

# Identifikace prostřednictvím forenzní antropologie

Identification by means of forensic anthropology

Martin Florjančič

---

Bakalářská práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin FLORJANČIČ**  
Osobní číslo: **A10202**  
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Identifikace prostřednictvím forenzní antropologie**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši literatury, která se vztahuje k otázkám kriminalistické identifikace prostřednictvím forenzní antropologie.
2. V rámci východiskové hypotézy specifikujte a analyzujte zkoumaný problém a vymezte kriminalistickou metodu identifikace obecně a dále identifikaci prostřednictvím forenzní antropologie, včetně využití v kriminalistické praxi, uveďte aktuální právní aspekty (fenomenologie, etiologie).
3. Vymezte a analyzujte metody identifikace, které využívají poznatků anatomie (specifické součásti), DNA, antemortem; vymezte rozdělení kriminalistických stop (zejména stopy biologické).
4. V závěru bakalářské práce zhodnoťte současný stav v oblasti identifikace pomocí forenzní antropologie, v souladu s analytickými závěry a výstupy prezentujte vlastní návrhy, využitelné v praxi.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. DANIELS, Geoff. Human Blood Groups. 2. vyd. New York: Wiley-Blackwell, 2002. ISBN 978-0632056460.
2. HAGLUND, William D. a Marcella H. SORG. Advances in Forensic Taphonomy: Method, Theory, and Archaeological. 1. vyd. Washington: CRC Press, 2001. ISBN 978-0849311895.
3. ISCAN, Mehmet Yasar a Richard P. HELMER. Forensic Analysis of the Skull: Craniofacial Analysis, Reconstruction, and Identification. 1. vyd. New York: Wiley-Liss, 1993. ISBN 978-0471560784.
4. ISCAN, Mehmet Yasar a Wilton KROGMAN. Human Skeleton in Forensic Medicine. 2. vyd. Springfield: Charles C Thomas, 1986. ISBN 978-0398052249.
5. STLOUKAL, Milan. Antropologie : příručka pro studium kostry. 1. vyd. Praha: Praha : Národní muzeum, 1999. ISBN 8070361018 9788070361016.
6. Vorel, František. Soudní lékařství. 1. vyd. Praha : Grada, 1999. ISBN 80-7169-728-1.

Vedoucí bakalářské práce:

**PhDr. Mgr. Stanislav Zelinka**

Ústav bezpečnostního inženýrství


Datum zadání bakalářské práce:

**25. února 2013**

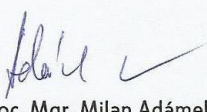
Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. května 2013**

Ve Zlíně dne 25. února 2013

  
prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
děkan



  
doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
ředitel ústavu

## **ABSTRAKT**

Identifikace prostřednictvím forenzní antropologie

Cílem práce je seznámit čtenáře s problematikou získávání stop z nalezených biologických materiálů. Jde nám především o zajišťování stop post mortem z těl obětí. Ty obsahují prvky morfoskopické, metrické a osteologické používané k analýze oběti. Také jsou zde uvedeny metody profilování na základě zajištěné DNA. Seznamujeme se zde s jednotlivými databázemi DNA a jejich vzájemnou komunikací. Tyto vědní disciplíny jsou v dnešní době na vzestupu a my se zde můžeme seznámit se způsoby jejich aplikace a a užitečností během vyšetřování. V praktické části pak jsou jednotlivé metody ukázány na vybraných příkladech.

Klíčová slova: post mortem, post mortem interval, ante mortem, alela, scapus a bulbus pili

## **ABSTRACT**

Identification by means of forensic anthropology

The aim of this work is for the reader to obtain knowledge about founded traces of discovered biological materials. We are primary focusing at securing evidence post mortem of the bodies of victims. They contain elements of morphoscopic, metric and osteological used to analyze the victim. There are also mentioned methods of profiling on the basis of founded DNA. We acquaint here with the various DNA databases and their mutual communication. These scientific disciplines are now on the rise and we may get acquainted with the ways of their application and their usefulness during the investigation. In practical part are shown individual methods on chosen examples.

Keywords: post mortem, post mortem interval, ante mortem, alela, scapus and bulbus pili

**Poděkování**

Chtěl bych zde nyní poděkovat především svému vedoucímu PhDr. Mgr. Stanislavu Zelinkovi za jeho podporu a rady. Také chci poděkovat své rodině, bez jejichž podpory bych se nedostal až sem.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské 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 bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské 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 bakalářskou 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 – bakalářskou 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 bakalářské 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské 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 KRIMINALISTICKÁ IDENTIFIKACE</b> .....        | <b>11</b> |
| 1.1    DEFINICE KRIMINALISTICKÉ BIOLOGIE .....     | 11        |
| <b>2 KRIMINALISTICKÁ STOPA</b> .....               | <b>12</b> |
| 2.1    DĚLENÍ KRIMINALISTICKÝCH STOP .....         | 13        |
| 2.1.1    Materiální stopa.....                     | 13        |
| 2.1.2    Paměťová stopa .....                      | 13        |
| 2.1.3    Kriminalistická biologická zkoumání ..... | 13        |
| <b>3 KRIMINALISTICKÁ BIOLOGIE</b> .....            | <b>15</b> |
| 3.1    KRIMINALISTICKÁ CHEMICKÁ EXPERTÍZA .....    | 15        |
| 3.2    FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÁ EXPERTÍZA .....          | 16        |
| 3.3    BIOLOGICKÁ EXPERTÍZA .....                  | 17        |
| 3.3.1    Krev .....                                | 19        |
| 3.4    GENETICKÁ EXPERTÍZA .....                   | 23        |
| 3.4.1    STR .....                                 | 25        |
| 3.4.2    Kost .....                                | 25        |
| 3.4.3    Vlákna .....                              | 26        |
| 3.4.4    Národní databáze DNA .....                | 27        |
| 3.4.5    FODAGEN.....                              | 27        |
| 3.4.6    Využitelnost DNA.....                     | 28        |
| 3.5    ANTROPOLOGICKÁ EXPERTÍZA .....              | 29        |
| 3.5.1    Ostatky se zachovalou měkkou tkání .....  | 29        |
| 3.5.2    Ostatky bez zachovalé měkké tkáně.....    | 30        |
| 3.5.3    Osteologická expertíza .....              | 32        |
| 3.5.4    Fotokomparativní zkoumání .....           | 33        |
| 3.5.5    Trichologická expertíza.....              | 34        |
| 3.5.6    Identifikace chrupu.....                  | 34        |
| 3.5.7    Identifikace lebečních švů .....          | 35        |
| <b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....                     | <b>36</b> |
| <b>4 ANTROPOLOGICKÁ EXPERTÍZA</b> .....            | <b>37</b> |
| 4.1    IDENTIFIKACE KOSTERNÍHO MATERIÁLU .....     | 37        |
| 4.2    ETNICKÁ PŘÍSLUŠNOST .....                   | 37        |
| 4.3    PM INTERVAL.....                            | 39        |
| 4.4    DRUH ULOŽENÍ.....                           | 40        |
| 4.5    POČET SKELETŮ.....                          | 40        |
| 4.6    TĚLESNÁ STAVBA .....                        | 41        |
| 4.6.1    Pohlaví.....                              | 41        |

---

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 4.6.2   | Regresní rovnice pro výpočet výšky postavy ..... | 42        |
| 4.6.3   | Výškový index.....                               | 43        |
| 4.6.4   | Vliv teploty na stavbu kostí:.....               | 44        |
| 4.7   | VĚK.....   | 44        |
| 4.7.1   | Chrup.....                                       | 44        |
| 4.7.2   | Sternální konec žebra .....                      | 46        |
| <b>ZÁVĚR .....</b>                              |  | <b>47</b> |
| <b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....</b>                  |  | <b>48</b> |
| <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>          |  | <b>49</b> |
| <b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b> |  | <b>50</b> |
| <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>                     |  | <b>51</b> |
| <b>SEZNAM TABULEK.....</b>                      |  | <b>52</b> |



## ÚVOD

V této bakalářské práci se zabývám problematikou identifikace na základě kriminalistické biologie a způsobů zajišťování biologických stop nalezených na místě činu. V práci jsou popsány jednotlivé metody zajišťování biologických stop, ať už se jedná o zbytky kostí, měkkých tkání, zbytky vláken nebo krevní stopy. Je zde popsán způsob jejich zpracování a metody získávání informací z těchto materiálů, především analýzou DNA.

Popisuji možnosti užití nabytých informací a to jak v rámci vyšetřování, tak pro pozdější užití v Národní databázi DNA.

Tyto informace mají velkou důležitost, jelikož nám poskytují možnost rychlé a přesné identifikace pachatele, byl-li takový člověk již někdy trestán nebo vyšetřován. Těchto výsledků je docíleno celosvětovou komunikací a integrací jednotlivých informačních systémů. Taktéž uvádím možnosti využití jednotlivých stop při vyšetřování případů, kdy jsou jiné metody neúčinné z důvodu rozkladu těla (post mortem). Na tuto část se zaměřuji především v části antropologických důkazů, které nám poskytují věrnou představu o vzhledu a způsobu smrti daného jedince.

Dané identifikační metody jsou v dnešní době jedny z nejpoužívanějších a díky tomu se staly nedílnou součástí kriminalistické nauky. Jejich přesnost nedovoluje prostor pro chyby, čehož bylo dosaženo především díky rozluštění prvků DNA kódu, který je stejně jako otisky prstů jedinečný pro každou osobu na světě.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 KRIMINALISTICKÁ IDENTIFIKACE

Identifikace je metoda hodnotící vzájemný vztah mezi materiálním objektem a stopou. Každý objekt má své individuální vlastnosti, které u něj můžeme pozorovat a popsat. Jedná se o vlastnosti vnější a vnitřní. Za jednotlivé metody identifikace považujeme antropologická zkoumání, biologická zkoumání, daktyloskopii, fonoskopii, fotografii, fyziodetekční vyšetřování, grafologii, mechanoskopii, metalografii, odorologii, ohledání, pyrotechnická zkoumání, rekognici, rekonstrukci, trasologii, vyšetřovací experiment a zbraň.

### 1.1 Definice kriminalistické biologie

Kriminalistická biologie je aplikovaná biologická věda zabývající se stopami lidského, zvířecího nebo rostlinného původu určenými k identifikaci pachatele. Kriminalistická biologie vznikla roku 1901, kdy se poprvé úspěšně podařilo německému lékaři Paulu Uhlenhutovi rozlišit lidskou krev od krve zvířecí. Je užívána k vyhledávání, zajišťování a zkoumání nalezených stop, které si spojujeme s výkonem trestné činnosti.

Za biologickou nebo kriminalistickou stopu považujeme biologický materiál sloužící k odborné expertize za účelem identifikace jeho původu. Takovýmto materiálem pak mohou být krevní stopy, zbytky buněčného materiálu (trichologické stopy) nebo kosterní pozůstatky (antropologické stopy).

Forenzní antropologie využívá k identifikaci poznatky o stavbě lidského těla, především pak jeho variabilní struktury specifické pro dané pohlaví a etnickou skupinu. Příkladem pak mohou být rozdílné velikosti kraniálních částí a pánevních kostí, které jsou důležitými zdroji informací. Za další identifikační forenzní disciplíny považujeme forenzní: genetiku, odontologii, fentomologii, daktyloskopii, biometrii, tafonomii a archeologii. Na základě těchto poznatků pak definuje jednotlivé jedince a řadí je do daných kategorií. S touto znalostí pak můžeme určovat jejich věk, výšku a patologické změny sloužící k identifikaci jedince na základě lékařských záznamů.

## 2 KRIMINALISTICKÁ STOPA

Jedná se o každou změnu na místě trestného činu nebo kriminální události, jež je v příčinné spojitosti s událostí, která je zjištělná, zjistitelná a využitelná. Může se jednat o jakékoliv změny v materiální či vědomé sféře lidského vnímání, související s danou trestnou činností místně, příčinně, či časově. Taktéž může obsahovat kriminalistické, popřípadě trestněprávně relevantní informace, které souvisí s daným případem a dávají nám odpověď na základní kriminalistické otázky.

