

UNIVERZITA KARLOVA

Právnická fakulta

Ondřej Ulmann

Trasologie a její využití v kriminalistické praxi

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. JUDr. Zdeněk Konrád, CSc.

Katedra trestního práva

Datum vypracování práce (uzavření rukopisu) : 8.11.2018

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně, že všechny použité zdroje byly řádně uvedeny a že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Dále prohlašuji, že vlastní text této práce včetně poznámek pod čarou má 109 141 znaků včetně mezer.

Ondřej Ulmann

V Liberci dne 8.11.2018

Obsah

1	Úvod.....	5
2	Historie trasologie.....	6
3	Trasologické stopy.....	9
3.1	Stopy bosých a obutých nohou.....	12
3.2	Stopy dopravních prostředků.....	16
3.3	Stopy lidské lokomoce.....	18
3.4	Jiné trasologické stopy.....	20
4	Zviditelňování trasologických stop.....	25
4.1	Fotografické metody zvýrazňování.....	25
4.2	Fyzické metody zvýrazňování.....	26
4.3	Chemické metody zvýrazňování.....	27
5	Zajišťování trasologických stop.....	29
5.1	Zajišťování stop fotografováním.....	29
5.2	Zajišťování stop na želatinovou folii.....	29
5.3	Zajišťování stop elektrostatickým snímáním.....	30
5.4	Zajišťování stop odléváním.....	31
5.5	Zajišťování stop v originále(in natura).....	33
5.6	Zajišťování stop prostorovým skenováním.....	33
6	Zajišťování srovnávacího materiálu.....	35
7	Kriminalistické zkoumání trasologických stop.....	38
7.1	Identifikační zkoumání trasologických stop.....	38
7.2	Neidentifikační zkoumání trasologických stop.....	40
8	Metody zkoumání trasologických stop při identifikaci.....	41
9	Využití poznatků biomechaniky při zkoumání trasologických stop.....	43
9.1	Predikce tělesné výšky z trasologických stop.....	43
9.2	Predikce rychlosti lokomoce z trasologických stop.....	49
9.3	Predikce hmotnosti na základě trasologických stop.....	51
10	Experimentální část.....	53
10.1	Měření.....	53
10.2	Metoda podle Bertillona.....	54
10.3	Metoda podle Parvillea.....	57
10.4	Metody podle Titlbacha.....	59
10.5	Metoda podle Strause.....	64
10.6	Metoda podle Uhrové.....	66
10.7	Vyhodnocení.....	69

11	Závěr.....	70
----	------------	----

1 Úvod

Když se řekne stopa, většina lidí si představí klasický otisk podrážky boty, a přesně to je jedna z nejčastějších trasologických stop vyskytujících se na místě činu. Z tohoto hlediska by se tedy mohlo zdát, že trasologie je základním pilířem kriminalistické techniky zkoumající stopy. Skutečnost je však o trochu komplikovanější protože z pohledu kriminalistiky je stopa velmi široký pojem, který v sobě zahrnuje nemateriální stopy v paměti svědků i nejrůznější materiální stopy od mikrostop přes balistické a daktyloskopické stopy až po již zmiňované trasologické stopy nohou.

V dějinách kriminalistiky a dá se říci, že i v dějinách lidstva je zkoumání stop nohou pravděpodobně tou nejstarší a nejzákladnější technikou pro objasnění kriminálních i jiných událostí. I přes to, že vývoj v oblasti kriminalistiky se stejně jako v jiných oblastech lidské činnosti posunul hodně dopředu, a na světlo světa se dostaly nové kriminalistické metody, které jsou v mnoha případech mnohem pokročilejší a účinnější, zůstává zkoumání stop nohou a jiných trasologických stop nedílnou součástí kriminalistiky.

V této diplomové práci se snažím seznámit čtenáře s kriminalistickou technikou trasologie. Mým cílem je poskytnout čtenářům základní přehled toho, co to vlastně trasologie je, čím se zabývá a jakých metod se v trasologii využívá.

Na začátku této práce se čtenáři mohou dozvědět něco z historického vývoje trasologie se zvláštním přihlédnutím k vývoji trasologie na našem území. V dalších kapitolách jsem se věnoval vymezení pojmu trasologie a rozdělení trasologických stop. S kapitolou o trasologických stopách souvisí i kapitola o zviditelňování a zajišťování těchto stop. Dále se mohou čtenáři seznámit s metodami zkoumání trasologických stop a metodami identifikace osob a předmětů podle trasologických stop. Důležitou část této práce zaujímá kapitola o využití poznatků biomechaniky při zkoumání trasologických stop, díky kterým je možné za určitých podmínek predikovat například tělesnou výšku nebo hmotnost. V poslední kapitole jsou představeny výsledky porovnání různých způsobů predikce tělesné výšky.

Zdrojem informací při tvorbě této práce mi byly monografie a učebnice doplněné články z tuzemských i zahraničních časopisů. Informace načerpané z literárních zdrojů jsou, tam kde pro to je prostor, doplněné vlastními myšlenkami a postřehy.

2 Historie trasologie

Historie zkoumání stop, ať už šlo o stopování zvíře nebo lidí, je stará jako lidstvo samo. Vzpomeňme například na pravěké lovce na jeskynních malbách stopující svou kořist nebo na indiány stopující zloděje koní. Pokud se však budeme věnovat kriminalistické trasologii, jako oboru kriminalistické techniky, musíme se posunout až do 19. století.¹

Jedním z prvních zdokumentovaných případů využití trasologie k odhalení pachatele trestné činnosti je případ Jean Pierra Valliera. Vallier byl členem městské rady v Paříži a správcem tamního tržiště, kde sám zavraždil několik obchodníků. Na jeho odhalení měl hlavní zásluhu Eugene Francois Vidocq(1775-1857), francouzský policista a zakladatel francouzské kriminální policie Surete. Na místě vražd obchodníků si Vidocq povšiml stop, které naznačovaly, že osoba která stopy na místě zanechala, měla deformovanou pravou nohu. Zajištění stop provedl jejich odlitím sádrou, což je metoda, která se používá dodnes. Tyto trasologické stopy dovedly Vidocqa k již zmiňovanému Vallierovi, který byl na základě odlitků stop odsouzen.²

Jedny z prvních vědeckých kroků v trasologii prováděl Louise Alphonse Bertillon(1853-1914). Bertillon byl policejním úředníkem a hlavně tvůrcem identifikační metody zvané Bertillonáž. Bertillonáž spočívá v měření 11 tělesných znaků (výška těla vestoje, výška těla vsedě, šířka rozpětí paží, šířka hlavy, délka hlavy, délka pravého ucha, šířka pravého ucha, šířka prostředníku pravé ruky, délka prostředníku pravé ruky, délka předloktí levé ruky, barva očí) a v hypotéze, že žádné dvě osoby na planetě se nemůžou v těchto znacích shodovat. I když byla Bertillonáž později překonána daktyloskopií a jinými metodami, její přínos pro vývoj kriminalistiky je značný. Z pohledu trasologie je však zajímavější Bertillonův výzkum, na jehož základě sestavil tabulku koeficientů pro výpočet tělesné výšky z délky bosé nohy. Výsledky tohoto výzkumu uveřejnil v roce 1889 v časopise *Revue Scientifique*. Deset let po Bertillonovi uveřejnil výsledky obdobného výzkumu Henrique de Parville, jehož vzorec pro výpočet tělesné výšky použil ve svém díle i Hans Gross.

Hans Gross bývá označován za zakladatele nebo dokonce otce moderní kriminalistiky. Gross byl soudcem a univerzitním profesorem ve Štýrském Hradci a v Praze. Svoje označení „otec kriminalistiky“ si vysloužil svým systematickým přístupem ke kriminalistice kdy

¹ STRAUS, Jiří a František VAVERA. *Dějiny kriminalistiky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-80-7380-370-4.strana 281

² tamtéž

spojoval jednotlivá odvětví kriminalistiky, která sice rozpracovali jeho kolegové, ale až on je dokázal utřídit a etablovat kriminalistiku jako vědu rovnocennou ostatním vědeckým oborům. Hlavním pilířem jeho díla a první učebnicí kriminalistiky vůbec, je *Handbuch für Untersuchungsrichter*, tedy Příručka pro vyšetřující soudce z roku 1893. Tato příručka se stala velmi populární, byla opakovaně vydávána i po smrti jejího autora a obsahovala i kapitolu o trasologických stopách. V této kapitole rozdělil trasologické stopy na stopy nohou a jiné stopy, další části kapitoly byly věnovány pozorování stop a vzniku stop pohybu, chůze a běhu. V kapitole věnované trasologii se také zaměřil na oblast, které dnes říkáme forenzní biomechanika. Shrnul v ní například poznatky Alphonse Bertillona a Henriqua de Parville týkající se spojitosti mezi délkou chodidla a tělesnou výškou nebo prostředky pro zkoumání stop pěšinky lidské lokomoce.³

Publikace věnující se trasologii vznikaly i na území dnešní České republiky ve 20. a 30. letech 20. století. Jejich autory byli především příslušníci četnictva. Jednalo se například o Pokyny pro službu pátrací a daktyloskopickou bezpečnostních orgánů od Josefa Povondry a Oldřicha Pinkase z roku 1922, Pokyny pro pátrání při trestných činech spáchaných střelnou zbraní na poli myslivosti od J. Ševčoviče z roku 1933 nebo Učebnice pátrací taktiky od Rudolfa Košťáka z roku 1935. V uvedených publikacích se nacházely již delší dobu známé postupy pro výpočet tělesné výšky z délky chodidla, návody jak odhalit, že původce stop se snažil zmást vyšetřovatele chůzí pozpátku nebo jak poznat či stopy vytvořila osoba v chůzi nebo v běhu.⁴

Významný rozvoj zaznamenala trasologie ve 2. polovině 20. století, kdy se výzkum zaměřil především na biomechanický obsah trasologických stop. Kromě vztahu mezi rozměry chodidla a tělesnou výškou probíhal také výzkum zaměřený na stopy chůze po různých površích jako je například písek, sníh, asfalt nebo oranice a souvislost těchto stop s tělesnou výškou a rychlostí pohybu. Kriminalistická biomechanika, která je úzce spojena s trasologií, se v 70. letech dočkala dynamického rozvoje, který se projevil v řadě odvětví kriminalistiky. Na výzkumu biomechaniky v kriminalistice se podílela řada odborníků a institucí. Mezi hlavními představiteli je třeba jmenovat Viktora Poradu a Vladimíra Karase, z institucí stojí za zmínku například katedra kriminalistiky Vysoké školy Sboru národní bezpečnosti, katedry

³ STRAUS, Jiří a František VAVERA. *Slovník kriminalistických pojmů a osobností*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010. ISBN 978-80-7380-258-5.

⁴DLOUHÝ, Michal. *Století četnické kriminalistiky: historie kriminalistiky u četnictva na území České republiky*. Cheb: Svět křídél, 2014. Svět křídél. ISBN 978-80-87567-42-5., str. 255-260.

biomechaniky, antropologie a anatomie Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze, Ústav teoretické a aplikované mechaniky Akademie věd a řada dalších.⁵

⁵STRAUS, Jiří a František VAVERA. *Dějiny kriminalistiky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-80-7380-370-4., strana 325-332.

