výpočetní jednotkou a AEB rozhraním pro připojení k přístupovému systému objektu.



<b>Parametry:</b>	<b>Hodnota:</b>
Doba rozpoznání	méně než 1s
Doba zadání	méně než 3s
Rychlost chůze	až 8 km/h
Velikost biom. předlohy	3,5 kB
Rozhraní	Wiegand vstup/výstup, relé
Propustnost	60 lidí za minutu i při databázi 10.000 lidí uživatelů
FAR	0,000001
FRR	0,001
Výška člověka	100 až 220 cm
Rozhraní pro administraci	Ethernet 100 Mbps, USB 2.0
Úhel záběru	41 x 32 °
Zdroj světla	Blesková žárovka (ne laser)
Pracovní vzdálenost	0,8 až 1,6 m
Napájení	100 - 240 VAC, 60W
Hmotnost	3,5 kg
Teplotní rozsah	15 až 30 °C
Rozměry	504 x 230 x 230mm
Snímkování	až 15 sn./s
Expozice	0,2 ms

Broadway® 3D je první zařízení na světě, schopné vizuální identifikace osoby tak snadno, jak se lidé poznávají sami. Identifikace zabere pouhou vteřinu. Ať už při chůzi, nebo dokonce při běhu kolem stačí pouze letmo pohlédnout do zařízení, které si „vzpomene“ a rozpozná identitu jednoho z deseti tisíc předem registrovaných osob.

Podobně jako lidé je zařízení vybaveno systémem 3D vision, který si pamatuje unikátní trojrozměrnou obličejovou předlohu. Jedná se o rozdíl od lidského způsobu pohledu, díky kterému je zařízení schopné s přesností na milimetr oddělit ty nejjemnější geometrické nuance, což umožňuje rozpoznat i identická dvojčata a učinit tak systém Broadway® 3D jedním z nejpřesnějších biometrických zařízení.

## PŘÍLOHA P II: BIOMETRICKÝ SYSTÉM ELI-EYE2

Pro lokality s vysokým stupněm zabezpečení je skener oka vhodným doplňkem systémů kontroly vstupu. Softwarové řízení přináší možnost spravovat až 2.500 uživatelů.

ELI-EYE2 je biometrický identifikační systém pro snímání očních duhovek. Jedná se o ucelenou soustavu obsahující řídicí jednotku vstupů ELI-EYE/ICU, vlastní snímače duhovek ELI-EYE2 a obslužný software IrisEnroll a IrisServer.



Systém poskytuje maximální zabezpečení s významnými bezpečnostními prvky. Na rozdíl od ostatních systémů nejsou biometrické šablony uloženy na žádné dostupné externí součásti. Experti uznávají, že vylepšená bezpečnostní opatření modelu ELI-EYE2 zabudovaná na platformě LG IrisAccess™ vytvářejí nový standard v tomto oboru a splňují požadavky, které mnohé další biometrické systémy opomíjejí. Vylepšena jsou protiopatření proti zneužití systému.

Bezpečnost hraje také klíčovou úlohu v softwaru. Softwarová nadstavba pro kontrolu přístupu a SDK knihovna pro vytváření identifikačních aplikací podporují několik alternativ šifrování (včetně použití FIPS) a také PKI.

### Specifikace čtečky:

- Identifikace 1:N nebo 1:1 (s kartou nebo PINem)
- Modulární verze až pro 10.000 účastníků
- Každá řídicí jednotka ELI-EYE/ICU umožňuje připojit až 4 snímače ELI-EYE2
- Rozhraní ETHERNET (LAN, WAN, VPN)
- Identifikace jednoho nebo obou očí
- Snímací vzdálenost až 36 cm
- Akceptace brýlí a kontaktních čoček
- Vestavěná kamera snímající obličej pro uložení fotografie do databáze

- Možnost připojení bezkontaktního snímače
- Rozhraní Wiegand 26 bitů

## PŘÍLOHA P III: BIOMETRICKÝ SYSTÉM HANDKEY II.

HandKey je nejrozšířenější biometrická čtečka světa (cca. 100 000 instalovaných kusů). Princip čtečky funguje na snímání trojrozměrného obrazu tvaru ruky - geometrie ruky. Je uživatelsky lehce akceptovatelná, vhodná pro běžné nasazení (docházka, přístupy, atd.) Čtečka "umí" přímo ovládat zámek dveří, monitorovat spínač dveří, má vstupy/výstupy, např. pro alarmové obvody. Celý systém čteček lze snadno spravovat systémem Patrol.