Stopy nalezené na místě činu mohou být označovány jak za viditelné (pouhým okem), tak za neviditelné. Neviditelné stopy pak dělíme na stopy, které je možno zviditelnit za pomoci dané chemické sloučeniny (stopy daktyloskopické) a dále na mikrostopy (nutnost vhodného vědeckého zařízení).

Kriminalistickou stopu lze považovat za jednu ze základních stavebních veličin v pojmech kriminalistiky. Tento vědní obor je na nalezených stopách závislý, jelikož jsou pro nás zdroji informací o případné trestné činnosti popřípadě jiné kriminální události a umožňují nám do těchto praktik nahlédnout a danou problematiku vyšetřit.

U biologických stop se jedná o látky se zachovalým buněčným jádrem, které jsou výsledkem životního procesu člověka (krev, sliny, moč, sperma, zvratky, exkrementy, ...).

V kriminalistické biologii se nejčastěji setkáváme se stopami krevními (kapky krve, buněčná tkáň, zbytky organismů), trichologickými (vlasová vlákna, chlupy), antropologickými (části kostí, lebka), botanickými (rostliny, semena, výtrusy), entomologickými (hmyz), výměšky nebo mikroorganismy.

Můžeme je nalézt na rozličných místech, především na trase, kterou si náš pachatel zvolil (jakýkoliv materiál kterého se pachatel dotkl nebo na něj šlápl) nebo na předmětech spjatých s daným prostředím (nástroje sloužící k výkonu trestné činnosti) nebo oděvech a případných tělech obětí. [1, 2]

## 2.1 Dělení kriminalistických stop

Jednotlivé kriminalistické stopy dělíme dle rozličných hledisek v závislosti na jejich zařazení, nejčastěji na materiální a paměťové.

### 2.1.1 Materiální stopa

Tyto stopy nám odhalují vnitřní či vnější struktury daného objektu, popřípadě jeho funkční a dynamické vlastnosti a návyky.

Mezi hlavní představitele patří stopy biologické (krev, vlasová vlákna, části organismů), trasologické (otisky bot, pneumatik) a daktyloskopické (otisky prstů).

Může se však jednat i o jakoukoliv jinou materiální stopu nalezenou na místě činu, která nám může v budoucnu posloužit jako důkazní materiál. [1, 2]

### 2.1.2 Paměťová stopa

Daná stopa vzniká a je uchovávána v paměti osoby (svědka). Je definována dle krátkodobého, střednědobého či trvalého charakteru uložení jisté informace v lidském mozku. Vzniká za pomoci podnětů lidských smyslů (zrak, sluch, hmat, chuť, čich) a to především na základě zraku a sluchu.

Nejlépe si celou situaci zapamatuje osoba, která je na podobné případy zvyklá a proto si zapamatuje a zaznamená nejvíce podrobností.

Osoby poskytující tyto stopy jsou klasifikovány jako svědci, v případě jejich důležitosti se můžeme bavit i o tzv. „utajovaném“ svědkovi. [1, 2]

### 2.1.3 Kriminalistická biologická zkoumání

Z pohledu kriminalistické praxe jsou pro nás nejdůležitější stopy biologické, které jsou lidského původu. Ty pak lze rozdělit na tři skupiny podle způsobu, jak byly odděleny od zbytku daného organismu:

- samovolně odděleny nenásilnou cestou v rámci běžné funkce organismu (moč, výkaly, sliny, pot, vlasy, slzy, chlupy, sperma, menstruační krev, zvratky, částičky kůže, ...)
- materiál oddělený násilnou cestou často zapříčiněn násilím na lidském jedinci během trestného činu (krevní stopy, násilně oddělené vlasy či kůže, ...)
- materiál pocházející z již neživých organismů (tělní ostatky, části těla, kosterní pozůstatky, ...)

[2, 3, 10]

Také je však můžeme rozdělit na základě jejich původu:

- biologické stopy pocházející z organismu pachatele
- biologické stopy pocházející z organismu oběti
- biologické stopy pocházející z organismu nezúčastněné osoby
- biologické stopy pocházející z organismů přinejmenším dvou osob přičemž hovoříme o tzv. stopách smíšených

[2, 3, 10]

### 3 KRIMINALISTICKÁ BIOLOGIE

Využívá se především Policií ČR a Kriminální policií ČR k odhalování trestné činnosti. Dá se rozdělit na následujících 5 vědních disciplín:

- kriminalistickou chemickou expertízu
- kriminalistickou fyzikálně-chemickou expertízu
- kriminalistickou biologickou expertízu
- kriminalistickou genetickou expertízu
- kriminalistickou antropologickou expertízu

[2]

#### 3.1 Kriminalistická chemická expertíza

Vědní obor zabývající se zkoumáním vlastností, prvků, vnitřní stavby a přeměnou jednotlivých druhů látek, které se vyskytují v kriminalistické praxi. Jedná se především o zjišťování technických příčin vzniku požárů, toxikologická zkoumání nalezených látek, zkoumání léků a návykových látek, zkoumání pohonných hmot, zkoumání příčin vzniku a případných následků ekologických havárií, ...

Jednotlivé metody užívané k odhalování a zkoumání nalezených látek můžeme zařadit mezi jedny z nejstarších v oboru chemické expertízy v zjišťování chemického složení důkazů a důkazních materiálů. Můžeme sem zařadit i zjišťování kvalitativního a kvantitativního složení různých druhů látek. Naším úkolem je především identifikace pro nás neznámých vzorků materiálu a zjištění jeho složení, nebo zjištění shody mezi jednotlivými vzorky.

Oddělení chemické expertízy se zabývá zkoumáním organických látek a to i stopové analýzy. Díky rozvoji nových technologií může v tomto oboru docházet k detailnějšímu zkoumání. Pro analyzování se používají především separační metody (chromatografické) umožňující rozdělení složitějších směsí látek za pomoci jejich rozdílné migrace. Jedná se o princip odlišné rychlosti pohybu rozličných látek z pohledu molekulární kinetiky.

Chromatografie je kontinuální proces, v němž je prouděním porušována a difúzí opět nastolována rovnováha mezi látkami rozpuštěnými ve stacionární a mobilní fázi chromatografického systému. To má za následek rozdílný pohyb látek, po němž se látky od sebe oddělí a dovolí nám je nezávisle zkoumat (hmotnostní spektrometrie, infračervené spektrofotometrie). [2, 3, 4, 10]

Jednou z možností analýzy těchto vzorků je hmotnostní spektrometrie. Jedná se o fyzikálně-chemickou metodu, která udává hmotnosti molekul a atomů po jejich převedení na ionty, což nám umožňuje nejen kvantitativní a kvalitativní analýzu látek, ale také analýzu izotopického složení jednotlivých prvků. Podstatou metody je separace jednotlivých iontů produkovaných v iontovém zdroji užitého přístroje na základě jejich efektivní hmotnosti a jejich následná detekce. Celý proces probíhá v uzavřeném prostoru, v němž je za pomoci soustavy pump udržováno vakuum.

Patří k nejdokonalejším a nejmodernějším analytickým metodám. Její všestrannost a vysoká přesnost má budoucnost zejména v identifikaci proteinů, peptidů a proteinových profilů. [3, 4]

Další takovou metodou je infračervená spektrofotometrie. Jedná se o vědu určenou pro identifikaci nebo stanovení vzorku měřením absorpce infračerveného záření. Tato metoda patří v CTL mezi nejpoužívanější. S její pomocí je možno analyzovat organické i anorganické látky a to ve všech skupenstvích. Za pomoci měření se získá infračervené spektrum vzorku, které nám poskytne informaci o jednotlivých funkčních skupinách (srovnání a rychlá identifikaci neznámých látek).

Nehomogenní směsi se testují za pomoci mikrospektrometrie. Analýza vzorků menších než 0,1 mm (skvrny, vlákna, krystaly, ...). [3, 4]

### **3.2 Fyzikálně-chemická expertíza**

V rámci této metody se budeme zaměřovat především na schopnost identifikace rozměrově nepatrných stop známých jako mikroskopy. Jedná se o jednu z nejmodernějších metod kriminalistického zkoumání. Pachatel není schopen zabránit tomu, aby nezanechal alespoň malý vzorek své přítomnosti a tím nám poskytuje informace o průběhu vykonané trestné činnosti. Díky jeho nevědomosti o zanechaných stopách je ani není schopen likvidovat, což je další výhodou této metody.



Tato metoda ovšem také patří mezi metody nejsložitější pro svou náročnost na přístroje a kompetenci vyšetřovatele. Z tohoto důvodu se mikrostopy začaly využívat až v 70. letech 20. století.

Pojem mikrostopa se datuje na přelom 19. a 20. století, kdy sloužil k označování prostorově nevýrazných stop. Jejím využitím se zabýval rakouský kriminalista Hans Gross a jako první k jejímu výkonu začal využívat mikroskop a mikrofotografii pro určení původu stopy v praxi.

Za historicky první úspěch této metody můžeme považovat zjištění pachatele vraždy, kdy jedinými indiciemi k nalezení vraha ženy byly zbytky textilního vlákna, tabák, koks a hlína s obsahem slídy na šatech zavražděné v roce 1904. [2, 3, 4, 10]

Všechny tyto materiály má na starost oddělení fyzikálních expertíz. Jeho úkolem je provádět znalecká zkoumání veškerých materiálů spojených s výkonem trestné činnosti, především mikrostop. Za ty můžeme považovat zbytky textilního vlákna, sklo, povýstřelové popřípadě povýbuchové zplodiny, zbytky kovů, průmyslové prachy a nátěrové hmoty (veškeré drobné stopy anorganického původu). Díky tomu bylo možno najít a zadržet takzvaného „spartakiádního vraha“ Jiřího Straku, který byl na základě mikrostop bezpečně nalezen a zadržen.

Také je zde zastoupena mikroanalýza a anorganická analýza. Ty mají za úkol identifikaci výbušných, či zdraví škodlivých látek, identifikaci zbytků materiálů (střepin) po nehodách, nebo stanovení směru útoku a střelby a to vše ve spolupráci s technickým, či balistickým oddělením kriminalistické expertízy. [2, 3]

Nejnovější metodou analýzy je expertíza nanočástic. Jedná se o nejmodernější oblast výzkumu v kriminalistické expertíze. V nanooblasti se zabýváme zkoumáním částic, jejichž rozměry se pohybují v řádech nanometrů. Vyskytují se ve všech odvětvích života, a proto je můžeme bezpečně rozlišit dle místa původu a času vzniku. Na základě toho se můžeme přesvědčit o pravosti námi zkoumaných předmětů, případně jejich falzifikaci.

[2, 3]

### **3.3 Biologická expertíza**

Smyslem této expertízy jsou biologické stopy lidského, zvířecího, popřípadě rostlinného původu. Tato metoda byla do kriminalistické nauky zařazena roku 1901, kdy se

německému lékaři Paulu Uhlenhutovi podařilo poprvé a úspěšně odlišit lidskou krev od zvířecí.

Za nejčastěji nalézanou biologickou stopu je považována krev. Nachází se na místech trestných činů, jelikož je velmi snadné nějakou ztratit. Takto nalezená krev je odborně zajištěna a podrobena kriminalistické genetické expertíze. Stopy lidské krve jsou nesmírně významné, protože nám poskytují dokonalý materiál pro identifikaci pachatele za pomoci analýzy DNA. [3, 11]

Tyto úspěchy vedly ke vzniku nového odvětví, které nyní nazýváme soudní lékařství. Zkoumá biologický materiál pocházející z lidského či zvířecího těla. Zde je pak využita tzv. Uhlenhuthova metoda precipitačních biochemických reakcí. Jedná se o spolehlivou metodu použitelnou pro všechny druhy materiálů, která je založena na chemické reakci precipitačních bílkovin pocházejících z lidského nebo zvířecího zdroje s precipitačními séry. Ta jsou vyráběna uměle postupným vpravováním lidské nebo zvířecí krve nitrožilně do těl laboratorních zvířat.

V tělech těchto objektů začne na základě nekompatibility vstříkovaných a tělních látek docházet k odmítavé reakci, která má za následek vznik specifických protilátek. Ty jsou následně z krve objektů vyjmuty odstředěním a odstátím plasmy, jež obsahuje námi žádané protilátky, které využijeme jako indikační sérum. S využitím této metody se dají připravit séra nejen k potvrzení, či vyvrácení přítomnosti krve lidské, ale je zde možnost připravit i séra pro využití na zvířatech. Za tímto účelem jsou vytvářena séra především pro kočky a psy, následně pro hospodářská zvířata, drobná hospodářská zvířata, některé druhy lovných zvířat.