3 Trasologické stopy

Pro vysvětlení pojmu trasologická stopa je potřeba nejdříve vysvětlit, co je to kriminalistická stopa. Podle teorie vzájemného působení si na sebe působící objekty vzájemně předávají informace jeden o druhém a tím dochází k jejich změnám, respektive ke vzniku stop po jejich vzájemném působení. V trasologii jde například o působení podrážky boty na povrch měkké hliněné cesty. Takové stopy však samy o sobě nemusí být z kriminalistického pohledu nijak relevantní. Aby mohla být stopa považována za kriminalistickou stopu a především využita jako kriminalistická stopa musí splnit některá zvláštní kritéria.⁶

V první řadě se jedná o kritérium souvislosti s kriminalisticky relevantní událostí. Kriminalisticky relevantními událostmi jsou trestné činy, přestupky a jiné správní delikty, sebevraždy, náhlá úmrtí, nešťastné náhody, působení přírodních sil.

Dalším kritériem je trvanlivost změny do jejího zajištění. Přestože ke změně na působících objektech došlo a tím pádem došlo i ke vzniku stopy, její následné překrytí nebo poškození před zajištěním jí diskvalifikuje z kategorie kriminalistických stop. V praxi se například jedná o případy, kdy stopy pachatele na místě trestného činu překryjí stopy kolemjdoucích nebo případ kdy stopy smyje déšť.

Třetím kritériem je zkoumatelnost a vyhodnotitelnost změn. Pokud změnu na místě kriminalisticky relevantní události nelze prostřednictvím kriminalistických metod a prostředků zajistit a zkoumat, nemůže se jednat o kriminalistickou stopu. Například pokud v první polovině 20. století našli na místě kriminalisticky relevantní události kapky krve, bylo možné získat z nich maximálně informaci o krevní skupině, v dnešních podmínkách se současnými kriminalistickými metodami a prostředky lze přesně identifikovat jedince, jehož krev se na místě našla.

Trasologické stopy jsou pak kriminalistické stopy, které vznikly působením nohou nebo jiných částí těl lidí nebo zvířat, pneumatikami dopravních prostředků a podobných věcí.

Základní rozdělení kriminalistických stop podle kriminalistické teorie je rozdělení na stopy materiální a stopy paměťové. Trasologické stopy se vždy vyskytují jako stopy materiální.⁷ To znamená, že vznikají v hmotném světě na rozdíl od stop paměťových, které vznikají ve vědomí lidí.

⁶ MUSIL, Jan, Zdeněk KONRÁD a Jaroslav SUCHÁNEK. *Kriminalistika*. 2., přeprac. a dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2004. Beckovy mezioborové učebnice. ISBN 80-717-9878-9. strana 76-78

⁷ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 5

S přihlédnutím k teorii vzájemného působení můžeme trasologické stopy dělit podle toho, jestli při vzájemném působení objektů došlo k předání hmoty a energie. Toto dělení je následující:

- stopy předáním hmoty
- stopy předáním energie
- stopy předáním hmoty a energie⁸

Stopy předáním hmoty vznikají tak, že při vzájemném působení objektů část hmoty jednoho objektu ulpí na druhém objektu. Takové stopy se dále dělí na stopy navrstvení a odvrstvení.

Stopy předáním energie vznikají tak, že při vzájemném působení objektů předaná energie deformuje objekt přijímající energii a deformace v ideálním případě odráží vlastnosti objektu, který energii předal.

Stopy předáním energie a hmoty jsou potom kombinací dvou předchozích kategorií, kdy dochází k deformaci objektu a navrstvení respektive odvrstvení předané hmoty.

Další dělení trasologických stop je dělení podle informací, jež trasologická stopa nese na:

- *trasologické stopy obsahující informace o vnější stavbě působícího objektu*
- *trasologické stopy obsahující informace o funkčních a pohybových vlastnostech a návycích působícího objektu (osoby pachatele)*⁹

Podle způsobu působení na okolní prostředí se trasologické stopy dělí na stopy plošné a objemové.

- Plošné trasologické stopy mají charakter otisku, který zaznamenává pouze obrysy a nikoliv reliéf předmětu.
- Objemové trasologické stopy v sobě odrážejí i reliéf předmětu. Tento typ stop může vzniknout pouze na měkkém povrchu.

Pro kriminalistickou praxi je nejdůležitější rozdělení trasologických stop podle původce stop na:

- stopy bosých nohou a obutých nohou
- stopy lidské lokomoce(pohybu)
- stopy dopravních prostředků

⁸ STRAUS, Jirí a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2, strana 6

⁹ tamtéž strana 5

- jiné stopy podobného druhu (stopy rukavic, zubů, uší, rtů a podobně)¹⁰

Kriminalistická teorie nabízí mnoho dalších rozdělení kriminalistických stop, ale domnívám se, že pro rozsah této práce jsou výše uvedená rozdělení dostačující.

¹⁰ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2, strana 7

3.1 Stopy bosých a obutých nohou

Trasologické stopy nohou ať už bosých nebo obutých jsou stopy, které vznikly jako následek kontaktu nohy s podložkou. Jedná se o jedny z nejčastějších trasologických stop, které jsou také teoreticky nejdůkladněji prostudovány.

Stopy obutých nohou

Část boty, která vytváří kontakt s podložkou a tím pádem i stopu se nazývá podešev. V obuvnictví se rozlišuje několik druhů podešví podle technologie jejich výroby:

- Monolitní podešev: Tento druh podešve je vyroben z jednoho kusu materiálu (nejčastěji z gumy). Materiál podešve je při vulkanizaci lisován do požadovaného tvaru. Kompletace zbytku boty a monolitní podešve se provádí šitím, lepením nebo přibitím.
- Vstříkolisovaná podešev: Od monolitní podešve se vstříkolisová podešev liší tím, že se svrškem boty je spojena již ve vulkanizační formě.
- Tvárniceová podešev: Postup výroby je stejný jako u monolitní podešve, pouze podpatek se k botě připevní až při kompletaci boty. Tento typ podešve se nejčastěji používá u vycházkové obuvi.
- Válená (vykrajovaná) podešev: Vyrábí se vykrajováním z plátů gumy se vzorem podešve. Tento druh podešve poskytuje dobrou individuální identifikaci obuvi, protože při vykrajování podešve z plátu gumy se u každého kusu prvky vzorku podešve posouvají v závislosti k okrajům.
- Kolíčková podešev: Jedná se o historický druh podešve, který se dnes již průmyslově nepoužívá. Podešev z různých materiálů se k botě připevňuje dřevěnými kolíčky.
- Prošívaná podešev: Podobná jako kolíčková podešev, pouze místo kolíčků se připevňuje šitím.¹¹

Individuální znaky podešví

¹¹ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 23

I přes to že, podešve jsou vyráběny v sériích o velkých počtech kusů, kriminalisté nejsou omezeni pouhým určením skupinové příslušnosti. Existují i možnosti jak provést individuální identifikaci podešve. Pro individuální identifikaci podešve se používají takzvané individuální markanty neboli znaky, které jsou pro každou podešev specifické. Tyto individuální markanty se dělí na markanty vzniklé při výrobě, markanty vzniklé používáním obuvi a markanty vzniklé při opravě obuvi¹²

Individuální markanty vzniklé při výrobě lze nejčastěji najít u válené podešve. Při vykrajování podešve z plátu gumy je vzorek u jednotlivých kusů vždy k okrajům jinak posunut. Individuální markanty vzniklé při výrobě lze také často nalézt u monolitní vstříkolisované a tvárnicevé podešve. U těchto druhů podešve vznikají nepřesnosti při výrobě. Jde například o vzduchové bublinky nebo nečistoty v materiálu. Některé tyto vady mohou vznikat u všech výrobků pocházejících z jedné výrobní formy, a proto nemohou sloužit k individuální identifikaci.

Individuální markanty vzniklé používáním: Při používání obuvi dochází ke kontaktu podešve s nejrůznějšími materiály, čímž se na jejím povrchu vytvářejí znaky, které mohou sloužit k individuální identifikaci. Tyto znaky se dělí na obecné a specifické. Individuální obecné markanty vzniklé při používání mají podobu drobných poškození, která jsou schopná individuální identifikace pouze pokud se jich na zkoumaném vzorku nachází více.¹³ Individuální specifické markanty vzniklé při používání jsou naopak větší a k individuální identifikaci stačí jeden takový znak. Jde například o velké díry v podešvi, které mohly vzniknout uříznutím, odtržením nebo ohořením materiálu.

Individuální markanty vzniklé při používání nejsou na podešvi boty stálé na rozdíl od markantů na zajištěných stopách. Při následné identifikaci je třeba brát v úvahu fakt, že pokud byla obuv dále používána, mohly některé staré markanty zaniknout a nové se utvořit. Tomuto problému se ve svém výzkumu věnovali například profesor Jiří Straus a Mgr. Martin Vomáčka. Ve svém výzkumu se zaměřili na dva typy obuvi a to na vojenskou polní obuv vzor 2000(vojenské kanady) a na sportovní obuv Adidas Climacool. U zkoumaného vzorku vojenské polní obuvi výzkum ukázal, že individuální markanty vznikly po zhruba 100 hodinách používání. Dále výzkum ukázal, že vzniklé individuální markanty byly na podešvi pozorovatelné dalších 200 hodin. V případě zkoumaného vzorku sportovní obuvi Adidas Climacool výzkum neodhalil vznik individuálních markantů vzniklých používáním v takovém

¹² STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2 strana 84-87

¹³ Jde o obdobný postup, kterého se používá v daktyloskopii. Viz STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2005. ISBN 80-725-1192-0. strana 91

rozsahu, který by byl prakticky využitelný.¹⁴ Obecně lze tedy říci, že opotřebenosti podešve a vznik individuálních markantů je závislý, na době používání obuvi, druhu a materiálu podešve a v neposlední řadě na prostředí, ve kterém je obuv používána.

Individuální markanty vzniklé při opravě obuvi jsou v dnešní době spíše okrajovou záležitostí, protože většina bot se dnes již neopravuje.

Stopy bosých nohu

Při kontaktu bosé nohy s podložkou vzniká na podložce otisk nohy, který se nazývá plantogram nebo podogram. Ne vždy jsou však otisky bosých nohou pouze trasologickými stopami, jelikož i na chodidlech nohou se nacházejí papilární linie,¹⁵ mohou být otisky bosých nohou také daktyloskopickými stopami.

To že lze dosáhnout individuální identifikace podle papilárních linií je dobře známé, ale i v případech, kdy otisk nohy nenabízí dostatek nebo dokonce žádné otisky papilárních linií lze za určitých podmínek individuálně identifikovat původce otisku.

Lidská noha je velice složitá struktura složená z kostí, svalů, šlach a kůže. Mnohé antropometrické výzkumy prokázaly, že je možné identifikovat člověka na základě různých rozměrů těla. Dá se tedy předpokládat, že identifikace je možné dosáhnout i na základě parametrů lidské nohy. Výzkumy potvrzující toto teoretické východisko proběhly ve více státech ve forenzních laboratořích i v institucích zaměřených na medicínu, obuvnictví nebo sport. Výzkumy probíhaly tak, že účastníkům byly odebrány plantogramy, na kterých byly vyznačeny určité body a následně změřeny vzdálenosti mezi těmito body a změřená data byla zpracována v databázi¹⁶ Tato metoda byla například použita v kanadské studii z roku 1996¹⁷. Výzkumníci v ní zaznamenali na každém plantogramu 19 parametrů. Šlo například o délku a šířku chodidla, šířku paty, body na metatarzální hranici či geometrické středy prstů. V jiném výzkumu, který prováděl Krzysztof Borkowsky, se výzkumníci kromě vzdáleností bodů na plantogramu zaměřili i na tvary částí chodidla. Nehledě na metodu, která byla k výzkumu použita, bylo oběma studii prokázáno, že neexistují dva lidé, kteří by se v měřených

¹⁴ STRAUS, Jiří a Martin VOMÁČKA. Opotřebenosti podešve obuvi v závislosti na čase. *Kriminalistika: časopis pro kriminalistickou teorii a praxi*. Praha: Ministerstvo vnitra ČR, 2008, 41(4). ISSN 12109150.