### Základní specifikace:

- rozměry 223 x 296 x 217 mm
- napájení 12-14 V DC, 500 mA
- provozní teplota +5°C až + 60°C
- ovládání zámku dveří 0-24 V/ 0,1 A
- 3 programovatelné výstupy - alarmy
- 1 vstup - snímač stavu dveří
- 1 vstup - otevření dveří tlačítkem (Request To Exit)
- 2 nezávislé programovatelné vstupy
- 1 vstup - signalizace (tamper) otevření přístroje
- standardní paměť 512 vzorků (šablon), rozšiřitelná na 9 728 nebo 32 512 vzorků
- transakční paměť 5 187 transakcí
- zálohování dat - 5 let (interní baterie)
- PIN 1-10 číslic
- nátlakový kód - 1 číslice uživatelsky definována
- 62 programovatelných časových zón

- 5 stupňů přístupových práv
- standardní rozhraní RS 232
- vstupy z kartových čteček Proximity, Wiegand, magnetických karet, čárových kódů

**Rozšíření:**

- vysokorychlostní interní modem MD-500
- síťová karta Ethernet EN-200
- datový převodník RS 485/232
- externí čtečka čárového kódu, karet, atd.

HandKey může být jednoduše integrován do již nainstalovaných systémů pro kontrolu přístupu za použití emulačního výstupu pro kartové systémy. Všechny snímače s formátem Wiegand, blízkých formátů a formátů magnetických karet jsou kompatibilní s HandKey

## PŘÍLOHA P IV: BIOMETRICKÝ SYSTÉM FV-STATION 4G BASE

Biometrická čtečka krevního řečiště prstu s klávesnicí a grafickým barevným LCD (možnost plně autonomní správy bez PC a SW). Možnost připojení externí bezkontaktní čtečky nebo klávesnice, snímač Hitachi. Kapacita paměti: 1.000 vzorů v identifikačním režimu (1:N = pouze prst), 500.000 vzorů ve verifikačním režimu (1:1=prst+karta nebo prst+PIN). Vestavěno Ethernet rozhraní (včetně PoE); Možnost funkce jako autonomní kontrolér s vestavěným zámkovým relé; SW SecureAdmin pro komplexní správu jednotek i otisků v ceně čtečky.



### Technické parametry:

Biometr. technologie	krevní řečiště (struktura žil prstu)
Technologie snímače	optická - žilní obrazec (Hitachi Finger Vein Sensor)
Způsob ověření identity	identifikace (1:N) / verifikace (1:1) - nastav.
Ověřované prvky	pouze prst / karta (PIN) + prst
Vestavěná čtečka	ne (lze připojit externí)
Kapacita paměti	vzorů 1.000 (identif.) / 500.000 (verif.)
Připojení k PC	Ethernet, USB, RS-485, RS-232
Software pro správu	SecureAdmin (v dodávce) nebo autonomní správa
Napájecí napětí	12-24 Vss nebo PoE
Odběr	500 mA
Výstup	relé / Wiegand (nastav. délka) / TTL
LED	4-stavová LED + čelní modrá



Bzučák	ano
Pracovní teplota	0 - 60 °C
Použití v exteriéru	jen v exter. krytu
Rozměry - výška	274 mm
Rozměry - šířka	120 mm
Rozměry - hloubka	122 mm
Další funkce	zvukové soubory, 2,5" QVGA barevný displej, ...



## PŘÍLOHA P V: BIOMETRICKÝ SYSTÉM ELI/SM-520D

Vnitřní biometrická čtečka s pamětí pro 3.000 až 50.000 uživatelů (každý uživatel až 2 otisky prstu). Integrovaná klávesnice a čtečka karet Mifare/Desfire. Používá software MEMS pro centrální správu (zadávání, správa terminálů, verifikační stanice). PoE.