Původně se precipitační reakce prováděly ve zkumavkách, nebo kapilárách daných objektů, ale s postupem moderních technologií se přešlo na využívání modernějších metod, které pracují na principu již zmíněného difúzního děje a to ve vrstvě agarového gelu.

Na vrstvu agarového gelu se nanese námi zkoumaný vzorek látky, kolem kterého se následně nanesou různá precipitační séra. Naneseme-li tato séra do kruhu kolem zkoumané látky, umožní nám tento postup určit danou látku mnohem rychleji. Pozitivní výsledek je rozeznán při vzniku bílé precipitační sraženiny v oblasti styku zkoumané látky s některým ze zavedených sér. Ta je způsobena přítomností druhově shodné bílkoviny, jelikož její protilátky jsou obsaženy v reagujícím séru.

Jedná-li se o krev lidskou je zde možnost provedení sérologické zkoušky za účelem bližší specifikace zkoumaného vzorku krve (krevní skupina,...). [2, 3, 5, 10]

Z tohoto důvodu byl vyvinut systém ABO, který je prvním skupinovým testem prováděným na člověku. Byl objeven a potvrzen nezávisle třemi odborníky ( Landsteiner (1901), Janský (1907), Moss (1910) ).

Landsteinerovi šlo především o zjištění důvodu odmítavé reakce při některých transfuzích, což mělo za následek smrt pacienta. Za svůj objev byl v roce 1930 odměněn Nobelovou cenou za fyziologii a lékařství.

Svůj objev zveřejnil v díle „Agglutinationserscheinungen normaler menschlicher Blute“, kde popsal aglutinační vlastnosti krevních skupin. Princip spočíval v reakci mezi krvinkami a sérem. U skupiny A byly shlukovány krvinky skupiny B, u skupiny B sérum shlukovalo krvinky skupiny A a u skupiny C nedocházelo ke shlukování.

V roce 1902 byla prokázána čtvrtá základní krevní skupina, která byla nazvána AB. Její předchozí neznalost byla s velkou pravděpodobností zapříčiněna nepřítomností této krevní skupiny mezi Landsteinerovými pokusnými subjekty.

Ve 30. letech 20. století byla zavedena mezinárodní klasifikace krevních skupin (A, B, AB a 0). V České republice se o rozvoj těchto metod nejvíce přičinili Jaroslav Mayer, Milan Laupy a Petr Makovec. [2, 3, 5]

### 3.3.1 Krev

Krev (trofická tkáň) je tělní tekutina viskózního charakteru. Skládá se z cirkulující plazmy, tkání a buněk v uzavřeném cévním okruhu. V rámci této směsi se nacházejí i prvky jako erytrocyty, leukocyty a trombocyty.

Slouží k dopravě nezbytných látek (kyslík, glukóza) v těle a na druhou stranu se také stará o odvod škodlivých látek (kyselina mléčná, oxid uhličitý, ...). Zároveň zajišťuje živiny jako cukry, tuky, bílkoviny, minerální látky, vitamíny.

Jednotlivé živočišné druhy na zemi mají rozdílné množství krve v těle. Každý druh má ovšem toto množství přibližně stejné. U bezobratlých živočichů se množství krve udává jako 6 až 9 procent jejich tělesné hmotnosti. U plně vzrostlého člověka toto množství představuje přibližně 4,5 až 6 litrů krve na jedince. Množství krve je také ovlivněno pohlavím, kde můžeme sledovat menší množství krve u žen, vzhledem k jejich hmotnosti,

než u mužů. Také děti a mláďata nejrůznějších živočichů mají ve svém těle méně krve než jejich dospělí jedinci.

Pro zdravého jedince není ztráta do 10 % objemu krve zdraví nebezpečná. To ovšem neznamená, že jedinec nebude po její ztrátě nijak postižen. Jedná-li se o ztrátu krve v množství nepřesahujícím 10 %, je takto ztracená krev nahrazena krví z krevních zásobáren a tkáňovým mokem, který je uvolněn do oběhu.

Krev se skládá z více druhů krvinek, které tvoří přibližně 45 % vlastní krve. Zbýlých 55 % je označováno za krevní plazmu. Krevní plazma je slabě zásaditý roztok bílkovin, elektrolytů a organických molekul, které se jeví jako nažloutlá tekutina, mírně opaleskující. Za běžné množství pH lidské arteriální krve je považována hodnota 7,4.

K přenosu dýchacích plynů mezi jednotlivými buněčnými vrstvami je využíváno erytrocytů, které nám tvoří převážnou většinu krevních buněk. Z tohoto důvodu tato látka obsahuje tzv. hemoglobin, který můžeme také laicky nazvat dýchací barvivo.

Pro obranu těl před viry a nákazami slouží leukocyty. Za napadení organismu pak považujeme obranu před vnějšími cizorodými látkami, choroboplodnými zárodky, prachem, nebo látkami, jež mohou vzniknout uvnitř organismu jako takového a jsou pro něj škodlivé.

Při ztrátě krve se dostávají na řadu trombocyty, které nám zajišťují patřičnou srážlivost krve při poranění. Zabraňují tak dalším ztrátám krve a případnému vykrvácení. Jedná se o bezjaderná tělíška okrouhlého, či tyčinkovitého tvaru. [3, 5, 12]

Krevní stopy se vyskytují skoro kdekoliv, můžeme je nalézt na případném pachateli, či oběti, místě činu, nebo na předmětech souvisejících s vyšetřováním. Je-li na místě činu nalezena krev, tak je prvořadým úkolem kriminalistů určit, zda se jedná o krev lidskou nebo zvířecí.

K tomu nám slouží hemofanová metoda. Využívají se tzv. Hemofanové proužky, které vycházejí z principu Uhlenhutovy metody a slouží k rychlé identifikaci nalezené krve. Tyto speciální proužky jsou uvedeny v kontakt s danou látkou (krví) a v případě zbarvení a pozitivního určení dané látky se jedná o průkazný doklad přítomnosti lidské bílkoviny v dané látce.

Tento způsob identifikace je rychlý a nenáročný a poskytuje nám průkazné výsledky přímo na místě činu. [3, 5]

K dispozici je také metoda HemDirekt, která využívá imunologický test, který nám podává výsledek o zkoumané forenzní látce a identifikuje ji jako krev lidskou nebo krev jiného živočišného druhu. Zaměřuje se především na výskyt lidského hemoglobinu v daném vzorku látky, čehož dociluje za užití antigenu (protilátky).

Zkoumaný vzorek je rozpuštěn v biologickém roztoku (extrakční pufr), z něž je pak odebráno pár kapek k provedení testu. Výsledek testu můžeme stejně jako u předešlé metody vidět pouhým okem a provézt přímo na místě činu. Tím docílíme rychlé identifikace zkoumaného vzorku látky. [3, 5]

V případě, že nejsou na místě činu nalezeny krevní stopy, ale je zde podezření na jejich výskyt, využijeme metody Bluestar, která nám je odhalí.

Jedná se o činidlo, jehož účelem je odhalit krevní stopy, které byly již umyty, utřeny nebo stopy neviditelné běžným okem. Tento systém je určen pro kriminalisty a forenzní laboratoře. Je založen na chemické luminiscenci a na trhu je označován za nejefektivnější odhalovač krevních stop. Stopy jsou viditelné i bez nutnosti nastolení absolutní tmy a jsou prokazatelné i při výskytu pouhé kapky krve.

Princip této metody spočívá v generaci světla užitím chemické reakce, která uvádí prvky do excitovaných stavů. Jedná-li se o částice s fluorescenčními prvky, budou tyto prvky zářit. Tento způsob je nazýván přímou CL. V případě výskytu jiných prvků obsahujících excitovanou energii dochází k přenosu dané energie. Prvně excitované molekuly jsou označovány za emitory „primární“ (donory excitované energie), druhotné jsou nazývány „akceptory“ (příjem excitované energie).

Pokud druhotné emitory vykazují větší fluorescenční vlastnosti než emitory prvotní, dochází k tzv. senzitivizačnímu procesu. Taková reakce poskytuje větší luminiscenci a je označována jako CL metoda nepřímá.

K práci s touto technologií je zapotřebí dodržovat několik základních pravidel. Pracovník je nucen nosit ochranný oblek, aby zabránil případné kontaminaci prostoru vlastní osobou. Dále je zde nutno vybrat vhodný roztok Bluestar pro maximální účinnost. Výsledný roztok je nanesen na místo předpokládaného výskytu krevní stopy a v případě pozitivního výsledku je roztok nanesen na celou sledovanou plochu ve snaze objevit další latentní stopy.

Připravená směs je nanášena ze vzdálenosti přibližně 50 cm na vytyčenou oblast. Za pozitivní výsledek považujeme modrou luminiscenci, která nám ukazuje místa výskytu

krevních stop. Luminiscence není příliš trvanlivá a po přibližně jedné minutě je zapotřebí celý proces zopakovat pro získání opětovné luminiscence.

Je-li místo výskytu krve vytyčeno a ostatní místa, nám podala negativní výsledek, přecházíme ke kontrole barvy daného nálezu. Čerstvá, nedávno odstraněná krev je zbarvena do červena až hněda. Pokud má nalezená krev zbarvení od tmavě hnědé do černa, jedná se o krev starou a před očištěním pravděpodobně již zaschlou.

Užitím této metody nepoškodujeme DNA nalezené krve, což nám umožňuje tyto krevní stopy zajistit a podrobit patřičné analýze ABO. [3, 5]

Vznik krevních stop můžeme určit kupříkladu z úhlu dopadu krve. Pokud je úhel dopadu malý, dojde k vytvoření charakteristicky protáhlých skvrn. Kapky způsobené přímým dopadem na povrch pod úhlem  $90^\circ$  nám tvoří obrazce kruhové. Naopak kapky, které dopadají v úhlu deseti a více stupňů nám tvoří obrazce, jejichž délka je mnohonásobně větší, než jejich šířka. Tyto obrazce jsou velmi důležité, zejména pokud kriminalisté potřebují zjistit, jakým způsobem byla oběť zavražděna. Krevní stopy spolu s vražedným nástrojem, nám totiž mohou poskytnout dokonalou představu o předchozích událostech, které vedly k nálezu těl. [3]

Dále je zapotřebí zhodnotit druh materiálu, na kterém se nalezená krevní stopa nalézá. Každý povrch má své specifické vlastnosti, které nám ve velké míře ovlivňují nalezené stopy. Je zde totiž rozdíl mezi hladkými povrchy umožňujícími jednoduchý, i nadměrný rozptyl krve a hrubými povrchy, které by mohli krev zadržovat a neumožňovat její plný rozptyl. Taktéž je potřeba rozhodnout o druhu materiálu, jelikož některé textilní látky mají tendenci kapaliny spíše pohlcovat v malých oblastech, než jim dovolovat velký rozptyl. Všechny tyto aspekty ovlivňují vzhled a dopad krevní stopy a tím dezinformují vyšetřovatele o jejich původu. [3]

Vzhled krevních stop je také ovlivněn rychlostí, jakou dopadají na daný povrch. Stopy způsobené pomalu letícími nebo tekoucími kapkami jsou malé a neukazují se jako rozptýlené obrazce. Naopak kapky dopadající velkou rychlostí způsobují široký rozptýl obrazce. V běžné praxi jsou rychlosti dopadajících kapek rozdělovány do tří kategorií. Pomalé kapky dosahují rychlosti do 2 m/s, za středně rychlé kapky považujeme kapky letící do 10 m/s a za rychlé kapky jsou označovány kapky dosahující rychlostí okolo 100 m/s. [3]

Rozptyl nalezených kapek nám říká, jak byl daný objekt (oběť) umístěn a vzdálen od místa dopadu kapek. Víme pro to, že čím větší byla vzdálenost oběti od místa dopadu, tím větší budou vzniklé krevní stopy a rozestupy mezi jednotlivými kapkami.