¹⁵ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2005. ISBN 80-725-1192-0. strana 52

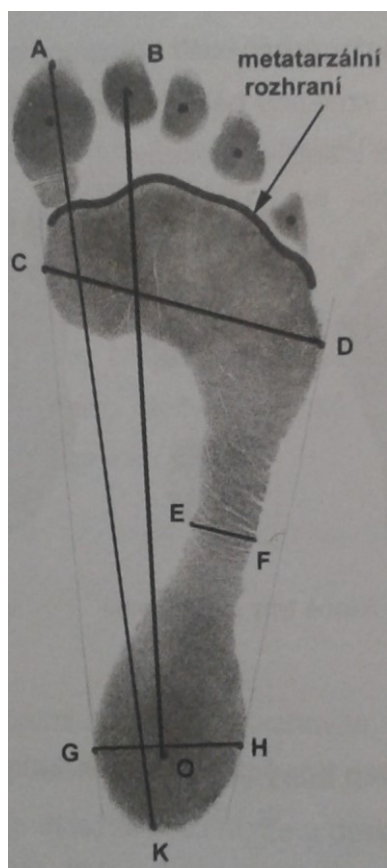
¹⁶ Na stejném principu funguje například dnes již nepoužívaná metoda identifikace francouzského kriminalisty 19. století Alphonse Bertillona zvaná bertillonáž.

¹⁷ Kennedy, R.: Preliminary Study on the Uniqueness of Barefoot Impressions. *Can. Soc. Forens. Sci. J.*, 29, 1996, 4, strana 233-238.

parametrech chodidla shodovali. Z toho vyplývá, že plantogram nohy lze velmi dobře použít k individuální identifikaci.¹⁸

Tvar lidské nohy je poměrně stálý, ale k odchýlkám v plantogramu přece jen může docházet. Z důvodu specifické stavby nohy, která je flexibilní a tvořena měkkými částmi může docházet k drobným odchýlkám i u plantogramů, které jsou odebírány bezprostředně po sobě. Odchylky se mohou vyskytnout i v závislosti na tom v jakém prostředí stopa vznikla a jaký byl mechanismus vzniku stopy. Možnost vzniku takovýchto odchylek je třeba brát při zkoumání v potaz.

Ke změnám na chodidle nohy může dojít i z jiných důvodů. Jde například o následky úrazu nebo nemoci, kdy na chodidle vzniknou jizvy nebo jiné individuální identifikační znaky. Změny na chodidle mohou také vzniknout dlouhodobým přetěžováním, které se projeví deformací nohy v oblasti klenby nohy a vznikem takzvané ploché nohy. Všechny takovéto individuální znaky můžou sloužit k individuální identifikaci.



Plantogram s vyznačenými parametry pro identifikaci¹⁹

¹⁸ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 92-96

¹⁹ tamtéž strana 94

3.2 Stopy dopravních prostředků

Stopy dopravních prostředků tvoří samostatnou kategorii trasologických stop, které vytvořily nekolejové dopravní prostředky kontaktem pneumatik, pásů nebo kluzných ploch s podložkou. Ze stop dopravních prostředků lze získat informace o vlastnostech dopravního prostředku sloužící ke skupinové a v ideálním případě i individuální identifikaci.

Stopy dopravních prostředků se dělí na:

- Stopy pneumatik
- Stopy kovových, gumových, dřevěných a jiných obručí
- Stopy pásových vozidel
- Stopy smykových vozidel

Stopy dopravních prostředků lze také dělit podle druhu vykonávaného pohybu na:

- Stopy jízdy
- Stopy brždění
- Stopy blokovací
- Stopy smykové
- Stopy dřecí a rycí²⁰

Stopy pneumatik

Stopy pneumatik jsou nejčastěji se vyskytujícím typem trasologických stop dopravních prostředků. Typicky se tyto stopy vyskytují při vyšetřování dopravních nehod, ale mohou být nalezeny i při vyšetřování jiných kriminalisticky relevantních událostí, ve kterých byl zapojen dopravní prostředek opatřený pneumatikami. Stopy pneumatik se nejčastěji vyskytují jako stopy automobilů, je třeba ale nezapomínat, že pneumatikami jsou vybaveny i motocykly, jízdní kola, čtyřkolky, různé vozíky a zemědělská technika jako jsou kombajny a traktory. Samotná stopa pneumatiky vzniká kontaktem běhounu pneumatiky s podložkou. Zkoumání stop běhounů pneumatik je obdobné jako zkoumání stop podešví bot. I běhouny pneumatik získávají své skupinové a individuální identifikační znaky výrobou a používáním stejně jako obuv.

²⁰ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 129

Běhoun pneumatiky nese vzor pneumatiky, který je otisknut ve stopě pneumatiky a pokud je otisknut čitelně může sloužit k identifikaci pneumatiky. I přes sériovou výrobu pneumatik můžou vzory běhounů jednoho typu pneumatiky od jednoho výrobce vykazovat drobné rozdíly. Tyto rozdíly jsou způsobeny dlouhodobým používáním forem na výrobu pneumatik. Po dlouhodobém používání formy dochází k drobným poškozením, případně k odlomení částí formy, které vytvářejí prvky vzoru běhounu. Další nepřesnosti při výrobě mohou vzniknout například špatným spojením výrobní formy, což se projeví tím, že vzorek běhounu přesně nelícuje.

Vzorek běhounu vykazuje určité změny i v důsledku opotřebování. Tím jak z pneumatiky používáním ubývá materiál, se začnou některé prvky vzorku ztrácet. Některé žlábkové se mohou zužovat tím, jak se i jejich profil s hloubkou zužuje a některé prvky, které na otisku nové pneumatiky vůbec nebyly vidět, se objeví. Rychlost a podobu takového opotřebení pneumatiky značně ovlivňuje nastavení geometrie kol, styl jízdy a prostředí, v němž je dopravní prostředek používán.

Při zajišťování a zkoumání stop pneumatik je třeba se na věc podívat i ve větším měřítku než je vzorek pneumatiky. Stopy dopravního prostředku mohou v některých případech obsahovat i informace o rozvoru a rozchodu kol, směru jízdy, přibližné rychlosti, průměru otáčení nebo o počtu poháněných náprav.

Rozvor je technický údaj vozidla, který ukazuje jaká je vzdálenost mezi nápravami, tedy vzdálenost mezi předním a zadním kolem.

Rozchod je technický údaj, který ukazuje jaká je vzdálenost mezi osami pneumatik na jedné nápravě. Rozchod kol na přední a zadní nápravě se může u některých vozidel lišit.

Průměr otáčení je technický údaj, který v jednotkách vzdálenosti udává, jak velký je průměr oblouku který vozidlo při maximálním vytočení kol vykoná, než se otočí o 360° . V praxi je tento údaj těžko měřitelný, protože ze stop nelze poznat, jestli kola byla v poloze maximálního vytočení.

Směr jízdy lze ze stop pneumatik zjistit například podle poválené trávy pod koly vozidla, podle vzorku pneumatiky nebo podle tvaru kapek odkapávajících provozních kapalin.

Přibližná rychlost jízdy ze stop v měkkém a sypkém materiálu se pozná podle toho, že ve vysoké rychlosti od pneumatik odletuje více materiálu a tak okolí stop bude více znečištěné tímto materiálem než při pomalé jízdě.

Počet poháněných náprav lze ze stop určit v případech, kdy lze ze stop vyčíst, že při akceleraci prokluzovala kola obou náprav.

Stopy pásových vozidel

Pásová vozidla jsou dopravní prostředky, které se pohybují po pásech napnutých na vodících a hnacích kolech. Pásky u těchto vozidel zajišťují větší styčnou plochu s podložkou, čímž vytvářejí lepší trakci vozidla než mají běžná kolová vozidla. Proto se tento pohon používá u vozidel, která jsou určena pro jízdu v těžkých terénních podmínkách, jako je bahno a sníh. Nejčastěji se vyskytujícími pásovými vozidly jsou tanky a jiná vojenská vozidla, bagry, traktory, kombajny, sněžné skútry a sněžné rolby. Z povahy těchto vozidel a z prostředí kde jsou používána vyplývá, že jejich stopy jsou převážně objemové. Podle použité technologie výroby se pásy dělí na:

- Článekové pásy (pásy jsou složeny z kovových článků podobně jako řetěz jízdního kola, používá se u tanků a podobných vozidel)
- Monolitycké pásy (pás je vyroben z jednoho kusu gumy s podobným vzorkem jako mají pneumatiky, používá se u traktorů a malých nakladačů)

Stopy kovových, gumových, dřevěných a jiných obručí

Tyto stopy jsou oproti stopám ostatních kategorií méně časté. Jde například o kola trakařů, kočárů, různých vozíků, stavebních koleček a podobných zařízení. Při práci s takovými stopami se postupuje obdobně jako při práci se stopami pneumatik.

Stopy smykových vozidel

Smyková vozidla se pohybují smýkáním kluzných ploch po podložce nejčastěji po sněhu nebo ledu. Do této kategorie dopravních prostředků patří například sáně, lyže nebo různé vozíky a vozy vybavené lyžemi místo kol.

3.3 Stopy lidské lokomoce

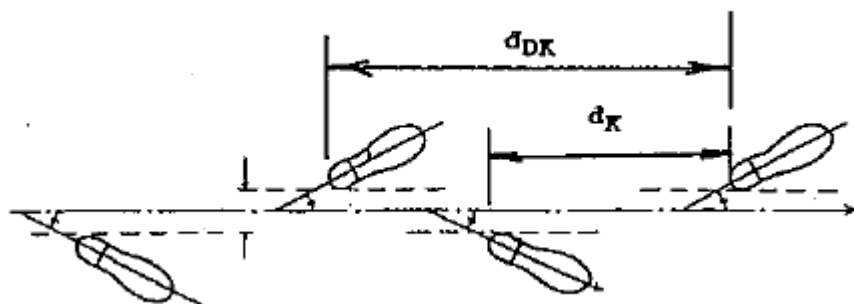
Stopy lidské lokomoce tvoří stopy, které zanechává člověk při pohybu v prostoru. Nejčastěji se jedná o stopy bipedální lokomoce, tedy pohybu po dvou nohách(chůze, běh,

skákání). I přesto že jsou stopy lidské lokomoce nerozlučně spjaty s trasologickou kategorií stop nohou, tvoří v trasologii samostatnou skupinu stop.

Chůze je druh pohybu lidí, ke kterému používají dvě nohy, přičemž v každém okamžiku chůze je alespoň jedna noha v kontaktu s podložkou. Jiným typem lidské bipedální lokomoce je běh, který se od chůze liší tím, že při střídání nohou se na okamžik ani jedna noha běžce nedotýká podložky. Chůze se tedy skládá z jednotlivých kroků a běh z jednotlivých skoků.