### Technické parametry:

Parametry	Hodnota
Napájení	9 až 16 VDC (350mA @ 12 VDC) nebo PoE
Pracovní teplota	-10 až +50 °C
Výstupy	Beznapěťové relé
Rozhraní	USB port, nastavitelný Wiegand IN & OUT, RS-485, Clock & Data IN & OUT, Ethernet (10/100 Base-T), Wi-Fi (volitelně)
Hmotnost	0,8 kg
Typ karty	MIFARE® 1K & 4K, DESFire® 2K, 4K, 8K
Rozměry	155 x 155 x 74 mm
Maximální počet uživatelů	3.000 (50.000 s rozšířenou licencí)
Display	128 x 64 pixelů, podsvícený
Typ senzoru	optický senzor MorphoSmart™ 23 x 23mm, 500 dpi
Procesor	Dual-core ARM 9 s paralelním zpracováním dat
Zabezpečení	SSL na TCP/IP
Klávesnice	12 + 4 funkční klávesy, podsvícená

- Vícefaktorová verifikace a 1:N identifikace
- Rozsáhlé datové úložiště: až 50.000 uživatelů

- Snadná integrace do již existujících systémů
- Podpora standartu Power over Ethernet (PoE)
- Bezkontaktní čtečka MIFARE® a DESFire® karet / enkodér (volitelně)
- Volitelně bezdrátová LAN komunikace
- FBI PIV IQS certifikovaný senzor

Terminály série MorphoAccess® ELI/SM-500 jsou biometrická zařízení, určená pro kontrolu přístupu a správu docházky. Používají patentovaný Morpho algoritmus, který získal pro svou přesnost a stupeň výkonu uznání po celém světě. Rychlost a síťové možnosti těchto terminálů jim umožňují obsáhnout všechny typy bezpečnostních aplikací, od kontroly jediných dveří až po ochranu budov, obchodních středisek, rozsáhlých infrastruktur a vládních úřadů. Série ELI/SM-500 tak nabízí spolehlivé a výkonné biometrické řešení za nízké náklady.



## PŘÍLOHA P VI: BIOMETRICKÝ SYSTÉM D-STATION

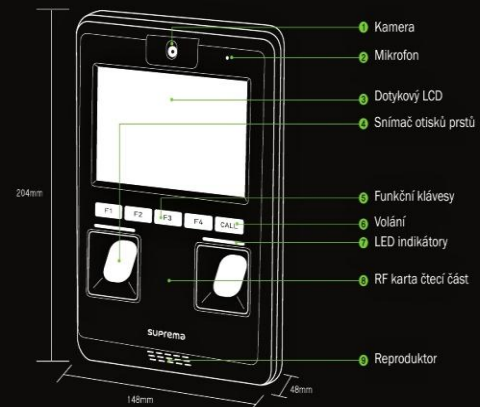
D-Station představuje velký skok kupředu v oblasti biometrických technologií. Je dokonalým propojením rozpoznání obličeje s technologií snímání dvou prstů založená na důmyslném spojení biometrie s neuvěřitelnou přesností a rychlostí tak, že mu žádné jiné biometrické zařízení nekonkuruje. Obsahuje výkonný procesor Tri-CPU, který zajišťuje bezproblémový chod náročných inovativních funkcí, ultra-širokoúhlou dotykovou obrazovku LCD s intuitivním ovládáním. D-Station je velmi snadný na použití jak pro systémové administrátory, tak pro každodenního uživatele. D-Station není jen to nejlepší ve své kategorii, ale je to zcela nová generace biometrického zabezpečení.



### ■ Specifikace

- 10 000 ověření za 1 vteřinu (1:N)
- Kapacita uživatelů: 200 000
- Kapacita logů: 1 000 000 (prstem), 10 000 (obličejem)
- Tri-CPU (667MHz + 400 MHz)
- Technologie otisků dvou prstů
- Kombinace rozpoznání obličeje
- 5,0" dotyková obrazovka LCD
- 1,3M pixelová kamera
- POE (Power over Ethernet)
- Videotelefon
- USB/SD slot
- TCP/IP, Wifi
- Wiegand, RS485, RS232
- Tamper kontakt
- Kombinace snímání obličeje a otisku prstu
- Senzory pro snímání dvou prstů
- 0.001% EER v kombinaci obličej/otisk
- 10 000 ověření za 1 vteřinu
- Široká dotyková obrazovka LCD
- IP přístupový terminál s PoE a WiFi
- Docházka a videotelefon

### ■ Části a ovládací prvky



### ■ Secure I/O



- Externí relé Secure I/O je přídatná jednotka pro bezpečnější ovládání dveří s rozšířením vstupů a výstupů  
 - Šifrovaná komunikace se čtečkou pro zvýšenou bezpečnost

- 16MHz 8bitový procesor
- 4 digitální vstupy a 2 výstupy relé
- Bezpečnostní kontrola dveří
- Rozměry: 143 x 82 x 35 mm (Š x V x H)

### ■ Příslušenství



### ■ Konfigurace systému