V kombinaci s předešlými metodami jsme schopni zjistit umístění oběti v prostoru v době výkonu trestné činnosti. Pro výpočty těchto kombinací slouží softwary jako Hemospat nebo Back Track. Software dle hran krevního obrazce rozhodne o rychlosti a úhlu dopadu, s jejichž pomocí nám bezpečně určí pozici oběti a umožní tak provést rekonstrukci trestného činu. [3]

### 3.4 Genetická expertíza

Genetická analýza je úzce spojována s analýzou DNA. V roce 1944 americký vědec Oswald Avery jako první definoval vlastnosti DNA a její podíl na přenosu genetických vlastností na potomky. Za první opravdové použití DNA v rámci forenzního zkoumání považujeme rok 1986, kdy britský vědec Alec Jeffreys popsal kriminalistickou metodu „fingerprinting“ a poprvé využil metody zkoumání DNA při vyšetřování případu znásilnění a vraždy dvou patnáctiletých dívek v rozmezí let 1983 až 1986. V rámci tohoto vyšetřování úspěšně analyzoval a rozdělil vzorky krve několika tisíc podezřelých mužů na základě jejich DNA. Tato metoda bývá též nazývána metodou „restriction fragment length polymorphism“ („RFLP“).

Využívá vhodných sekvencí v deoxyribonukleové kyselině za účelem potvrzení totožnosti dané osoby. Jedná se o frekvenční metodu, kde se hledaly stejné sekvence nukleoidů. Zvolené úseky DNA jsou následně rozčleněny na základě použitého enzymu a rozštěpeny tzv. restrikčním enzymem. Tento postup dá vzniknout různě dlouhým fragmentům DNA.

Na takto vzniklé fragmenty je použita multilokusová sonda. Ta vyšle na fragmenty krátkou posloupnost nukleotidů, které se následně spojí s fragmenty obsahujícími patřičné doplňkové nukleotidy. Zásah sondy bývá označován radioizotopem pro své zviditelnění v rámci vzorku.

Za první techniku individuální identifikace osob považujeme metodu elfogramů užívanou ke konci 80. let. Jednalo se o fotografie známých dlouhých sloupců o různé intenzitě a různém zbarvení jednotlivých částí. Tato metoda byla ovšem velmi pracná a

náročná na čas a kvalitu vzorku (jeho degradaci), který byl periodicky znečišťován přítomností různých externích elementů.

Z tohoto důvodu byla v 90. letech zavedena metoda detekčních proužků pracující s navázanými DNA sondami. V této metodě zkoumáme změnu zabarvení vlivem enzymatické reakce, která vzniká v místech, kde se sonda napojuje na zkoumanou DNA (alela). Z tohoto důvodu se zmíněná metoda také nazývá metodou DOT-BLOT. Tato metoda není ovšem perfektní, nedokáže nám účinně rozlišit jednotlivé jedince. [3, 11, 12]

Každá osoba má svůj genetický profil, který můžeme na základě DNA bezpečně určit. Pro analýzu DNA můžeme použít jakýkoliv buněčný vzorek (tkáň, krev, ...) jedince, obsahující zachovalé buňky s DNA. Pro určení pohlaví zkoumaného jedince se provádí test na přítomnost Barrova tělíska (sex-chromatin) v jádru sledované buňky. Tato tělíska vznikají kondenzací některého ze dvou X-chromozomů. Chromozom je inaktivní, ale poskytuje nám žádanou informaci. Pro další informace je však nutno, aby vzorek podstoupil podstatně podrobnější expertízu.

Jedná se o nejpoužívanější metodu dnešní doby. Používá se především v oblastech znaleckého zkoumání genetiky (dědičnost, identifikace, ...). Porovnáním jednotlivých vzorků DNA se stopami nalezenými na místě činu lze jednoznačně určit osobu, jejíž biologický materiál se v daném místě nachází. Rovněž je zde možnost identifikace osob na základě jaderného zkoumání v případě nalezení jinak neidentifikovatelného těla. Zjištěné informace pak skladuje dle zákona č. 101/2001 Sb., který mluví o ochraně osobních údajů.

Dále je možno provádět speciální analýzy DNA jako Y-chromozomu a mitochondriální DNA. Tyto analýzy nám neposkytují dostatek informací pro identifikaci jednotlivých osob, a proto jsou využívány jen jako pomocné analytické metody. V lednu 2007 byla na území České republiky zřízena laboratoř pro analýzu a skladování vzorků DNA. Jejím účelem je vytvořit kvalitní databázi DNA a to především ze vzorků poskytnutých osobami ve výkonu trestu. Od prosince 2001 můžeme v kriminalistickém ústavu v Praze nalézt národní databázi DNA (ND), která je průběžně doplňována.

V těchto zařízeních je využívána přístrojová technika (roboti) pro izolaci vzorků DNA, jednokapilárové sekventátory, šestnáctikapilárové sekventátory, PCR cyclery, přístroje pro real-time PCR, atp. [2, 3, 5, 12]



### 3.4.1 STR

Jedná se o celosvětovou metodu identifikace vzorků DNA započatou v 90. letech, která spočívá v identifikaci polymorfizmů. Metoda je založena na identifikaci krátkých sekvencí nukleoidů, které se v DNA opakují. Tyto sekvence se nazývají STR, neboli „Short Tandem Repeat“. Pro větší účinnost této metody je nutno podrobit expertíze více vzorků najednou. Po ukončení amplifikace jednotlivých vzorků DNA s vybranými polymorfizmy získáme tzv. amplifikanty, které jsou následně rozděleny dle své velikosti a hodnoceny v sekvenátorech.

Policie ČR využívá ve svých zařízeních diagnostické sady Power Plex 16 od firmy Promega. Tyto sady jim poskytují vhodný poměr cena - výkon a umožňují současnou práci na 16 vzorcích polymorfizmů a amelogeninových lokusů udávajících pohlaví zjišťovaného. S takovou mírou přesnosti lze určit jedince v poměru 1:1018 na jedince. Tato metoda je určena pro identifikaci jedince nikoliv pro zjišťování patologických vad, a proto není vhodná ani pro lékařská vyšetření.

Profil každého jedince lze nalézt v jeho DNA. Metoda STR využívá 20 polymorfizmů, daných použitými analytickými sadami. Pro tyto polymorfizmy byly vypracovány populační studie, na jejichž základě byla stanovena frekvence výskytu vybraných alel. Z těchto údajů je pak možno určit pravděpodobnost výskytu daného DNA profilu vzhledem k populaci. V praxi toto znamená určení 9 až 12 polymorfizmů STR lokusů. [3, 5, 10]

### 3.4.2 Kost

Kost nám poskytuje dostatek informací o majiteli, tyto informace jsou ovšem ovlivněny stářím a místem uložení tohoto materiálu. Mladší kosti většinou obsahují více informací než kosti starší, to ovšem nemusí být pravidlem.

Jednou z metod získání informace je metoda fenol-chloroformová extrakce. Materiál je rozdrcen ve třecí misce (možno předem zmrazit tekutým dusíkem kvůli větší čistotě). Pro získání dat je do směsi přidán lyzační roztok (enzym proteináza K – štěpení bílkovin a histonů), buněčný obsah se spolu s nukleovými kyselinami uvolní do

pufrovaného roztoku, obsahujícího etylendiamintetraoctovou kyselinu (EDTA). Ta chelatuje ionty vápníku, sloužící jako kofaktor nukleáz.

Nukleázy bez přítomnosti vápníku nevykonávají svou činnost, takže odebráním vápníku zamezíme rozpadu nově získané DNA. Nukleové kyseliny jsou rozpuštěny v pufru, který nám odstraní zbytky proteinů. Do výsledné směsi je přidán fenol, chloroform a isoamylalkohol. Přítomnost chloroformu nám roztok rozdělí na dvě fáze. Z horní fáze odebereme nukleové kyseliny a zbytek odstraníme (opakujeme do odstranění proteinů).

Potřebné nukleové kyseliny je možno získat vysrážením po přidání koncentráту etanolu do směsi. V takovémto roztoku převažuje z 95 % RNA, pro práci pouze s DNA je zapotřebí RNA odstranit s využitím RNazy.

Jedná se o zdlouhavou a náročnou práci, která ovšem poskytuje nejlepší výsledky. Jako další metody získávání DNA jsou uvedeny metody izolace jader DNA, chelexová extrakce a extrakce s využitím FTA papírků. Jedná se o metody jednoduché, určené pro rychlé získávání informací. Neposkytují však potřebné informace v rámci detailního zkoumání. [3, 6, 12]

### 3.4.3 Vlákna

Jde o trichologické materiály jako vlasy, chlupy a srst. Můžeme je popsat jako zrohovatělý materiál, nalézající se po celém těle s výjimkou prstů, dlaní, chodidel a rtů.

Hustota porostu je individuální regulovaná androgeny. Porost hlavy činí přibližně 200 až 300 vlasů/cm<sup>2</sup>, délka vlasů je neomezená až na svou tloušťku, která se pohybuje od 0,05 až po 0,6 mm. Každé vlákno je složeno z několika částí. Ty pak rozdělujeme na část, kterou můžeme vidět (scapus pili) a na tu, která vidět nelze (bulbus pili). Lidská vlákna jsou jednoduše odlišitelná od vláken jiných savců a díky jejich struktuře je můžeme dělit na vlákna hlavová, řasy a obočí, vousy, tělní vlákna, podpažní vlákna, pubická vlákna.

Vlákna nám slouží především k identifikaci krevní skupiny a etnické příslušnosti. K jejich analýze se využívá metody atomové absorpční spektrometrie (AAS), pracující s kvantitativními analýzami jednotlivých prvků ve vlasových vláknech. Spolu s ostatními zjištěními získáme i analýzu DNA, která nám poslouží při pozdější identifikaci. Pro porovnání vzorků odebíráme do deseti vzorků vláken z každé části těla.

Analýza krevní skupiny u vlasu je vykonávána stejně jako u kostí. Využíváme tzv. absorpčně eluční metody (AE). Funguje na principu spojení antigenu a protilátky během absorpční fáze. Další možností je využití metody aglutinace, kdy dochází k mísení antigenových determinant a iantigenových částic přes Fab fragmenty protilátek (přímá aglutinace). Za nepřímou aglutinaci pak považujeme práci s nekompletními protilátkami. Tato metoda má hodnocení na principu křížků, kdy nám počet křížků udává míru aglutinace. [3, 12]

#### **3.4.4 Národní databáze DNA**

Vznikla v roce 1997 a je souborem veškerých získaných DNA profilů. Je to informační systém poskytující registraci a možnost uchovávat a porovnávat DNA profily osob, které jsou spojeny s trestnou činností nebo neznámou DNA nalezenou na místě činu. Jedná se jen o jednu databázi v rámci mezinárodní sítě European Network of Forensic Science Institutes (ENFSI).

Pro vzájemnou komunikaci mezi jednotlivými systémy slouží systém CODIS (Combined DNA Analysis system) vytvořený službou FBI jako speciální software. Tato databáze je největší databází DNA profilů osob spojených a pravomocně odsouzených, především pak osob spojených se závažnou trestnou činností. Slouží také jako databáze DNA profilů zajištěných na místech činu nebo z neidentifikovatelných těl, které není možno určit, a jsou zde tedy uloženy pro případná další zkoumání.

Veškeré tyto profily pocházející od osob pravomocně odsouzených jsou v databázi uloženy až do 80 let věku pachatelů. Dojde-li k úmrtí takovéto osoby před stanoveným věkem, ponechávají se tyto informace v systému ještě 20 let pro případné zpětné ověření jejich trestné činnosti, po nichž jsou z něj odstraněny. [2, 12]

#### **3.4.5 FODAGEN**

Jedná se celostátní informační systém používaný Policií ČR. Je převážně využíván kriminalistickými technikami v krajských, obvodních, popřípadě městských ředitelstvích Policie ČR, taktéž je užíván experty v KÚP a Odboru kriminalistické techniky a expertiz.