Stopy lidské lokomoce jsou zaznamenané v takzvané pěšince lidské lokomoce, tedy v sérii po sobě jdoucích stop přímé chůze respektive běhu. Při zajišťování stop lidské lokomoce se měří tyto hodnoty:

- Délka kroku(d_K) pravé nohy
- Délka kroku levé nohy
- Délka dvojkroku pravé nohy
- Délka dvojkroku(d_{DK}) levé nohy
- Úhel stopy levé nohy k ose chůze
- Úhel stopy pravé nohy k ose chůze²¹



22

Chůze každého člověka je unikátní a stejně tak je unikátní pěšinka lidské lokomoce každého člověka. Z pěšinky lidské lokomoce přesněji řečeno z biomechanického obsahu stop lidské lokomoce lze získat řadu kriminalisticky významných informací o osobě, která stopy na místě zanechala. Jde kupříkladu o hmotnost a výšku osoby či rychlost, kterou se osoba pohybovala.

²¹ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 122-128

²² STRAUS, Jiří. *Aplikace forenzní biomechaniky*. Praha: Police History, 2001. ISBN 80-864-7700-2. strana 225

3.4 Jiné trasologické stopy

Do této zbytkové kategorie patří všechny ostatní trasologické stopy jako jsou:

- *Stopy částí lidského těla, kde nejsou ve stopě odraženy papilární linie (uši, rty, zuby, kolena, lokty, pěsti atd.)*
- *Rukavice*
- *Textilie*
- *Opěrné hole*
- *Předměty, zavazadla*
- *Stopy zvířecích nohou*²³

Stopy částí lidského těla bez daktyloskopického obsahu

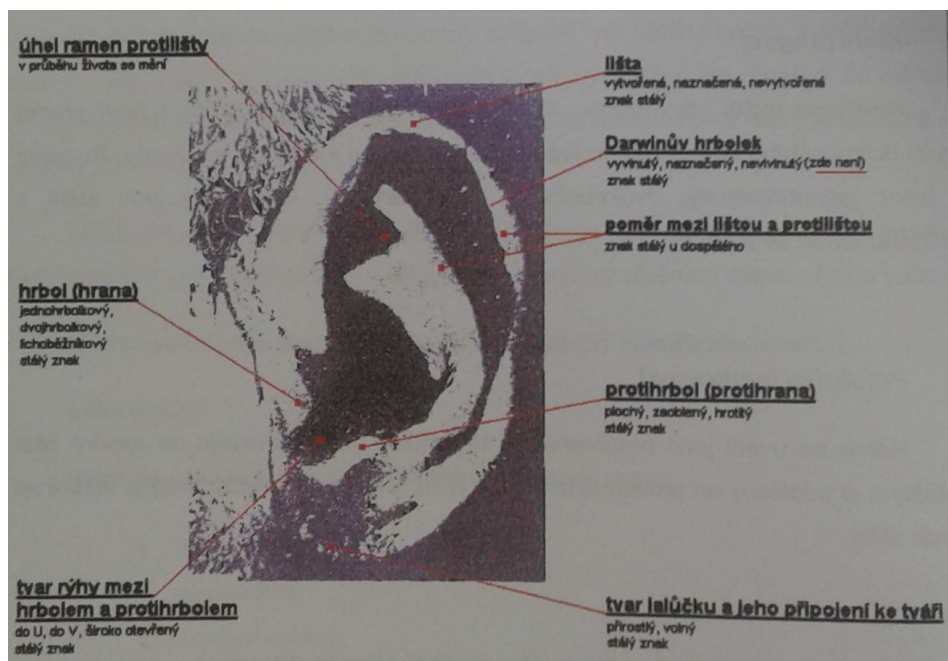
Daktyloskopický obsah stop tvoří papilární linie na povrchu lidské kůže na rukách a nohou. Papilární linie každého člověka jsou zcela unikátní a na celém světě nejsou dva lidé, jejichž papilární linie by se shodovali. Tato zásada je formulována v Zákoně o individuálnosti obrazců papilárních linií podle anglického přírodovědce Françoise Gailtona.²⁴ Možnost identifikace osob podle otisků papilárních linií je dobře známá, ale i v případě stop částí lidského těla, které nejsou vybaveny papilárními liniemi lze dosáhnout identifikace.

Stopy uší. Z anatomického hlediska se ucho skládá z vnějšího ucha, středního ucha a vnitřního ucha. Z pohledu kriminalistické trasologie je relevantní pouze vnější ucho, což je ta část ucha, která je viditelná pouhým okem a je tvořena ušním boltcem a zevním zvukovodem, protože pouze tato část je schopna zanechat svůj otisk. Vnější ucho je tvořeno chrupavčitou ploténkou a kůží. Záhyby chrupavky a kůže vytváří anatomické znaky ucha, které mohou sloužit k identifikaci. Uši se u dospělého jedince již nevyvíjejí a jejich tvar zůstává do konce života téměř stejný. Některé změny se můžou na uchu objevit jako následek nemoci nebo úrazu. Při identifikaci podle otisku ucha se porovnávají především tyto znaky: 1) Lišta (Helix), 2) Darwinův hrbolek (Tuberculum Darvini), 3) Poměr mezi Lištou (Helix) a Protilištou (Anthelix), 4) Hrbol (Tragus), 5) Protihrbol (Antitragus), 6) Rýha mezi

²³ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 161

²⁴ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2005. ISBN 80-725-1192-0. strana 53-56

Hrbolem(Tragus) a Protihrbolem(Antitragus), 7) Úhel ramen Protilišty(Tento znak není stálý. S přibývajícím věkem se snižuje ostrost tohoto znaku.), 8) Tvar lalůčku(Lobulus) a jeho spojení s tváří.²⁵ Řada výzkumů prokázala, že kombinace velikosti a rozmístění těchto znaků je pro každého člověka specifická a je podle ní možné dosáhnout individuální identifikace člověka.²⁶



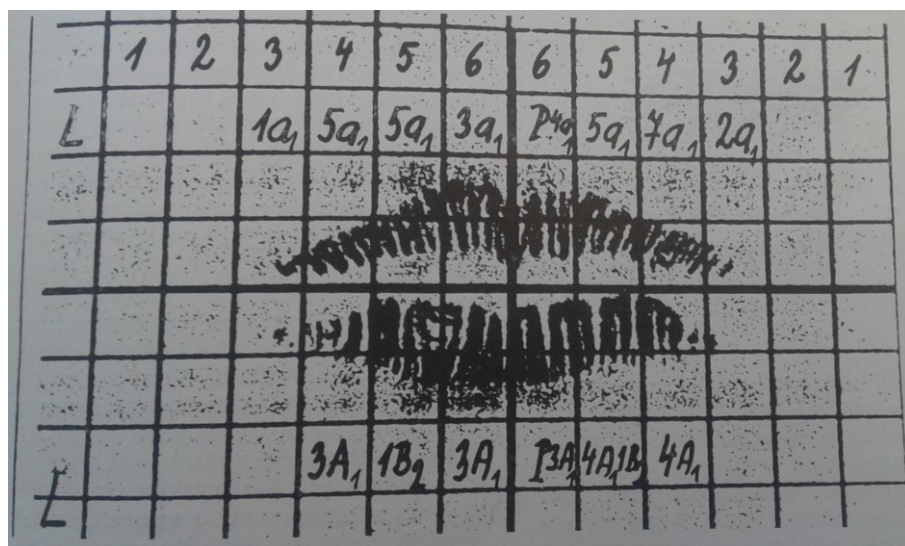
Stopy rtů: Stopy rtů se nejčastěji vyskytují na skleničkách, kelímcích, hrnčcích a dalších předmětech přicházejících do styku se rty. Otisky rtů vznikají kontaktem rtů s těmito předměty. Tvorba otisků rtů je podpořena přirozenou mastivostí rtů zapříčiněnou vývodou mazových žláz na povrch rtů. V některých případech je mastivost rtů navíc zesílena zbytky jídla nebo nanášením různých rtěnek a ochranných balzámů na rty. Při zkoumání otisků rtů se věnuje pozornost celkové velikosti a tvaru rtů, stopám vousů, labiálním rýhám na rtech, různým poškozením a deformacím jako jsou jizvy a podobně.

Labiální rýhy jsou záhyby na povrchu rtů každého jedince, které tvoří soustavu pro každého člověka naprosto jedinečnou. Studiu labiálních rýh se věnuje nauka zvaná cheiloskopie. Na našem území prováděla cheiloskopický výzkum například Stanislava Reiterová. Její výzkum z 80. let 20. století přinesl několik kriminalisticky cenných poznatků o kresbě labiálních rýh rtů. Podařilo se jí například prokázat, že labiální rýhy na rtech v průběhu života jedince, nemění svou podobu. Dalším závěrem tohoto výzkumu byla skutečnost, že rty

²⁵ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. str.182-184

²⁶ MUSIL, Jan, Zdeněk KONRÁD a Jaroslav SUCHÁNEK. *Kriminalistika*. 2., přeprac. a dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2004. Beckovy mezioborové učebnice. ISBN 80-717-9878-9. strana 32

vykazují znaky pohlavního dimorfismu. Největší přínos pro praktickou kriminalistiku má však ta část výzkumu, která dokazuje, že systém labiálních rýh na rtech každého člověka je unikátní a proto je vhodný k individuální identifikaci podle otisku rtů.²⁷



Cheilogram²⁸

Stopy zubů: Stopy zubů se nejčastěji vyskytují na předmětech přicházejících do kontaktu se zuby, jako jsou různé potraviny anebo na lidské kůži jako následek boje. Při zkoumání stop zubů je třeba brát v úvahu fakt, že stopy zubů většinou nevznikají pouhým sevřením zubů. Otisk zubů bývá deformovaný působením různých sil, které vznikají při tahání nebo cukání kousající osoby či předmětu nebo osoby do které je kousáno.

Stopy ostatních částí těla: Tato kategorie obsáhne všechny zbylé stopy částí lidského těla, jako jsou stopy kolen, loktů, hřbetů rukou a podobně. Při použití těchto stop se identifikace provádí například podle celkové velikosti a tvaru obtisknuté části těla, stop ochlupení, vrásek, kožních záhybů, jizev nebo podle sítě kožních políček.

²⁷ REITEROVÁ, Stanislava a Viktor PORADA. Cheiloskopie a její využití v kriminalistické praxi. *Československá kriminalistika: časopis pro kriminalisticko-bezpečnostní teorii a praxi : čtvrtletník pro kriminalistickou teorii a praxi*. Praha: Magnet-Press, 1988, **21**(4), 320-327. ISSN 0862-1969.

²⁸ STRAUS, Jiří a Milan PŘÍLEPEK. Využití stop rtů v kriminalistické identifikaci osob. *Československá kriminalistika*. 1990, **23**(3-4), 264-268.

Stopy rukavic

Stopy rukavic se nejčastěji nacházejí na stejných místech jako stopy daktyloskopické. Při identifikaci stop rukavic se zkoumá materiál rukavice, švy a další znaky výroby, znaky poškození, znaky opotřebování a individuální znaky materiálu. (např. jizvy na kůži rukavice) Nejčastějšími materiály používanými při výrobě rukavic jsou:

- Kůže
- Textil
- Guma

Stopy textilu

Textilní materiály se vyrábějí z textilních vláken, jejich spřádáním v různých schématech nebo jiným spojováním. Díky schématu spřádání se dá z otisku textilu dosáhnout skupinové identifikace materiálu. Individuální identifikace lze dosáhnout pouze v případech, kdy je v otisku zachycen zvláštní identifikační znak specifický pro jednotlivý kus výrobku.²⁹ Například poškození materiálu.