Systém poskytuje přístup k datům o trestaných osobách on-line v reálném čase a to všem kriminalistickým technikům v Policii ČR. Jsou zde kromě profilů jednotlivých osob

zaznamenány i jejich výrazné znaky, jakožto veškeré lékařské či jiné zákroky, které stojí za povšimnutí. Fodagen je napojen na systém evidence osob (CRO), což mu umožňuje přístup k základním údajům o osobách. Dále nám systém poskytuje dokonalý a terminologicky přesný popis dané osoby, kriminalistické fotografie osoby včetně fotografií tetování a jiných výrazných poznávacích znamení, daktyloskopické záznamy, záznamy o zajištěných biologických materiálech určených ke genetické expertíze.

Jde o velmi praktický a účinný systém, který pomáhá koordinovat policejní pátrání. Dává nám informace o nynější i minulé trestné činnosti sledovaných a prošetřovaných osob. Údaje v této databázi jsou aktualizovány prostřednictvím datové sítě intranet MV ČR. Tato databáze je uváděna jako Centrální databáze IS FODAGEN a je vedena v databázovém centru Policie ČR v rámci Odboru systémového řízení a informatiky Policejního prezidia (OSŘI PP). [2, 12]

### 3.4.6 Využitelnost DNA

Využitelnost analýzy DNA spočívá v kvalitě a množství materiálu, z kterého byla daná DNA odebrána.

| Vzorek                         | Zisk [ng]             | Užitečná DNA [%] |
|--------------------------------|-----------------------|------------------|
| čerstvá krev                   | 20.000 - 40.000 /ml   | 99               |
| krevní stopa 1 cm <sup>2</sup> | 200 - 500             | 94               |
| krevní stopa 1 mm <sup>2</sup> | 2 - 5                 | 3                |
| sperma                         | 120.000 - 300.000 /ml | 99               |
| postkoitální výtěr             | 10 - 3000 /stěr       | 99               |
| sliny                          | < 5000 /ml            | 63               |
| ústní stěr                     | 100 - 2.000 /stěr     | 99               |
| odebrané vlákno                | 1 - 700 /vlákno       | 92               |
| uvolněné vlákno                | 0,1 - 12 /vlákno      | 71               |
| moč                            | 1 - 20 /ml            | 34               |
| tkáň                           | 50 -500 /mg           | 87               |

Tab. č.1 Množství využitelného materiálu pro analýzu DNA

### 3.5 Antropologická expertíza

Jedná se o aplikaci fyzické (biologické) antropologie v rámci kriminalistické expertízy. Chceme především identifikovat původ biologických materiálů a případnou možnost výskytu těla. Rozdílnost mezi kostmi lidskými a zvířecími je znalcům (zákon č. 36/1967 Sb.) jasná na první pohled z důvodu hominizace. Jedná se zejména o jejich tvar a délku, které se od lidských kostí značně odlišují. Změny jsou patrné zejména v části hrudníku, pletence ramene (rotace paže), zvětšení čelisti, pánve a páteře, umístění týlního otvoru, vývoje horních i dolních končetin, ústup ochlupení, lebeční změny. Pokud je pak naše teorie potvrzena jedná se především o identifikaci daných jednotlivců.

V kriminalistice jsou zde řazeny veškerá nalezená těla, u kterých neznáme jejich identitu, nebo identifikace, jež není běžnými prostředky možná (kosterní pozůstatky). Těla jsou nalézána náhodně během stavebních prací, v rámci geologického výzkumu, při čištní vodních nádrží, popřípadě v bytech či jiných objektech. Výjimkou jsou těla nalezená v oblastech, kde se jedná o pohřebiště nebo masové hroby, kdy je jak poloha, tak příčina známá nebo v místech, kde je podezření na výskyt trestné činnosti.

Pozůstatky nacházíme v různých stádiích rozkladu a to od těl, na kterých jsou ještě uchyceny zbytky měkkých tkání, až po vyskeletované pozůstatky. Na pozůstatcích pak pozorujeme vliv prostředí (hloubka uložení, délka uložení, vlhkost, vliv kořenových soustav, „okusování“ živočichy, ...), ale i příčiny smrti (zlomeniny, štěpení kostí, kostní úlomky, perimortální a postmortální zranění, ...). Dále nálezy rozdělujeme dle místa nálezu na povrchové nebo skryté. [2, 3, 6]

#### 3.5.1 Ostatky se zachovalou měkkou tkání

V případě nalezení těla se zachovalou měkkou tkání je na místo neprodleně zavolán policejní lékař, soudní lékař či antropolog. Jejich úkolem je zajistit tělo a určit jeho stáří a předběžnou příčinu smrti. Jelikož se jedná o velmi citlivý materiál (případná mumifikace), který je možno jednoduše poškodit, je vyžadováno, aby se lékař pohyboval s maximální opatrností.

Aby nedošlo ke kontaminaci nálezu DNA lékaře a za účelem dodržení hygienických zásad, je nutno dodržovat nošení ochranných pomůcek. Mezi tyto pomůcky řadíme ochranný oděv, rukavice a roušku. Lékař je povinen zajistit nejen oblast těla, ale i

jeho přilehlé okolí a to z důvodu případných odštěpků kostí nebo různých drobných předmětů, které by se mohly v okolí těla vyskytovat a posloužit k jeho identifikaci.

Dalším krokem je zajištění ostatků a jejich umístění do plastových či polyethylenových pytlů, sáčků, krabiček, které nám slouží pro zachování ucelenosti nálezu a jeho lepší přepravu

Po umístění veškerých volně dostupných pozůstatků do připravených schránek následuje hlubinné zkoumání zeminy v oblasti pod a kolem těla a to až do hloubky desítek centimetrů. Během tohoto zkoumání jde o zajištění veškerého materiálu, který by mohl být v příčinné souvislosti s nalezeným tělem. To zahrnuje zejména tamější faunu (hmyz, larvy, červy, ...), jejíž exempláře jsou brány jednotlivě a následně umisťovány do skleněných pevně uzavíratelných nádob.

Dalším krokem je doprava veškerých nalezených materiálů na soudní lékařství, kde jsou tyto prvky rozděleny dle svého místa v rámci nálezu za přispění předchozího metodologického popisu (popis stopy, název stopy, číslo stopy, místo nálezu, datum a nálezce stopy). Zde jsou pak na ostatcích provedeny standardní úkony ohledání a zpracování, čímž určíme přesnou příčinu smrti, somatoskopickou charakteristiku těla, která nám poskytne rentgenové snímky a toxikologické vyšetření. Ústavy soudního lékařství jsou zodpovědné za odstranění a katalogizaci veškerých zbylých měkkých tkání. Až po zajištění veškerých poznatků z původního těla je kostra, popřípadě její zbytky převezeny do KÚP za účelem kriminalistické antropologické expertízy (preparovaná lebka, zbytek možno nahradit rentgenem).

Těla, která nebylo možné identifikovat, není možno zpopelnit a po ukončení veškerých expertíz se pohřbívají do označených hrobů za účelem pozdější exhumace.

[3, 6, 9]

### 3.5.2 Ostatky bez zachovalé měkké tkáně

Při nálezu pouze kosterních pozůstatků je na místo přivolán antropolog, nebo archeolog v závislosti na místě nálezu. Takovýto nález nevyžaduje přítomnost odborníka a je tedy možno, aby byl zajištěn a poslán k analýze i osobou bez lékařského či jiného doporučení.

Není zde však vyloučena možnost přivolání odborníka. Ten pak může

kriminalistům poskytnout orientační informace o druhu nalezených ostatků (lidské, nebo zvířecí), počet jedinců, stáří nalezených pozůstatků (post mortem interval), způsob uložení těl, případná příčina smrti, atp.

Z důvodů dodržení veškerých právních a hygienických předpisů je opět nutno zacházet s nálezem opatrně a v ochranných pomůckách.

Během zajišťování tohoto druhu nálezu se postupuje identicky jako při zajišťování ostatků s uchycenou měkkou tkání s tím rozdílem, že bez patřičného vazebního materiálu je nyní nutno prohledat danou oblast detailněji.

Na povrchu dojde k ohledání nejbližšího okolí kolem nálezu a zajištění veškerých materiálů vztahujících se k tělu. Následně se systematicky prohledá zemina do hloubky několika desítek centimetrů pod nálezem, za účelem nalezení veškerých možných odštěpků a drobných kůstek, které se mohly vlivem prostředí odchýlit od své původní lokace. Vzhledem k nedostatku pojiva mezi jednotlivými částmi je nutno postupovat pomalu a opatrně a následně veškerou vytěženou zeminu prosít kvůli možnému výskytu makroskopických stop (drobné kůstky, fragmenty, malé doprovodné předměty, šperky, části oblečení). Takovéto stopy nám posléze napomáhají k nalezení identity těla, případně pachatele.

Pro zajištění těchto stop využíváme nástroje jako rukavice, plastické a polyethylenové pytle (krátkodobé skladování), sáčky, krabice, kontejnery, lopatky, štětečky, lupy a síta. S ostatky je nutno zacházet s velkou péčí a tím se vyvarovat případným ztrátám na důkazním materiálu. Jedná-li se o kosti mokré nebo jinak znečištěné je zapotřebí je nechat pomalu a zvolna oschnout a následně pečlivě, ale jemně očistit. Především lebka je velmi citlivá, jelikož díky nedostatku tkáňového pojiva jsou její části uvolněné a zejména zuby mají tendenci při přepravě vypadávat.

Veškeré nálezy jsou patřičně inventarizovány a následně označeny dle platných předpisů (název stopy, číslo stopy, místo a datum nálezu,...). Veškerá dokumentace je pak uložena v patřičném archívu spolu s veškerými nálezy k nim příslušejícím.

Jedná-li se o historicky cenné pozůstatky potvrzené archeologem, jedná se pak o historicky hodnotné nálezy, které jsou následně převezeny na expertízu do daného vědeckého pracoviště. [3, 6, 9]

### 3.5.3 Osteologická expertíza

Dochází k ní v případech, kdy jsou jiné metody rekognoskace, které by nám poskytly téměř jistý výsledek nepoužitelné. Jedná se nám o metody jako analýza DNA, daktyloskopie, či jiné druhy rekognoskace. Pokud jsou tyto způsoby nepoužitelné, využijeme metody osteologické.

Při identifikaci nálezu postupujeme dle tzv. identifikačního procesu, který obsahuje vše od úplného vyhodnocení kosterního nálezu (jedná se nám především o původ kostí – lidské nebo zvířecí) a získání veškerých možných údajů post mortem (údaje získané po smrti oběti) a jejich porovnání se záznamy získanými před smrtí jako lékařskými záznamy apod. (ante mortem) o pohřešovaném jedinci. Pokud jsou nalezené ostatky lidské a souhlasí zde analýza údajů post mortem a ante mortem přechází se k tzv. superprojekci. [3, 6, 7]

Metoda superprojekce se dostala do povědomí lidí během druhé poloviny 19. století. Metoda je do dnešní doby víceméně neměnná, mění se především vybavení určené k analýze nálezů v závislosti na postupující době a vývoji nových technologií. Původní postup, který se využíval až do 80. let, se prováděl makroskopicky s využitím lupy nebo stereomikroskopu. Let spočíval v překrytí negativů fotografie zesnulého s negativem fotografie lebky nalezené a určené k identifikaci. Bylo zapotřebí, aby obě fotografie byly foceny ve stejném směru a úhlu, jinak mohlo docházet k nepřesnostem a výsledné údaje nebyly průkazné (levostranný profil). Vše se ovšem změnilo s nástupem vynálezu videosuperprojekce. Na počátku 21. století byla v KÚP představena metoda superprojekce s využitím počítačové a digitální technologie. Tato metoda spočívá v naskenování dané lebky za pomoci laseru. Laserový sken nám poskytne virtuální a interaktivní lebku, na kterou můžeme v počítači nanést portrét hledané osoby. K tomuto výkonu ovšem potřebujeme i kvalifikovaný software Blueskull, který nám tuto expertízu umožní a kraniofor s dálkově ovládaným kloubem na který lebku umístíme během skenování. Další možností je využívání softwareů ForDisc a DSP pro vytvoření profilu bez znalosti všech částí těla. Umožňují nahrazení poškozené nebo chybějící části kostry s využitím statistické analýzy a matematických pravděpodobností. [3, 6, 7]

Další možností je užití metody faciální rekonstrukce. Na námi získaný počítačový model lebky (podporu) nanášíme virtuální měkkou tkáň, kterou poskytujeme dle známých, vědecky ověřených informací. Tato tkáň nám simuluje možnou podobu oběti v závislosti na druhu a stáří lebky. Hlavními body u tohoto druhu analýzy jsou databáze tloušťky



měkkých tkání a sada virtuálních trojrozměrných obličejových komponent (frekvenční tabulky) jako oči, nos a rty. Tyto analytické databáze jsou pak hlavním zdrojem dat, vedoucích k vytvoření přibližné podoby tváře oběti, kterou je nadále možno využít pro typování v databázi pohřešovaných osob. [3, 6, 7]

#### 3.5.4 Fotokomparativní zkoumání

Fotokomparativní zkoumání v oblasti antropologie je jak již název napovídá především porovnáváním fotografií výrazných identifikačních znaků na těle pohřešovaného se stejnými znaky na těle nebo tělních pozůstatcích nalezených a určených k identifikaci.

Jedná se o významnou, rychlou a spolehlivou metodu jak ověřit totožnost oběti s využitím dokladů, identifikačních průkazů mrtvého jedince. Taktéž je zde možnost identifikace na základě peněžní hotovosti v případě, že se u oběti nacházejí peníze získané především z nelegální činnosti, jejichž identifikační čísla byla nahlášena. Takto nahlášené bankovky je pak možno jednoduše vysledovat do nejrůznějších peněžních ústavů, bankomatů, případně nabytí hotovosti v rámci cashbacků. [3, 6, 8]

První metodou užívanou během tohoto zkoumání je expertíza morfoskopická. Jde zde především o hodnoty morfologických znaků v obličejí. Jsou zde využívána jak referenční grafická schémata, tak fotografická alba morfologických znaků. Jako první by se měly určit znaky obecné (muž nebo žena), dále by se pak již mělo pokračovat určováním znaků specifických k danému typu těla.

Vždy vybíráme a popisujeme tu část obličeje, která nám poskytuje nejvíce údajů. Jedná se nám kupříkladu o rozměry očí, nosu, čela, brady, apod. Za zmínku stojí především ušní boltce, znaménka a patologické defekty, které nám poskytují velkou škálu informací. Tato metoda je využívána zejména při zkoumání lebek a pánví obětí jelikož jiné kosterní pozůstatky vykazují značnou rozdílnost v závislosti na druhu pohlaví. [3, 7]

Další používanou metodou je Metrická expertíza. Informace je nutno získávat okamžitě po nalezení těla. Rozklad pozůstatků totiž zapříčiňuje nenávratné změny v informační struktuře stop získaných post mortem. V první řadě jsou určeny tzv. antropometrické body, s jejichž pomocí jsou následně zaznamenány indexy jednotlivých lomů. U těchto bodů pak rozhodujeme o jejich schodě či rozdílu s hledanou osobou. V případě rozdílnosti se přistupuje ke kontrole rozdílnosti jednotlivých charakteristik.

[3, 7, 9]

Poslední metodou užívanou pro tyto expertízy je superpoziční metoda užívaná k finálnímu určení totožnosti oběti. Zde hraje velkou roli stáří oběti, její hmotnost, výraz obličeje, obličejové úpravy, chirurgické zákroky, patologické vady a celková stavba těla. Při postupu nám jde o co největší zjednodušení daného problému, jelikož často pracujeme s fotografiemi, které nemají patřičnou kvalitu, nebo trpíme celkovým nedostatkem informací. Policie využívá především tzv. trojdílných fotografií a dalších fotografických záznamů výrazných znaků jako kožní léze, tetování a nejrůznější tělní anomálie. [3, 7, 9]

### 3.5.5 Trichologická expertíza

Tato expertíza se zaměřuje na trichologický materiál zanechaný lidskými jedinci. Jedná se o zbytky vlasů a chlupů, které byly nalezeny na místě výskytu trestné činnosti nebo nalezených přímo na těle oběti. Takto zajištěné stopy nám pak mohou poskytnout kýžené informace o případném pachateli. [2, 3]

### 3.5.6 Identifikace chrupu

Jde o rentgenové snímky zubů jedince. Je na nich uvedena identifikace pacienta (jméno a příjmení), datum vyšetření, informace o snímané straně a rodné číslo. Snímky jsou označovány písmeny P (pravá) a L (levá) podle jejich umístění v rámci chrupu. Zubní věk pozorujeme na charakteristickém zarůstání fontanel, rozvoji a spojování osifikačních center, přírůstku epifýz, růstu a výměně chrupu a mineralizaci zubů. Za zlom mezi dětským a plně vyvinutým chrupem považujeme vznik „synostosis sphenoccipitalis“.

Tuto metodu nelze aplikovat na chrup vykazující patologické jevy jako achondroplazii nebo hypovitaminózu D. Tyto jevy ovlivňují chrup příliš velkou měrou a výsledky jsou neprůkazné. Při identifikaci chrupu nás pak zajímají prvky jako abraze, transparence, velikost sekundárního dentinu, velikost úpony gingivi, stupeň resorpce cementu a lékařské zákroky.

Na základě získaných informací můžeme vypočítat věk oběti a ověřit její přítomnost v databázi hledaných osob za pomoci dostupných zubních záznamů. [3]

### 3.5.7 Identifikace lebečních švů

Jde o pevná vazivová spojení kostí lebky. Nejčastěji se jmenují podle kostí, které spojují. Za nejdůležitější považujeme šev věncový (spojuje kost čelní a temenní), šípový (spojuje kosti temenní), lambdový (spojuje kosti temenní a týlní), šupinový (spojuje temenní a spánkovou kost).

Švy s postupujícím věkem srůstají a sílí, až do věku 30let, výjimkou jsou švy novorozenců. Z důvodu porodu a správného vývoje obsahují tzv. fontanely, které se spojují (osifikují) později, až do věku 2 let. Mají charakteristiku vazivových lupínků, nacházejících se mezi jednotlivými lebečními kostmi. Za nejdůležitější považujeme fontanely čelní, týlní, klínovou a postranní. [3]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 ANTROPOLOGICKÁ EXPERTÍZA

V této části se zabývám matematicky ověřitelnými fakty, které jsou specifické pro každou část těla. Pro identifikaci kosterních pozůstatků jsou zde vypracovány statistické analýzy důležitých částí skeletů. Na základě výsledků uvedených výpočtů a hodnot získaných statistickou analýzou jsem pak schopen určit výšku, věk, PM index a jiné informace vypovídající o majiteli zkoumaných ostatků.

### 4.1 Identifikace kosterního materiálu

Pro identifikaci kosterního materiálu se zaměřujeme na následující informace:

- 1) Zjištění druhové příslušnosti
- 2) Post mortem interval
- 3) Zjištění jestli se jedná o prvotní, či druhotné uložení
- 4) Zjištění počtu skeletů – rozlišení jedinců
- 5) Určení pohlaví skeletu
- 6) Určení výšky nalezeného jedince
- 7) Určení věku nalezeného jedince
- 8) Stavba těla a jeho etnická příslušnost
- 9) Ověření stop násilí a degenerativních nebo patologických změn

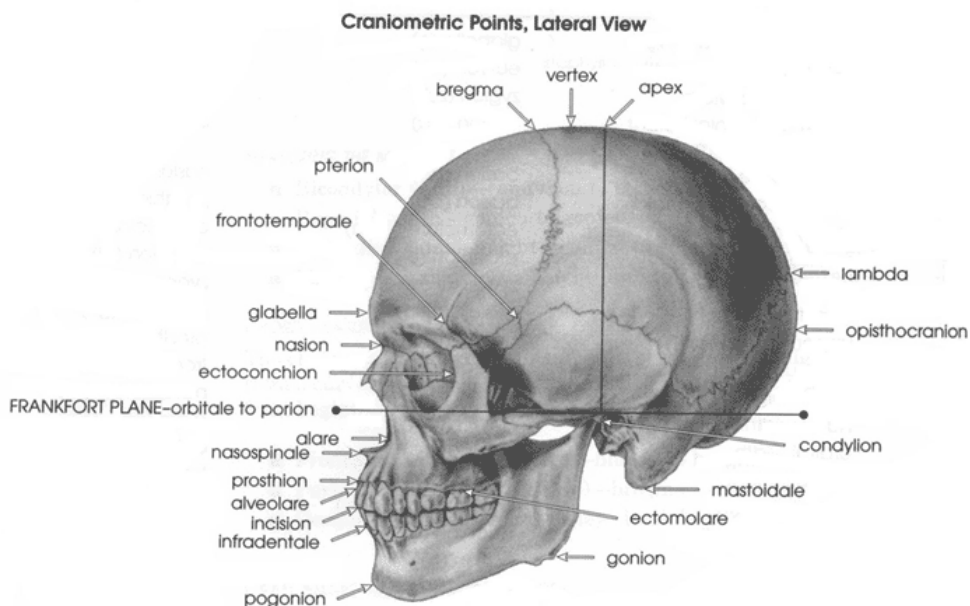
### 4.2 Etnická příslušnost

Etnickou příslušnost nalezeného jedince můžeme určit jednoduše podle tvaru nalezené lebky. Jednotlivé etnické skupiny mají danou průměrnou velikost své lebky, která se odlišuje v závislosti na věku a pohlaví jedince.

Europoidní lebky jsou charakterizovány svou dlouhou a úzkou obličejovou částí, lícni kosti mají ustupující tendenci a šikmý průběh.

Negroidní lebky jsou charakterizovány protáhlým kraníem s kratší a širší obličejovou částí než u lebek europoidních.

Mongoloidní lebky jsou charakterizovány plochým a dlouhým obličejem s délkou kraniálních částí pohybujících se v rozmezí malé a střední.



Obr. č.1 Lidské kranium – laterální pohled

|                    | Rozměry mozkoven [mm] |           |           |           |           |           |
|--------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                    | délka                 |           | výška     |           | šířka     |           |
|                    | muž                   | žena      | muž       | žena      | muž       | žena      |
| <b>velmi malé</b>  | 161 - 171             | 153 - 163 | 118 - 126 | 113 - 120 | 125 - 133 | 120 - 128 |
| <b>malé</b>        | 172 - 177             | 164 - 169 | 127 - 131 | 121 - 125 | 134 - 138 | 129 - 133 |
| <b>střední</b>     | 178 - 184             | 170 - 175 | 132 - 136 | 126 - 130 | 139 - 144 | 134 - 139 |
| <b>velké</b>       | 185 - 190             | 176 - 181 | 137 - 141 | 131 - 135 | 145 - 149 | 140 - 144 |
| <b>velmi velké</b> | 191 - 201             | 182 - 192 | 142 - 150 | 136 - 143 | 150 - 158 | 145 - 153 |

Tab. č.2 Statistická měření lidských mozkoven

|                    | Rozměry obličeje [mm] |           |           |           |
|--------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
|                    | výška                 |           | šířka     |           |
|                    | muž                   | žena      | muž       | žena      |
| <b>velmi malé</b>  | 96 - 107              | 89 - 99   | 177 - 125 | 109 - 116 |
| <b>malé</b>        | 108 - 114             | 100 - 106 | 126 - 130 | 117 - 121 |
| <b>střední</b>     | 115 - 122             | 107 - 113 | 131 - 136 | 122 - 127 |
| <b>velké</b>       | 123 - 129             | 114 - 120 | 137 - 141 | 128 - 132 |
| <b>velmi velké</b> | 130 - 141             | 121 - 131 | 142 - 150 | 133 - 140 |

Tab. č.3 Statistická měření lidského krania

Jako příklad této analýzy zde uvádím měření mozkovny a obličejové části europoidního muže střední postavy ve věku 49 let:

Výška mozkovny = 131 mm      Výška obličeje = 145 mm  
 Šířka mozkovny = 152 mm      Šířka obličeje = 134 mm  
 Délka mozkovny = 181 mm

### 4.3 PM interval

Má především vliv na stavbu skeletu, zejména na chrupavkovité části, které vlivem nedostatku živin ztrácejí svůj objem. Tuto změnu můžeme pozorovat na lidském femuru, kde se může jednat až o ztrátu 25 % původní velikosti.

|                | Velikost femuru [cm] |               |
|----------------|----------------------|---------------|
|                | dospělí jedinec      | ztráta 25%    |
| <b>1. část</b> | 18 - 21              | 13,5 - 15,75  |
| <b>2. část</b> | 15 - 19              | 11,25 - 14,25 |
| <b>3. část</b> | 17 - 20              | 12,75 - 15    |

Tab. č.4 Velikost lidského femuru v závislosti na teplotě

To v praxi znamená, že velikosti chrupavek dosahující velikosti až 4,5 mm se vlivem nedostatku kapalin zmenší o 2,3 – 2,6 mm.