Stopy opěrných holí

Stopy opěrných holí vznikají otiskem koncovek holí. Gumové koncovky holí mohou nést individuální identifikační znaky vzniklé používáním stejně jako gumové podešve bot. V některých případech jsou koncovky holí navíc vybaveny kovovými hroty, které mohou také sloužit k individuální identifikaci.

Stopy předmětů a zavazadel

Jde například o odvrstvené stopy po odcizených televizorech, počítačích a jiném vybavení domácností. Trasologické stopy předmětů na místě činu mohou být v některých případech vytvořeny i předměty, které použil pachatel. Typicky se může jednat o žebříky či jiné prostředky pro překonání zabezpečení budov nebo o zavazadla, ve kterých pachatel odnesl odcizené věci.

²⁹ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 230-231

Stopy zvířecích nohou

Stopy zvířecích nohou se vyskytují jako stopy kopit, tlap, pařátů, paznehtů a podobně. Ve většině případů není k identifikaci druhu zvířete podle otisku nohy potřeba přítomnosti odborníka. V některých případech však odborník může přispět k identifikaci plemene daného zvířete nebo ze stopy dekoduje jiné důležité informace. Z toho vyplývá, že skupinová identifikace zvířete podle stop je velmi dobře možná. Pokud jde o individuální identifikaci, té je možné dosáhnout jen v ideálních případech, pokud jsou ve stopě odraženy nějaké výrazné individuální identifikační znaky, jako jsou různá poranění a podobně.³⁰ Teoreticky lze předpokládat, že stopy zvířat mají stejně jako lidské stopy svůj biomechanický obsah, který má v sobě zakódované informace o jedinci, který stopu vytvořil. Výzkumu této otázky však není věnována taková pozornost, jako je tomu u lidských stop. Ač by takový výzkum mohl být zajímavý, jeho praktické využití by bylo minimální, protože výskyt zvířecích stop na místě kriminalisticky relevantní události bývá velmi vzácný.

³⁰ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 233-237

4 Zviditelňování trasologických stop

V některých případech se na první pohled může zdát, že na místě činu se nevyskytují žádné trasologické stopy. Přesto se na místě stopy mohou vyskytovat v takzvané latentní podobě. Latentní trasologické stopy jsou pouhým okem nepozorovatelné nebo těžce pozorovatelné plošné stopy. Existuje několik metod zviditelňování a zvýrazňování takových plošných trasologických stop, které se dělí na metody fotografické, metody fyzické a metody chemické.³¹

4.1 Fotografické metody zvýrazňování

Metoda fotografického zvýrazňování je metoda, u které je nejnižší riziko poškození samotné stopy a proto je třeba jí v praxi používat vždy před tím než se přikročí k dalším metodám zvýrazňování.

Šikmé světlo: Nejjednodušší metoda zvýrazňování je metoda, v níž se na plochu na které se nacházejí stopy posvítí světlem, tak aby úhel mezi paprskem světla a plochou byl co nejmenší. Při takovém osvětlení plošné stopy se částičky tvořící stopu zesvětlí a tím zvýrazní stopu. Při použití této metody u objemových stop se stopa zvýrazní kontrastem mezi osvětlenými částmi a stinnými částmi. U objemových stop je třeba myslet na to, že pokud jsou stíny moc dlouhé, mohou vizuálně deformovat některé detaily stopy.

Vysoce kontrastní fotografie: Fotografováním s vysokým kontrastem se na fotografii zvětší rozdíl mezi barvami stopy a okolního prostředí čímž se stopa zvýrazní.

Fotografování s použitím filtrů: Použití barevného filtru na fotografii zvýrazní nebo naopak utlumí některou barvu a tím přispěje ke zviditelnění stopy. Filtr se přidává buď již při fotografování v podobě barevného sklíčka na objektivu fotoaparátu, anebo se přidává digitálně.

Ultrafialové světlo: Ultrafialové světlo je druh záření s kratší vlnovou délkou (5 nm až 400 nm) než má viditelná část světelného spektra. Čím kratší je vlnová délka ultrafialového světla tím menší má prostupnost různými materiály. Takzvané středovlné ultrafialové záření (275 nm až 320 nm) nepronikne například sklem, ale taveným křemenem pronikne i záření s vlnovou délkou menší než 160 nm.³² Ultrafialové světlo se využívá buď kvůli své vlastnosti způsobovat luminiscenci anebo se využívá odrazu tohoto záření. Luminiscence vzniká u

³¹ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 38

³² PORADA, Viktor. *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016. ISBN 978-807-3805-890. strana 432

některých látek, jako je krev, moč nebo sperma. Po osvětlení ultrafialovým světlem a použití filtru odfiltrujícího ostatní části světelného spektra se uvedené látky rozzáří, čímž se zvýrazní celá stopa tvořená takovou látkou. Odražené ultrafialové světlo se používá například při zviditelňování stop po kousnutí a jiných podlitin na lidské kůži. V obrysech podlitiny se kumuluje větší množství melaninu, který pohlcuje ultrafialové světlo. Po nasvícení podlitiny a pohledu přes filtr filtrující viditelnou část světelného spektra se podlitina zviditelní. Kumulace melaninu v podlitině je důsledek hojení, proto je tato metoda použitelná až po několika dnech či týdnech po vzniku podlitiny, tedy v době, kdy je v podlitině dostatek melaninu.³³

Infračervené světlo: Obdobně jako ultrafialové světlo se používá i infračervené světlo. Infračervené světlo (někdy též záření) je elektromagnetické vlnění pro lidské oko neviditelné. Oproti viditelnému světlu má infračervené světlo vyšší pronikavost do materiálů. Tato vlastnost infračerveného záření umožňuje vidět „hlouběji do zkoumaného předmětu“. Samotným osvětlením infračerveným světlem se pro lidské oko nic nového na zkoumaném předmětu neobjeví, ke zviditelnění dojde až na fotografii pořízené vhodným vybavením nebo po pohledu přes filtr.³⁴

4.2 Fyzické metody zvýrazňování

Při fyzických metodách zvýrazňování dochází k fyzickému kontaktu se stopou, a proto může dojít k nevratnému poškození stopy. Na tento fakt je třeba pamatovat a přizpůsobit mu zajišťování stopy.

Elektrostatické snímání: Při této metodě se využívá elektrostatického náboje, který přitáhne částičky prachu ze stopy na kontrastní plochu, čímž zvýrazní obrys stopy. Podrobněji popisují elektrostatického snímání v části o zajišťování stop.

Želatinové snímání: Při této metodě se na stopu přitiskne želatinová folie, na kterou se přilepí částičky prachu ze stopy. Želatinová folie je také v kontrastní barvě, aby stopa lépe vynikla.

Poprašování: Tato metoda se používá zejména ke zvýrazňování stop částí lidského těla. Části lidského těla nechávají po kontaktu s plochou potně-tukový otisk, na kterém po nanesení ulpí částičky daktyloskopického prášku, čímž se stopa zvýrazní. Jako daktyloskopický prášek se nejčastěji používá jemně namletý hliník (argentorát), grafit, ultramarín, nebo bronzový prášek.

³³ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 40

³⁴ PORADA, Viktor. *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016. ISBN 978-807-3805-890. strana 431

Druh daktyloskopického prášku se volí podle materiálu podkladu stopy a podle barvy podkladu, který by měl být pro lepší zvýraznění v kontrastu s barvou prášku.³⁵

4.3 Chemické metody zvýrazňování

Stopy jsou často tvořeny látkami, které po kontaktu s chemickými látkami reagují změnou barvy. Takových reakcí se využívá při chemickém zvýrazňování stop. Před použitím chemické metody zvýrazňování je třeba pamatovat na to, že použitá chemická látka může ovlivnit stopu takovým způsobem, že se poškodí chemický nebo jiný obsah stopy. Pro chemické zvýrazňování se používají různé látky způsobující různé chemické reakce při kontaktu se stopou.

8-hydroxichynolin: Tato látka reaguje s látkami obsahujícími ionty kovů. Pod ultrafialovým světlem se reakce projeví fluorescencí.

Benzoflavon/Jod: Některé stopy se po kontaktu s jodovými párami zbarví do žluto-hnědé barvy. Následně se na stopu aplikuje benzoflavon, který stopu zbarví do modra, čímž zvýší kontrast a také stopě zvýší trvanlivost.

Ninhydrin: Ninhydrin se používá při detekci a zvýrazňování stop od krve a stop vytvořenými částmi těla. Ninhydrin reaguje s aminokyselinami obsaženými v krvi a v potu zbarvením do odstínu takzvaného Ruhemannova purpuru podle objevitele reakce Sigfrieda Ruhemanna. V některých případech zvýrazňování stop lidského těla nemusí být tato metoda účinná. V potu některých lidí se nevyskytuje dostatek aminokyselin, které by stopu v reakci s Ninhydrinem zbarvily. Samotná reakce trvá poměrně dlouho(24-72 hodin), proto je tuto metodu možné využít jen v laboratorních podmínkách. K urychlení reakce se dá přispět zahřátím stopy.³⁶

Amidočern: Tato látka při kontaktu s krvavými stopami obarví stopu na modročerno. Pro tuto reakci stačí i velmi malé množství krve, dokáže zvýraznit i velmi naředěné a slabé stopy krve.

Luminol: Při kontaktu s krví Luminol světélkuje. Luminiscenční reakce se projeví i při slabé koncentraci krve ve stopě. Provést zvýraznění stopy Luminolem jde pouze jednou, protože reakce probíhá jenom po omezenou dobu a nejde jí opakovat. Zvýraznění touto metodou je

³⁵ STRAUS, Jiří. *Kriminalistická technika*. 3., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-807-3804-091. strana 45

³⁶ STRAUS, Jiří. *Kriminalistická technika*. 3., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-807-3804-091. strana 48

třeba provádět v temném prostředí, aby světélkování lépe vyniklo. Luminol vyvolává stejnou reakci jako s krví i s jinými látkami.³⁷

³⁷ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 45

5 Zajišťování trasologických stop

Zajišťování trasologických stop je činnost, jejímž účelem je zaznamenání stop v takové podobě, aby bylo možné co nejlepší zkoumání těchto stop. Při zajišťování stop je třeba použít takových metod, které dovolují dlouhodobé uchování stop a které zachovají pokud možno všechny zkoumatelné znaky stopy. Pro zajišťování trasologických stop existuje více možných postupů, které se volí například podle druhu stopy, podle materiálu na kterém je stopa či podle podmínek prostředí místa nálezu stopy. Zajišťování trasologických stop se provádí fotografováním, snímáním na daktyloskopickou folii, elektrostatickým snímáním, odléváním či zajišťováním stop v originále(in natura).³⁸

5.1 Zajišťování stop fotografováním

Fotografováním se zajišťují objemové i plošné trasologické stopy. V praxi je třeba tuto metodu použít vždy jako první ještě před tím než se přistoupí k jiným metodám zajišťování, u kterých hrozí riziko poškození stopy. Samotné fotografování stopy je třeba provádět tak, aby objektiv fotoaparátu směřoval kolmo k ploše, na níž stopa leží. Vedle stopy musí být vždy na fotografii přiloženo měřítko, aby mohla být fotografie zobrazena v měřítku 1:1. Stopu je třeba fotografovat z dostatečné blízkosti, aby byly ve fotografii zachyceny pokud možno všechny detaily stopy. K tomu se používají různé metody zvýrazňování, nejběžnější je osvětlení stopy. K osvětlení stopy se může použít i více zdrojů světla v různých úhlech. Každá stopa musí být vyfotografována alespoň dvakrát, kdyby se jedna fotografie nepovedla.³⁹ Při fotografování stop osvětlených ultrafialovým či infračerveným světlem je třeba používat fotografické vybavení k tomu vhodné a v některých případech i filtry.