Čas, který ostatky strávily v zemi je také možno odhadnout na základě množství a kvality biologického materiálu nalézajícího se v těle.

| Druh tkáně   | Doba rozkladu [let] |
|--------------|---------------------|
| měkká tkáň   | 10                  |
| mozková tkáň | 4                   |
| vazy         | 5                   |
| kost         | 70 až 100           |
| chrupavky    | 5                   |
| kostní dřev  | 5 až 10             |

Tab. č.5 Doba rozkladu tkáně

Tyto údaje odpovídají nálezům těla v podmínkách stálých, s průměrnými teplotami pohybujícími se mezi -10 až +25°C. Je-li nalezené tělo v jiných exogenních, či endogenních podmínkách, může se doba rozkladu odlišovat.

#### 4.4 Druh uložení

U druhu uložení ostatků se především zaměřujeme na význam daného místa. Jedná-li se o prvotní pohřeb, bude za takovéto místo zvolen nejspíše hřbitov nebo pohřebiště (místo definitivního uložení) a bude obsahovat velkou škálu rozličných informací (zákon č. 256/2001 Sb., ve znění zák. č. 479/2001 Sb., 320/2002 Sb., 274/2003 Sb., 112/2004 Sb. a 67/2006 Sb.).

V případě sekundárního pohřbu je dané místo zvoleno často účelně se záměrem dané pozůstatky skrýt. Na takovémto místě pak nenacházíme zbytky biologických stop a části kostí, jelikož ty byly zanechány na místě prvního pohřbu.

#### 4.5 Počet skeletů

V případě nálezů masového hrobu, nebo místa hromadné havárie je zapotřebí zjistit počet jedinců, kteří se v něm nachází. K tomuto účelu jsou zde rovnice výpočtů od pánů Lincolna, Kranze a Sebera .

$$PNI = (R * L)/P$$

$$N = (L^2 + R^2)/2P$$

PNI - pravděpodobný počet jedinců

R - počet kostí z pravé strany

$$PNI = (L + 1) * (R + 1)/(P + 1) - 1$$

L - počet kostí z levé strany

P - počet párových kostí

V následující ukázce je názorně předvedeno, jak vypadá nález obsahující více než jednoho jedince:

$$R = 3$$

$$PNI = (R * L)/P = (3 * 6)/9 = 2$$

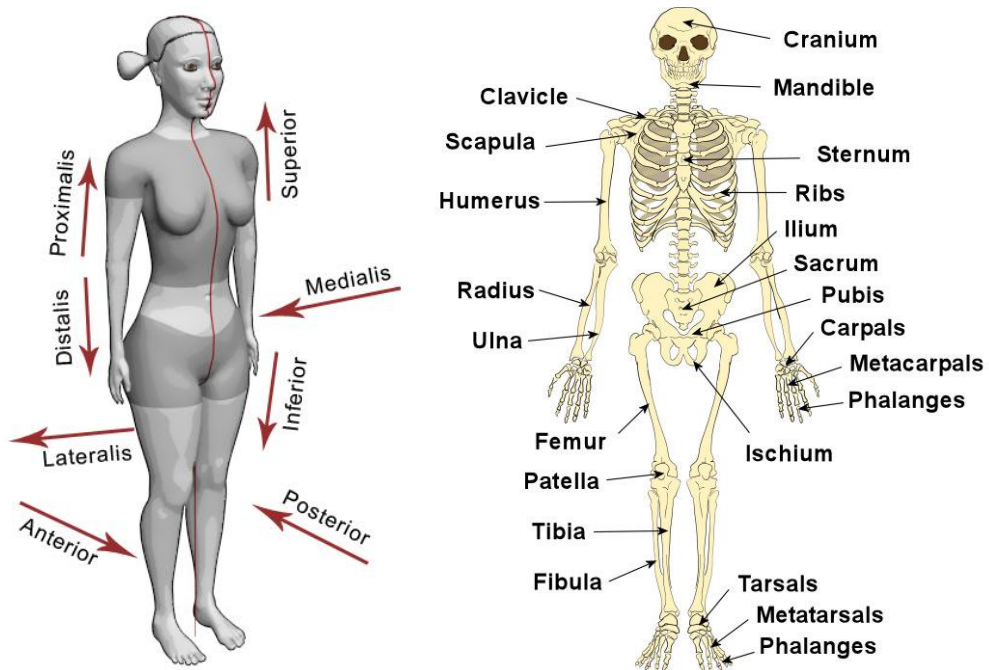
$$L = 6$$

$$P = 9$$

Z tohoto výpočtu vyplývá, že počet ostatků nalezených na místě činu přesahuje jednu oběť a odpovídá dvěma jedincům.



## 4.6 Tělesná stavba



Obr. č.2 Stavba lidského těla a jeho osy

### 4.6.1 Pohlaví

Za nejdůležitější kosterní část používanou k určování pohlaví je brána kost pánevní. Umožňuje nám rychlou a jednoduchou analýzu díky svému charakteristickému tvaru.

| Pánevní znaky       |                       |                         |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| výběr               | muž                   | žena                    |
| druh pánve          | masivní, drsný povrch | gracilní, hladký povrch |
| tvar pánve          | nálevkovitý           | oploštělý válec         |
| malá pánev          | srdčitý               | ledvinovitý             |
| symfáze             | vysoká                | nízká                   |
| stydka kost         | trojúhelníková        | čtyřúhelníková          |
| inc. ischiad. major | tvar J                | tvar V                  |
| spina ischiadica    | postupně vytvořeno    | nemá                    |
| foramen obturun     | velký, oválný         | menší, trojúhelníkový   |
| acetabulum          | velký, laterální      | menší, anterolaterální  |
| crista iliaca       | tvar S                | obloukovitý             |

Tab. č.6 Rozdíl pohlaví na základě pánevních znaků

V této analýze si můžeme ověřit, že mužské tělo se vyvíjí více přizpůsobeno námaze než tělo ženy. To je především poznat na hustotě kostí a jejich tvaru.

#### 4.6.2 Regresní rovnice pro výpočet výšky postavy

H1 - kost pažní

F1 – kost stehenní

##### Muž

$$VP = 57,69 + 3,474 * (H1)$$

$$VP = 66,58 + 3,246 * (H1)$$

$$VP = 64,25 + 2,385 * (F1)$$

$$VP = 66,72 + 2,325 * (F1)$$

---


$$VP = 53,61 + 1,559 * (H1) + 1,48 * (F1) \quad VP = 58,56 + 1,418 * (H1) + 1,483 * (F1)$$

##### Žena

$$VP = 45,57 + 3,78 * (H1)$$

$$VP = 44,8 + 3,85 * (H1)$$

$$VP = 55,9 + 2,49 * (F1)$$

$$VP = 63,05 + 2,31 * (F1) + 4,51$$

---


$$VP = 46,92 + 0,98 * (H1) + 1,99 * (F1) \quad VP = 55,08 + 0,77 * (H1) + 1,95 * (F1)$$

V následující ukázce je názorně předvedeno, jak vypadá uvedený výpočet aplikovaný na mou vlastní osobu:

$$H1 = 28 \text{ cm}$$

$$VP_1 = 53,61 + 1,559 * (H1) + 1,48 * (F1)$$

$$F1 = 50 \text{ cm}$$

$$VP_1 = 53,61 + 1,559 * 28 + 1,48 * 50 = 171,26 \text{ cm}$$

$$VP_2 = 58,56 + 1,418 * (H1) + 1,483 * (F1)$$

$$VP_2 = 58,56 + 1,418 * 28 + 1,483 * 50 = 172,41 \text{ cm}$$

$$VP = (VP_1 + VP_2) / 2 = 171,84 \text{ cm}$$

Průměrná hodnota součtu těchto dvou výpočtů mi udává přibližnou výšku mé osoby. Chyba je dána neproveditelností přesného měření. Takovéto výpočty pak slouží kriminalistům k získání údajů o výšce nalezeného těla a doplnění jeho profilu.

### 4.6.3 Výškový index

Tento index je vypočítáván z absolutních měřených rozměrů lidského těla. Ve většině případů se jedná o poměr dvou rozměrů uváděných v procentech. Takovéto informace nám pak pomáhají k lepší orientaci v databázi hledaných osob.

$$VI = (H * 10)/V$$

H – výška

V – šířka

|                    | výškový index |          |             |             |        |        |
|--------------------|---------------|----------|-------------|-------------|--------|--------|
|                    | malé          |          | střední     |             | velké  |        |
|                    | muž           | žena     | muž         | žena        | muž    | žena   |
| <b>trup</b>        | 0 - 51        | 0 - 52   | 51 - 52     | 52,5 - 53   | > 52   | > 53   |
| <b>hrudník</b>     | 0 - 51        | 0 - 51,5 | 51 - 56     | 52 - 56,5   | > 56   | > 56,5 |
| <b>hrudní kost</b> | 0 - 44        | 0 - 43   | 44 - 44,5   | 43 - 44     | > 44,5 | > 44   |
| <b>ramena</b>      | 0 - 22        | 0 - 21,5 | 22 - 23     | 21,5 - 22,5 | > 23   | > 22,5 |
| <b>pánev</b>       | 0 - 16,5      | 0 - 17,5 | 16,5 - 17,5 | 17,5 - 18,5 | > 17,5 | > 18,5 |

Tab. č.7 Statistická měření výškového indexu

Následující ukázka představuje využití této metody v praxi na části trupu a pánve mongoloidního jedince:

$$H_t = 60 \quad V_{It} = (H_t * 10)/V_t = (60 * 10)/25 = 24$$

$$V_t = 25$$

$$H_p = 38 \quad V_{Ip} = (H_p * 10)/V_p = (38 * 10)/24 = 15,83$$

$$V_p = 24$$

Výsledky jsou bezrozměrná čísla určená k orientaci ve statistických měřeních. Tyto výsledky odpovídají muži malého vzrůstu jak podle měření hrudníku, tak měření pánve.

#### 4.6.4 Vliv teploty na stavbu kostí:

| Vliv teploty na kostní tkáň |  |              |
|-----------------------------|--|--------------|
| Změna                       | Projev                                 | Teplota [°C] |
| dehydratace                 | úbytek hmotnosti                       | 100 až 600   |
| dekompozice                 | změna barvy a pórizitosti              | 300 až 800   |
| zvrát                       | zvětšení minerálních krystalů          | 500 - 1000   |
| tavení                      | zmenšení a zvýšení mechanické pevnosti | > 700        |

Tab. č.8 Změna materiálu v závislosti na extrémní teplotě

| Rozdíl mezi spálenou a nespálenou kostí [mm] |           |         |            |
|--|-----------|---------|------------|
| kosti  | nespálená | spálená | rozdíl [%] |
| průměr hlavice pažní kosti                   | 46        | 42      | 8,7        |
| obvod hlavice pažní kosti                    | 147       | 139     | 5,5        |
| průměr hlavice stehenní kosti                | 49        | 42      | 14,3       |
| průměr hlavice vřetenní kosti                | 24        | 22      | 8,4        |
| délka patní kosti                            | 50        | 47      | 9,4        |

Tab. č.9 Rozdíl mezi teplotně upraveným a neupraveným materiálem

## 4.7 Věk

Věk nálezu se dá určit několika způsoby. Uvádím zde statistické výpočty pro zjišťování za pomoci chrupu a sternálního konce žebra.

### 4.7.1 Chrup

Zhodnocení veškerých znaků:

$$\text{Věk} = 0,4 P + 0,4 T + 0,2 SD$$

A - abraze

D – sekundární dentin

T - transparence

Zhodnocení jednotlivých znaků:

$$\text{Věk} = 41,3 A - 23,8$$

$$\text{Věk} = 24,0 D + 12,5$$

$$\text{Věk} = 29,7 T - 7,5$$

$$\text{Věk} = 38,9 P - 17,7$$

$$\text{Věk} = 29,9 C - 7,14$$

P - Vzdálenost krčku od horní hranice lůžka Věk = 42,8 R - 5,5

C – sekundární cement Věk = 32 PB - 5,7

R – resorpce kořenového hrotu

PB – celkový počet bodů

Následující výpočty jsou prováděny na základě informací o stavu chrupu člověka ve věku mezi 35 – 40 lety života:

A = 1,52 Věk = 41,3 A - 23,8 = 38,98 let

D = 1,08 Věk = 24,0 D + 12,5 = 38,42 let

T = 1,54 Věk = 29,7 T - 7,5 = 38,24 let

P = 1,47 Věk = 38,9 P - 17,7 = 39,48 let

C = 1,51 Věk = 29,9 C - 7,14 = 38,01 let

R = 1,06 Věk = 42,8 R - 5,5 = 39,87 let

Z výsledků měření vyplývá, že se jedná o osobu mající přibližně 38 let. Pro přesnější určení věku je zapotřebí provést rozbor DNA.

#### Další formy výpočtu:

$$\text{Věk} = 29,6 - 0,5 * x_1 + 0,007 * x_1^2$$

$x_1$  – množství osteonů

$$\text{Věk} = -12,9 + 1,1 * x_2 + 0,001 * x_2^2$$

$x_2$  – množství osteonových fragmentů

$$\text{Věk} = 96,8 - 5,1 * x_3 + 0,086 * x_3^2$$

$x_3$  – procentuální množství lamelární kosti

$$\text{Věk} = 78,6 - 8,6 * x_4 + 0,318 * x_4^2$$

$x_4$  – množství non-haverských kanálků

| Odhad věku s využitím paradontu a transparence [mm] |         |                                   |               |                     |
|---|---------|-----------------------------------|---------------|---------------------|
| Etnikum   | Pohlaví | Výpočet                           | Střední chyba | Směrodatná odchylka |
| Europoidní  | muž     | 1,05 Rh + 0,31 P + 0,48 T + 1,70  | 6,23          | 4,96                |
|   | žena    | 1,64 Rh + 0,49 P - 8,82           | 9,18          | 7,18                |
| Negroidní   | muž     | 0,16 Rh + 0,28 P + 0,39 T + 23,18 | 7,26          | 5,92                |
|   | žena    | 1,10 Rh + 0,32 P + 0,39 T + 11,83 | 8,13          | 6,21                |

Tab. č.10 Analýza věku těla na základě paradontu a transparence

Rh – výška kořene

P – výška paradontu \* 100/Rh

T – výška transparence \* 100/Rh

#### 4.7.2 Sternální konec žebra

Věk je možno určit podle vzhledu nalezených ostatků v našem případě žeber. Na základě jejich vzhledu jsme schopni určit jejich přibližný věk a majitele.

| fáze | pohlaví | věk     | stav materiálu  |
|------|---------|---------|---|
| 0    | muž     | < 16    | ploché nebo zvlněné okraje s oblými konci                       |
|      | žena    | < 13    |   |
| 1    | muž     | 17 - 19 | počáteční amorfní vroubkování, plochý či zvlněný povrch zůstává |
|      | žena    | 14 - 15 |   |
| 2    | muž     | 20 - 23 | povrch začíná být konkávní ve tvaru ostrého písmene V           |
|      | žena    | 16 - 19 |   |
| 3    | muž     | 24 - 28 | povrch se prohlubuje a tvar se mění z V na U                    |
|      | žena    | 20 - 24 |   |
| 4    | muž     | 26 - 32 | stále prohlubování, konce se začínají postupně vzdouvat         |
|      | žena    | 24 - 32 |   |
| 5    | muž     | 33 - 42 | konečná hloubka, výrazná prohlubeň tvaru U                      |
|      | žena    | 33 - 46 |   |
| 6    | muž     | 43 - 55 | tvar U se rozšiřuje s nápadnými ostrými a nepravidelnými okraji |
|      | žena    | 43 - 58 |   |
| 7    | muž     | 54 - 64 | konec žebra je značně oslaben, vznik kostních nárůstků          |
|      | žena    | 59 - 71 |   |
| 8    | muž     | > 65    | konec žebra je nápadně hluboký a jeho konce viditelně porézní   |
|      | žena    | > 70    |   |

Tab. č.11 Analýza vlivu věku na žebertní tvar

Z analýzy vyplývá, že věk lze touto metodou určit rychle a spolehlivě. Není zde zapotřebí využívat složitých technologií, ale stačí nám pouhá kontrola zrakem. Tato metoda je i přes svou jednoduchost celkově přesná, to však nevylučuje kontrolu za pomoci přesnějších metod jako například DNA.

## ZÁVĚR

V práci byly popsány jednotlivé faktory určující stav, věk, etnickou příslušnost a jiné údaje vztahující se k identifikaci osob. Jsou zde také popsány působící vnější vlivy a jejich projekce na zkoumaný materiál. Práce se zaměřuje především na antropologická zkoumání a metody jejího užití v praxi. Jedná se o velmi přesnou identifikační metodu, která je ovšem vytlačována rychlejší a přesnější identifikací na základě DNA.

Antropologická identifikace měřením zaměřená na pohlaví a věk jsou z pohledu kriminalistiky již nepotřebná, jelikož se dají nahradit mnohem jednodušší a spolehlivější metodou analýzy DNA. Tato metoda je všeobecně rozšířená a používaná ve všech kriminalistických ústavech na světě. Její jedinou zřejmou nevýhodou je finanční náročnost, která některá pátrání nutí k omezení počtu odebíraných identifikačních a kontrolovaných vzorků.

Nejspolehlivějším způsobem využití a zisku informací o oběti je metoda kontroly chrupu. Chrup nám totiž poskytuje velkou škálu informací o svém majiteli, jelikož obsahuje informace o věku osoby, její stáří, národnostní zařazení a další informace.

Pro specifické informace jako určení druhu kostí nebo pohlaví majitele stačí pohlédnout na patřičné partie jako pánev a stehenní kost. Tyto materiály nám poskytnou s velkou jistotou tyto informace, neboť jsou pro daná zkoumání vybavena jedinečnými body, které je možno identifikovat pouhým okem.

Analýza DNA je zde zmíněna za účelem úplnosti informací. Nalezneme zde statistické informace o místech jejího odběru, množství a úspěšnosti identifikace pachatele na základě jeho genetického profilu.

Dle mého názoru je klíčem k rozvoji této metody identifikace software a hardware, který by umožňoval rychlejší a jednodušší snímání obrazu. Snímání je velmi pomalé a je nutno dodržovat příliš mnoho zásad, aby bylo docíleno pozitivní identifikace. Také je zapotřebí zvýšit množství statistických analýz specifických pro jednotlivé části těla. Ty by nám v budoucnu poskytly nedocenitelné informace o vzhledu poškozených partií a tím nám umožnily jejich identifikaci na základě pravděpodobnostních výpočtů.

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

This work describes the different factors to defining condition, age, ethnicity and other information related to identification of people. There are also descriptions of external effects and their projections to the research material. The work focuses especially on anthropological research and methods of its use in practice. It is a very precise identification method that is unfortunately replaced by faster and more accurate identification of DNA.

Anthropological identification based on measurements focused on gender and age are from the perspective of criminology no longer needed because they can be replaced by a much simpler and more reliable method of DNA analysis. This method is widespread and used in all forensic institutes in the world. Her only obvious disadvantage is the financial cost, which makes some of the investigations to reduce the number of identified samples collected and examined.

The most reliable way to use and get information about the victim is a method of checking teeth. Teeth provide us with a large range of information about their owners, as it contains information about the person's age, her age, ethnic status and other information.

For specific information, such as determining the type of bone or gender of the owner we need only to see the appropriate parts of a pelvis and femur. These materials will provide us with reliable information because they possess unique marks that can be identified by the naked eye.

DNA analysis is mentioned here for completeness of information. We can find here statistical information about the locations of sampling, the number and success of the identification of the offender based on their genetic profile.

In my opinion, the key to the development of this method of identification is software and hardware, allowing for quicker and easier image acquisition. Scanning is very slow and it is necessary to follow too many principles to obtain a positive identification. It is also necessary to increase the number of statistical analyzes of specific body parts. In future they would provide us invaluable information about the appearance of damaged areas and thus enable us to identify them on the basis of probability calculations.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Kriminalistické stopy. *Kriminalistické stopy* [online]. 2004 [cit. 2013-05-05].  
Dostupné z: [http://krimi-spk.sweb.cz/02\\_exper/stopy/02\\_krim\\_stopy.htm](http://krimi-spk.sweb.cz/02_exper/stopy/02_krim_stopy.htm)
- [2] Policie České Republiky: expertizní obory. *Policie ČR* [online]. 2010 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/default.aspx>
- [3] ŠTEFAN, Jiří a Jiří HLADÍK. *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2012. ISBN 978-80-247-3594-8.
- [4] Laboratoře experimentální medicíny. *Laboratoře experimentální medicíny* [online]. 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://lem.ocol.cz/>
- [5] DANIELS, Geoff. *Human Blood Groups*. 2. vyd. New York: Wiley-Blackwell, 2002. ISBN 978-0632056460.
- [6] HAGLUND, William D. a Marcella H. SORG. *Advances in Forensic Taphonomy: Method, Theory, and Archaeological*. 1. vyd. Washington: CRC Press, 2001. ISBN 978-0849311895.
- [7] ISCAN, Mehmet Yasar a Richard P. HELMER. *Forensic Analysis of the Skull: Craniofacial Analysis, Reconstruction, and Identification*. 1. vyd. New York: Wiley-Liss, 1993. ISBN 978-0471560784.
- [8] ISCAN, Mehmet Yasar a Wilton KROGMAN. *Human Skeleton in Forensic Medicine*. 2. vyd. Springfield: Charles C Thomas, 1986. ISBN 978-0398052249.
- [9] STLOUKAL, Milan. *Antropologie : příručka pro studium kostry*. 1. vyd. Praha: Praha : Národní muzeum, 1999. ISBN 8070361018 9788070361016.
- [10] Vorel, František. *Soudní lékařství*. 1. vyd. Praha : Grada, 1999. ISBN 80-7169-728-1.
- [11] Analýza DNA. *Analýza DNA* [online]. 2012 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://www.beskydy.ivb.cz/dna-analyzy/17-analyza-dna>
- [12] Analýza genomických a proteomických dat. *Analýza genomických a proteomických dat* [online]. 2010 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: <http://telemedicina.med.muni.cz/genomic-proteomic-analysis/index.php?pg=home>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| KÚP | Kriminalistický ústav Praha.  |
| ND  | Národní databáze.             |
| PI  | Post mortem interval.         |
| DNA | Deoxyribonukleová kyselina.   |
| RNA | Ribonukleová kyselina.        |
| CTL | Celně technická laboratoř.    |
| CL  | Chlorid.                      |
| PCR | Polymerázová řetězová reakce. |
| STR | Short tandem repeat           |
| AE  | Absorbčně eluční              |

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Obr. č.1 | Lidské kranium – laterální pohled..... | 38 |
| Obr. č.2 | Stavba lidského těla a jeho osy.....   | 41 |

**SEZNAM TABULEK**

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tab. č.1  | Množství využitelného materiálu pro analýzu DNA.....          | 28 |
| Tab. č.2  | Statistická měření lidských mozken.....                       | 38 |
| Tab. č.3  | Statistická měření lidského krania.....                       | 38 |
| Tab. č.4  | Velikost lidského femuru v závislosti na teplotě .....        | 39 |
| Tab. č.5  | Doba rozkladu tkáně.....                                      | 39 |
| Tab. č.6  | Rozdíl pohlaví na základě pánevních znaků .....               | 41 |
| Tab. č.7  | Statistická měření výškového indexu .....                     | 43 |
| Tab. č.8  | Změna materiálu v závislosti na extrémní teplotě.....         | 44 |
| Tab. č.9  | Rozdíl mezi teplotně upraveným a neupraveným materiálem ..... | 44 |
| Tab. č.10 | Analýza věku těla na základě paradontu a transparence .....   | 45 |
| Tab. č.11 | Analýza vlivu věku na žeberní tvar .....                      | 46 |