5.2 Zajišťování stop na želatinovou folii

Tato metoda se používá u plošných stop tvořených prachem nebo podobným materiálem. Tato metoda funguje na principu adheze. Při samotném snímání se folie s tenkou vrstvou želatiny položí želatinovou vrstvou na stopu a přitlačí se tak, aby pod folií nezůstaly vzduchové bubliny a folie byla v kontaktu s celou stopou. Částičky tvořící stopu se přilepí na želatinu a tím vytvoří otisk stopy. Po sejmutí želatinové folie ze stopy se želatinová vrstva

³⁸ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 46

³⁹ STRAUS, Jiří. *Kriminalistická technika*. 3., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-807-3804-091.

překryje krycí vrstvou. Želatinové folie se vyrábějí v různých barvách a při použití se vybírá taková barva, která je kontrastní k částicám tvořícím stopu. Tato metoda se používá také při zviditelňování latentních stop daktyloskopickým práškem.⁴⁰

5.3 Zajišťování stop elektrostatickým snímáním

Metoda elektrostatického snímání byla vyvinuta v Japonsku v 70. letech 20. Století. Používá se ke snímání plošných stop tvořených prachem a podobnými materiály. Funguje na podobném principu jako metoda snímání želatinovými foliemi. Folie, která je součástí zařízení pro elektrostatické snímání se položí na stopu a po spuštění přístroje se částičky tvořící stopu působením elektrostatického náboje přichytí k folii. Na trhu existují různé přístroje pro elektrostatické snímání od kapesního přístroje Pathfinder, přes mobilní Dustprint-lifter ve velikosti kufříku až po laboratorní zařízení Vakuum box.

Metody snímání želatinovými foliemi a elektrostatickým snímáním jsou si dost podobné, vyvstává tak otázka, jestli jsou některé situace kdy preferovat jednu nebo druhou metodu. Na tuto otázku se zaměřil výzkum mezinárodního týmu odborníků z Oddělení identifikace a forenzních věd ředitelství Izraelské policie a Forenzního institutu v Zurichu. Výzkum probíhal tak, že figurant dostal čisté boty, ve kterých ušel 50 metrů v kontrolovaném prostředí a pak udělal každou botou stopu na předložených vzorcích. Pro každý vzorek byly boty opět vyčištěny a překonána vzdálenost 50 metrů tak, aby pro každý vzorek byly stejné podmínky. Materiály použité na vzorky byly flanelová látka, ručník, hnědý balicí papír, igelit, bílý papír, linoleum, zaprášená podlaha, sádrokarton, stlačená lepenka, vlnitá lepenka a jeden pár stop byl vytvořen vlhkými botami na papír. Vznikly tak dvě stopy na každém materiálu, přičemž vždy jedna stopa byla zajištěna želatinovou folií a jedna stopa byla zajištěna přístrojem na elektrostatické snímání od Lightning Powder Company. Každá zajištěná stopa byla vyfotografována a vyhodnocena. Hodnotila se jasnost stopy, přítomnost jemných detailů, množství přebytečného materiálu na sejmuté stopě a zaznamenaná textura podkladu. U vlnité lepenky, flanelové látky, ručníku, hnědého papíru, stlačené lepenky a u stopy od vlhké boty byla vyhodnocena jako lepší metoda s použitím želatinové folie. U těchto porézních materiálů dosáhla metoda želatinové folie lepších výsledků, protože adhezní síla je s použitím želatinové folie větší než u elektrostatické metody. Želatinová folie se dostává do přímého kontaktu s částicami prachu a svým lepivým povrchem je k sobě přichytí. Při elektrostatické metodě jsou částičky prachu k folii přitahovány statickou elektřinou, jejíž síla je však menší

⁴⁰ STRAUS, Jiří. *Kriminalistická technika*. 3., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-807-3804-091.

než je síla, již je prach přichycen k podložce. Na bílém papíru, linoleu a na igelitu byly výsledky obou metod srovnatelné. Na zaprášené podlaze a na sádkartonu dosáhla lepších výsledků elektrostatická metoda. V tomto případě jsou vlastnosti, které způsobily horší výsledky u porézních materiálů výhodou. Želatinová folie v tomto případě přichytila více prachových částic než je třeba a stopy jsou tak na ní hůře čitelné. Naopak elektrostatická metoda se svou menší adhezní silou přitáhla pouze ty částičky prachu, které byly potřeba. Z výzkumu také vyplývá, že pokud byla jako první použita elektrostatická metoda, může být na stejné stopě následně použita i metoda s želatinovou folií. To je možné díky tomu, že elektrostatická metoda ze stopy zvedne pouze malé množství částiček prachu a ve stopě tak zůstane dostatek částiček prachu pro snímání želatinovou folií. Opačný postup, tedy jako první použít želatinovou folii a jako druhou elektrostatickou metodu není možný, protože želatinová folie zachytí většinu částiček prachu.⁴¹ Z uvedeného výzkumu vyplývá, že metoda snímání pomocí želatinové folie dosáhla lepších výsledků na většině testovaných povrchů, obzvláště na porézních, vláknitých a nerovných površích. Nelze však vyloučit, že jiné přístroje na elektrostatické snímání by se ve stejném srovnání metodě želatinové folie vyrovnaly nebo, že by jí dokonce předčily.

5.4 Zajišťování stop odléváním

Odlévání se používá u objemových trasologických stop. Před tím než se přistoupí k odlévání stopy, je třeba vždy stopu vyfotografovat. Fotografování stopy se provádí pro případ, že by došlo k poškození stopy během odlévání a následně by nebylo možné stopu zajistit jinou metodou. Na trhu existuje mnoho odlévacích hmot s různými vlastnostmi. Odlévací hmota a postup odlévání se volí podle podmínek místa nálezu stopy. Nabídku odlévacích hmot lze rozdělit na hmoty na bázi sádky a na hmoty na bázi silikonu. Tradiční a nejstarší metodou odlévání stop je odlévání pomocí sádky. Při odlévání stopy sádkou se kolem stopy vytváří ohraničení z tvrdého papíru, plechu nebo jiného materiálu, který dokáže udržet sádku, aby nevytékala ze stopy. Nejdříve se do stopy nalije první vrstva sádky, která zalije detaily stopy. Sádku i jiné odlévací hmoty se do stopy musejí nalévat na jednom místě, tak aby se hmota sama rozlila do celé stopy. Tento postup je třeba dodržet, aby v odlitku nevznikaly

⁴¹ WIESNER, Sarena, Tsadok TSACH, Charles BELSER a Yaron SHOR. A Comparative Research of Two Lifting Methods: Electrostatic Lifter and Gelatin Lifter*. *Journal of Forensic Sciences*. 2011, **56**, S58-S62. DOI: 10.1111/j.1556-4029.2010.01617.x. ISSN 00221198. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1556-4029.2010.01617.x>

vzduchové bubliny. Do první vrstvy sádry se následně položí výztuha z drátěného pletiva nebo ze špejlí, která zajistí, že se odlitek nezlomí. Následně se nalije druhá vrstva sádry a odlitek se nechá ztuhnout. Sádra má bohužel několik vlastností, které snižují její vhodnost pro použití v některých případech. Oproti moderním odlévacím hmotám je například příliš křehká. Další špatnou vlastností sádry je to, že při tuhnutí se zahřívá, což může poškodit stopy v některých tepelně nestálých materiálech jako je například sníh. Tato špatná vlastnost sádry se dá korigovat přidáním soli do vody, se kterou je sádra rozmíchána. V literatuře se uvádí, že nejlepší poměr je 5 gramů soli do 300 mililitrů studené vody.

Moderní odlévací hmoty na bázi silikonu se při tuhnutí nezahřívají a není potřeba je při odlévání vyztužovat, protože jsou pružné. Asi nejrozšířenější odlévací hmotou na bázi silikonu je Lukopren N 1522. Při zajišťování stop se používají také odlévací hmoty, jejichž primární použití je ve stomatologii, jedná se například o Stomaflex, Dentalflex nebo Siloflex. Všechny odlévací hmoty na bázi silikonu fungují na dvousložkovém principu. To znamená, že do samotné hmoty se před odlitím vmíchá přesně stanovené množství katalyzátoru, který způsobí tuhnutí hmoty.

V praxi se stále používají i odlévací hmoty na bázi sádry. Používají se hlavně na stopy většího rozsahu. Moderní sádrové směsi mají oproti klasické sádře řadu výhod, dokážou lépe reprodukovat jemné detaily stop, odlitky není potřeba vyztužovat, výsledné odlitky nejsou tak křehké a také se při tuhnutí tolik nezahřívají. Výrobci dodávají sádrové směsi odměřené v igelitových baleních, ve kterých se dá hmota i rozmíchat, čímž odpadá nepříjemné manipulování s práškovou sádrrou. Existují i sady, které obsahují i tekutinu na rozmíchání směsi. V takových sadách je v igelitovém sáčku odvážená sádrová hmota v sypkém stavu a další sáček s tekutinou. Před použitím stačí sáček s tekutinou zmáčknout tak, aby se protrhl a obsah promíchat. Při odlévání stop v sypkém materiálu jako je písek nebo sníh se doporučuje stopu nejdříve zpevnit. K tomu se používá například roztok šelaku v lihu, celuloidu v acetonu, gumy v benzolu, Akutol nebo jiné přípravky. Tyto látky se v několika vrstvách jemně rozpráší na stopu čímž na jejím povrchu vytvoří zpevňující vrstvu, která udrží tvar stopy v sypkém materiálu.⁴²

⁴² STRAUS, Jiří. *Kriminalistická technika*. 3., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-807-3804-091. str.242; STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 53-64

5.5 Zajišťování stop v originále(in natura)

Tento způsob zajištění poskytuje nejlepší podmínky pro zkoumání stopy. In natura se zajišťují pouze stopy na věcech, jejichž velikost a povaha to umožňuje a zároveň stopu nelze dostatečně dobře zajistit jiným způsobem. Zajišťování v originále se používá například u stop na papírech, na koberci, na dřevěných deskách a na podobných předmětech. Předmět, na kterém se stopa nachází, je třeba vždy důkladně zabalit, aby nedošlo k znehodnocení stopy. Před samotným zajištěním stopy in natura musí být stopa zajištěna fotografováním pro případ, že by došlo k následnému poškození stopy.⁴³

Převádění stop do elektronické podoby: Po zajištění stopy některým z uvedených způsobů je třeba převést stopu do elektronické podoby, aby mohla být podrobena zkoumání pomocí moderních počítačových metod. K tomu slouží různá skenovací zařízení například TrasoScan od společnosti Laboratory Imaging. Moderní skenery dokážou nasnímat stopy zajištěné na daktyloskopické folii nebo jiným plošným způsobem, ale i objemové odlité stopy či stopy v originále.

5.6 Zajišťování stop prostorovým skenováním

Novou metodou zajišťování trasologických stop, která ještě není příliš rozšířená, ale v jiných oblastech kriminalistiky se již začíná prosazovat, je prostorové skenování. Metoda prostorového skenování do kriminalistiky proniká ze stavebnictví, geodezie nebo geografie, zkrátka z oborů, kde je třeba přesně zachytit zkoumané prostředí a předměty. Prostorové skenování funguje tak, že zachycované prostředí nebo předmět je snímáno laserem speciálního zařízení, které vytvoří přesný virtuální prostorový model. V Kriminalistické praxi je prostorové skenování zatím nejčastěji používané při dokumentování místa činu nebo místa dopravní nehody a podobných situací. K tomuto úkolu se používají statické skenery, které se umístí do zachycovaného prostředí. Aby byl virtuální model skenovaného prostředí co nejdokonalejší, je třeba provést skenování z více pozic, čímž se zaznamenají i místa, která jsou z jedné pozice pro skener skrytá.⁴⁴

Technologie skenování je v současnosti tak pokročilá, že s moderními skenery je možné zaznamenat i velmi jemné detaily a tím pádem i trasologické stopy. Na trhu dnes již existují skenery, které jsou vhodné ke skenování nejrůznějších předmětů s vysokým

⁴³ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 48

⁴⁴ PORADA, Viktor. *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016. ISBN 978-807-3805-890. strana 447

rozlišením. Pro trasologické použití se jedná například o výrobek Forensic ScanArm od společnosti Faro. Ještě menší detaily dokáže zaznamenat FlashScan3D pro skenování otisků prstů. Výhodou těchto zařízení je, že skenování je bezkontaktní metoda a proto nehrozí poškození stopy. Z toho důvodu si myslím, že největší přínos prostorového skenování by byl při zajišťování trasologických stop v písku, sněhu a jiných nestálých materiálech kde je výsledek zajišťování stopy například odlitím velice nejistý. Důvod proč ještě nedošlo k většímu rozšíření této technologie je podle mého názoru vysoká cena přístrojů a dostatečně účinné klasické metody zajišťování stop.

6 Zajišťování srovnávacího materiálu

Aby mohlo být přistoupeno k identifikaci předmětu nebo osoby, která vytvořila trasologickou stopu, musí být k dispozici srovnávací materiál. Osoby nebo předměty, od kterých je potřeba získat srovnávací materiál, je třeba začít vytipovávat již při ohledání na místě činu. (Aby následující část byla přehledná, budu zmiňovat pouze stopy lidských nohou, ale obdobná tvrzení se vztahují i na ostatní trasologické stopy.) Nejdříve musí být zajištěn srovnávací materiál od osob, o kterých s jistotou víme, že se na místě činu vyskytovaly. Jedná se například o stopy osob bydlících na místě činu nebo stopy zasahujících policistů či záchranářů.

Další skupinu osob, od kterých se zajišťuje srovnávací materiál, jsou osoby, které se vyskytovaly na místě činu, a je třeba zjistit jejich totožnost.

Získávání srovnávacích otisků pro trasologické zkoumání se řídí ustanovením § 114 trestní řádu. Přesněji řečeno třetím odstavcem tohoto paragrafu. „*Je-li k důkazu třeba zjistit totožnost osoby, která se zdržovala na místě činu, je osoba, o kterou jde, povinna strpět úkony potřebné pro takové zjištění.*“⁴⁵ Snímání srovnávacích otisků nohou či jiných částí těla bezpochyby patří mezi úkony potřebné pro zjištění totožnosti osoby, která se zdržovala na místě činu.⁴⁶ V případě že osoba, na které má být proveden úkon pro zjištění totožnosti klade odpor, může být tento odpor podle 4. odstavce § 114 po výzvě přiměřeným způsobem překonán. K překonání tohoto odporu musí státní zástupce udělit policejnímu orgánu souhlas. V případě neuposlechnutí výzvy policejního orgánu, může být také oné osobě udělena pořádková pokuta podle § 66 trestního řádu ve výši až 50 000Kč.

Způsob samotného zajišťování srovnávacího materiálu pak záleží na tom, k jakým stopám z místa činu se srovnávací materiál zajišťuje.

V případě, že na místě činu byly zajištěny plošné stopy bosých nohou, srovnávací otisky se provádějí nejčastěji otisknutím nohy, na kterou je nanesena daktyloskopická barva, otisknutím nohy na želatinovou folii, sejmutím otisku nohy pomocí sady pro bezbarvé snímání či oskenováním nohy za použití různých elektronických zařízení pro snímání nohy. Pokud byly na místě činu zajištěny objemové stopy, srovnávací materiál musí být také objemový. Výroba takového srovnávacího materiálu má dvě fáze. Nejdříve je třeba získat negativ nohy, k tomu se používají různé hmoty, do kterých se noha obtiskne například

⁴⁵ § 114 odst. 3 zák.č. 141/1961 Sb.

⁴⁶ Srovnání *Trestní řád: komentář*. 4., dopl. a přeprac. vyd. Praha: C.H. Beck, 2002. Komentované zákony (C.H. Beck). ISBN 80-717-9634-4. strana 766-767

Zetalabor nebo Biofoam. Obtisk nohy se poté odlije pomocí stejných odlévacích hmot, které se používají při odlévání stop na místě činu.

Dalším faktorem, který je třeba promítnout do srovnávacího materiálu je způsob jakým stopy vznikly. Pokud byly stopy zajištěné na místě činu dynamické(vznikly za chůze) srovnávací materiál musí být také vytvořen při chůzi, pokud byly stopy zajištěné na místě činu statické(vznikly stáním na místě) srovnávací materiál musí být také vytvořen ve statické poloze.

U zajišťování srovnávacího materiálu stop obuvi platí, že ideálním srovnávacím materiálem je originál boty(in natura). V případech, kdy není možné mít obuv po neomezeně dlouhou dobu, se vyrobí odlitek podešve srovnávané obuvi. Nebo se podešev boty naskenuje.

Při zajišťování srovnávacího materiálu stop dopravních prostředků a jiných předmětů se postupuje obdobně jako u obuvi.

Určitá specifika se vyskytují při zajišťování srovnávacích otisků uší a rtů či zubů. Ta jsou způsobena tvarem a strukturou těchto orgánů. Pro snímání otisků uší existují dva postupy. Klasický postup spočívá v přitisknutí ucha na hladkou plochu, například na sklo. Na místo, kde bylo přitisknuto ucho se následně nanese daktyloskopický prášek, který otisk ucha zvýrazní. Novější postup spočívá v otisknutí ucha na želatinovou daktyloskopickou folii. Želatinová folie se položí na dno Petriho misky tak, aby miska vytvořila rovnou plochu pod folií. Petriho miska s daktyloskopickou folií se následně přitiskne k uchu. Otisk ucha se na folii zviditelní šikmým světlem. Při použití obou metod se doporučuje provést otisknutí alespoň pětkrát a pokaždé jinou silou.⁴⁷ Otiskávání různými silami se doporučuje z toho důvodu že ucho se působením různě velkých sil různě deformuje.

Zajišťování kontrolních otisků rtů se provádí, buď otisknutím rtů na skleněnou plochu a následným sejmutím otisku pomocí daktyloskopického prášku a daktyloskopické folie a nebo se může použít metoda vyvinutá v Polsku. Tato metoda spočívá v obtisknutí lehce namaštěných rtů na proužek papíru přichycený na oblém kusu molitanu nebo jiného měkkého a pružného materiálu. Mastný otisk se poté zviditelní daktyloskopickým práškem a přelepí průhlednou folií.⁴⁸

Kontrolní materiál pro zkoumání stop zubů se může získávat různými metodami, které se volí podle toho, jak vypadá stopa zajištěná na místě činu nebo těle objeti. V praxi se

⁴⁷ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2.strana 171-181

⁴⁸ tamtéž strana 192-193

nejčastěji používají metody vyvinuté pro potřeby stomatologie. Jde například o otisk zubů do voskové destičky. Pro získání podrobnějšího modelu chrupu se používá metoda odlévání. Při této metodě se nejdříve vyrobí forma chrupu tím, že se chrup obtiskne do speciální rychle tuhnoucí hmoty (například Elastic nebo Chromat). Obtisk chrupu ve ztuhlé hmotě se následně odlíje, čímž se získá věrná kopie celého chrupu.⁴⁹

⁴⁹ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 208-211

7 Kriminalistické zkoumání trasologických stop

Jak jsem již výše zmiňoval, trasologie je nauka o vyhledávání, zajišťování a zkoumání stop dopravních prostředků, obuvi, lidských nohou a jiných částí těla, stop zvířat, částí oděvů a podobně. Zkoumání trasologických stop lze rozdělit na dvě základní části. Identifikační zkoumání a neidentifikační zkoumání. Identifikační zkoumání je proces, který v ideálním případě vede k identifikaci původce stopy nalezené na místě kriminalisticky významné události. Neidentifikační zkoumání je proces, který pomáhá objasnit ostatní skutečnosti týkající se kriminalisticky významné události mimo totožnosti původce trasologické stopy.

7.1 Identifikační zkoumání trasologických stop

Kriminalistická identifikace podle trasologických stop je v praxi možná díky některým vlastnostem hmotných předmětů a způsobu, jakým reagují s okolním prostředím.

Základem pro kriminalistickou identifikaci je skutečnost, že každý předmět na světě je jedinečný. Tato skutečnost bývá někdy označována jako princip individuálnosti objektů. U některých předmětů lze projev tohoto východiska potvrdit pouhým okem. Existují ale i předměty které se jeví jako dokonalé kopie, ani takové předměty však ve skutečnosti nejsou naprosto identické. Při dostatečně podrobném zkoumání je možné najít důkazy či soubor důkazů potvrzující toto tvrzení u každého předmětu. Jediné co nám brání v tom poznat individuálnost každého předmětu, jsou dostupné technické prostředky.

Další vlastností předmětů rozhodující o úspěšné kriminalistické identifikaci je jejich schopnost působit na okolní prostředí, jakož i na okolní předměty a tím předat těmto předmětům informace o sobě samých. S touto vlastností je úzce spojena stálost předmětů, bez které by individuální vlastnosti předmětu zaznamenané v podobě stopy, nemohly být nikdy zjištěny a zkoumány. Stálost předmětů je velmi relativní a závisí na řadě faktorů. Na každý objekt neustále působí nejrůznější vlivy, které mění jeho tvar, strukturu a další vlastnosti. To jak dlouho si objekt udrží své vlastnosti, záleží na samotném objektu a také na vlivech, které na něj působí. Relativní stálost zkoumaného objektu, respektive stopy, je rozhodující pro objasnění vyšetřované události. Zkoumané objekty musí být podrobeny zkoumání nebo jejich stav musí být alespoň zaznamenán dostatečně včas, aby se na nich nestihly projevit změny,

keré by následnou identifikaci znemožnily. S relativní stálostí objektů je třeba počítat, jak u zkoumané trasologické stopy, například v podobě otisku pneumatiky v měkké hlíně, kterou může znehodnotit déšť nebo jiná projíždějící vozidla, tak i u předmětu, který ji vytvořil například u pneumatiky, která musí být prozkoumaná předtím, než by se opotřebením ztratily identifikační znaky na běhounu pneumatiky.

Při identifikačním zkoumáním se ve stopě vyznačují identifikační znaky, které se následně porovnávají s identifikačními znaky na srovnávacím materiálu. Identifikační znaky se dělí na druhové identifikační znaky, které se vyskytují u všech předmětů jednoho druhu. Tyto znaky tedy mohou prokázat, že se jedná například o stopu boty určitého modelu, ale již nemohou prokázat, že se jedná o jeden určitý kus výrobku. Vrcholem procesu identifikace je individuální identifikace, tedy prokázání přímého vztahu mezi stopou a unikátním exemplářem objektu, který tuto stopu vytvořil. Pro individuální identifikaci musí být ve stopě zaznamenán dostatek takzvaných individuálních identifikačních znaků. Výskyt a povaha individuálních identifikačních znaků záleží na objektu, který stopu vytvořil. U stop obuvi nebo pneumatik a jiných předmětů jde například o různá poškození a opotřebenění. U stop bosých nohou může jít o jizvy, různé výrůstky nebo jiné deformace. Na rozdíl od daktyloskopických stop není u trasologických stop stanoven počet individuálních identifikačních znaků potřebných pro individuální identifikaci.⁵⁰ To je způsobeno tím, že v daktyloskopii jsou za individuální identifikační znaky považovány typické útvary papilárních linií. Stejně útvary papilárních linií se běžně vyskytují u různých lidí a individuálnost otisku papilárních linií je tedy tvořena až kombinací většího počtu těchto útvarů (individuálních identifikačních znaků). V případě trasologických stop je situace trochu jiná. Dá se předpokládat, že každý individuální identifikační znak v trasologické stopě (například poškození na podešvi boty), je mnohem specifičtější pro jediný exemplář ztotožňovaného předmětu. Při trasologické identifikaci je samozřejmě potřeba přistupovat ke každému případu individuálně a brát v potaz povahu zaznamenaných individuálních identifikačních znaků. V některých případech může k identifikaci například stačit jeden výrazný identifikační znak a v jiném případě může být totožnost prokázána až skupinou menších identifikačních znaků.

⁵⁰ Při daktyloskopické identifikaci je stanoveno že upotřebitelná je taková stopa která se shoduje s identifikovaným otiskem alespoň v 10 markantech.

7.2 Neidentifikační zkoumání trasologických stop

Přínos trasologických stop pro objasnění trestného činu nespočívá pouze v identifikaci osoby nebo předmětu, který vytvořil stopu na místě činu. Nezanedbatelnou součástí trasologie je i zkoumání stop v širším měřítku. Přínos tohoto pohledu na trasologické stopy tkví především v tom, že díky důkladnému ohledání místa činu lze z trasologických stop vyvodit závěry objasňující, co se na ohledávaném místě dělo. To jaké informace lze z trasologických stop na místě činu kriminalisticky relevantní události získat vždy záleží na tom, o jaké stopy se jedná. Z trasologických stop na místě činu lze například zjistit, kudy se osoby přítomné na místě činu pohybovaly, kolik osob či dopravních prostředků se na místě činu nacházelo a podobně.

8 Metody zkoumání trasologických stop při identifikaci

Samotné zkoumání trasologických stop za účelem identifikace původce stopy je možné provádět několika různými metodami a jejich kombinací.

Základní metodou zkoumání trasologických stop je metoda vizuálního porovnávání. Jedná se o nejjednodušší metodu, která slouží k vyřazení stop, které jsou zjevně odlišné. Tato metoda je pouze prvním krůčkem v procesu identifikace a až po ní nastupují přesnější metody schopné individuální identifikace.⁵¹

Pokročilejší a dokonalejší metodou zkoumání je metoda bodování. Bodování spočívá ve vyznačování a porovnávání individuálních identifikačních znaků na zkoumané stopě a na kontrolním otisku.⁵² Bodováním lze dosáhnout individuální identifikace. Metoda bodování se používá také v daktyloskopii. V daktyloskopii je na rozdíl od trasologie přesně stanoveno, že pro to, aby mohl být otisk prstu považován za takzvaně upotřebitelný, je třeba najít na otisku z místa činu a na srovnávacím otisku alespoň deset shodných individuálních identifikačních znaků.⁵³

Další metodou je metoda geometrické konstrukce. Při této metodě se na stopě z místa činu vytvářejí geometrické konstrukce, které kopírují individuální identifikační znaky. Tyto geometrické konstrukce jsou následně přeneseny na kontrolní otisk, kde se zkoumá jejich shoda nebo rozdílnost. Tato metoda je schopná prokázat individuální shodu kontrolního otisku a stopy z místa činu.⁵⁴

Nejrozšířenější metodou zkoumání trasologických stop pro identifikaci je metoda překrývání. Překrývání funguje tak, že na kontrolní otisk se přenese obrys stopy z místa činu i s liniemi všech prvků stopy. Následně se porovnává velikost a tvar obou stop, pokud je velikost a tvar shodný, může se přistoupit i k porovnání individuálních identifikačních znaků. Linie

⁵¹ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2.strana 260

⁵² tamtéž strana 265

⁵³ Počet deseti shodných identifikačních znaků je požadován v České republice. V jiných státech se počet markantů požadovaných pro daktyloskopickou individuální identifikaci může lišit. STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2005. ISBN 80-725-1192-0. strana 105

⁵⁴ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2 strana 263

překrývajících obrysů stopy musí být v jiné barvě než je podkladová stopa. Z uvedeného vyplývá, že touto metodou lze dosáhnout skupinové i individuální identifikace.⁵⁵ Metoda překrývání je vlastně důkladnější variací metody geometrické konstrukce, protože obrys stopy je vlastně jakousi podrobnější geometrickou konstrukcí pojímající větší plochu stopy.

Poslední metodou zkoumání je takzvané spojené zobrazení s dělicí rovinou. Tato metoda je typická pro balistiku a mechanoskopii. Fotografie zkoumané stopy a kontrolního vzorku se k sobě přiloží takovým způsobem, aby se v ideálním případě jedna fotografie jevila jako pokračování druhé fotografie. V trasologii se využívá zejména při skupinové identifikaci stop textilních látek.⁵⁶

Počítačové systémy pro zkoumání trasologických stop

Před dostatečným rozšířením a pokrokem počítačové techniky, byly na Kriminologickém ústavu Praha, vedeny sbírky podešví a podpatků, v originále i vyfotografované od tuzemských a částečně i od zahraničních výrobců. Do roku 1989 byly tyto sbírky relativně dostačující, po roce 1989 se však otevřel trh s obuví i pro zahraniční výrobce, čímž se nabídka obuvi v České republice velmi rozšířila. V důsledku této situace bylo nadále nemožné aktualizovat a udržovat sbírky podešví v takové podobě, jako před rokem 1989. Výhodiskem z této situace bylo vytvoření počítačové databáze.⁵⁷

Počítačovým programem používaným v České republice obsahujícím databázi trasologických stop je systém TRASIS. Jedná se o systém vyvinutý Kriminologickým ústavem Praha, který se skládá z katalogu otisků podešví a ze sbírky stop podešví zajištěných na místě činu. Systém TRASIS je založen na spolupráci všech expertizních pracovišť, která vkládají nová data do systému a zároveň mají přístup ke všem informacím v systému. Významným přínosem pro expertizní činnost je propojení systému TRASIS se systémem grafické analýzy obrazu LUCIA. Systém LUCIA je počítačový program, který umožňuje provádět skupinovou i individuální identifikaci původce stopy z místa činu. K tomu využívá metodu, která je jakousi kombinací metody geometrické konstrukce a metody překrývání. Při samotném zkoumání se v systému vytvoří zvýrazněná kontura kontrolního otisku, která je přiložena na zkoumanou stopu.⁵⁸

⁵⁵ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminologická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2 strana 261

⁵⁶ tamtéž strana 266

⁵⁷ tamtéž strana 238

⁵⁸ STRAUS, Jiří a František VAVERA. *Dějiny kriminalistiky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-80-7380-370-4. strana 288

9 Využití poznatků biomechaniky při zkoumání trasologických stop

Při zkoumání trasologických stop není jediným cílem identifikace původce stopy metodami uvedenými v předchozí kapitole. Součástí zkoumání trasologických stop je také dešifrování informací o původci stopy, které zkoumaná stopa obsahuje. U trasologických stop dopravních prostředků a jiných předmětů jsem se o informacích, které lze získat z jejich stop krátce zmínil již v kapitolách těmto stopám věnovaným. V této kapitole se zaměřuji na stopy lidských nohou, rukou a stopy lidské lokomoce a zejména na takzvaný biomechanický obsah těchto stop. Biomechanický obsah trasologických stop tvoří soubor znaků trasologických stop, z kterých mohou být získány informace o tělesných dispozicích a jednání původce stopy na místě kde stopa vznikla. Biomechanický obsah trasologických stop se podle povahy informací v sobě obsažených dělí na geometrické znaky, kinematické znaky a na dynamické znaky biomechanického obsahu trasologických stop.⁵⁹

9.1 Predikce tělesné výšky z trasologických stop

Predikce tělesné výšky z trasologických stop se provádí za pomoci takzvaných geometrických znaků trasologických stop. Jsou to především šířka a délka stopy bosé nohy, šířka a délka stopy obuté nohy, délka kroku, délka dvojkroku a úhel stop v pěšince lokomoce. Z těchto parametrů je možné přibližně vypočítat tělesnou výšku osoby, která stopu vytvořila. Pokusy vyjádřit vztah mezi rozměry nohy a tělesnou výškou probíhaly již v 19. století, kdy se o ně pokoušeli Louise Alphonse Bertillon a Henrique de Parville. Oba autoři brali v potaz pouze délku nohy a šířkou nohy se při vyjádření vztahu mezi rozměry nohy a tělesnou výškou vůbec nezabývali. Louise Alphonse Bertillon v roce 1889 publikoval v časopise *Revue Scientifique* výsledky svého zkoumání, které jsou shrnuty v následující tabulce s koeficienty pro výpočet tělesné výšky z délky nohy.⁶⁰

Délka nohy	Rekonstrukční koeficient
do 219 mm	7,170

⁵⁹ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2. strana 270

⁶⁰ TITLBACH, Zdeněk, Svatava TITLBACHOVÁ a Dana ŠTĚCHOVÁ. Zjištění tělesné výšky ze stop obuvi a bosých nohou z místa trestného činu. *Československá kriminalistika*. 1971, 4(3), 234.

220-229 mm	6,840
230-239 mm	6,610
240-249 mm	6,505
250-259 mm	6,407
260-269 mm	6,328
270-279 mm	6,254
280-289 mm	6,120
290 mm a více	6,080

Kromě Bertillona se vztahem délky nohy a tělesné výšky zabýval také Henrique de Parville. Ten v roce 1899 uveřejnil, taktéž v časopise *Revue Scientifique*, výsledky svého zkoumání, které lze shrnout ve vzorci.

$$d_n = \frac{8,6}{30} \left(\frac{v}{2} + 0,05 \right)$$

Tento vzorec se později používal ve zjednodušené podobě.⁶¹

$$v = 7d_n$$

V Československu v roce 1971 publikoval v časopise *Československá kriminalistika* Ing. Zdeněk Titlbach se svými kolegy výsledky výzkumu zaměřeného mimo jiné na porovnání Bertillonovi a Parvilleho metody. Výstupem tohoto výzkumu byly také nové koeficienty pro výpočet tělesné výšky.⁶²

Délka nohy	POTŘEBNÉ
240 mm	6,90
245 mm	6,82
250mm	6,74
255 mm	6,67
260 mm	6,59
265 mm	6,53
270 mm	6,48
275 mm	6,42
280 mm	6,39
285 mm	6,36
290 mm a více	6,34

V případě že je k dispozici kromě údaje o délce nohy též šířka nohy lze použít vzorec využívající oba údaje. Zdeněk Titlbach uvádí ve zmiňovaném článku tento vzorec.

⁶¹ TITLBACH, Zdeněk, Svatava TITLBACHOVÁ a Dana ŠTĚCHOVÁ. Zjištění tělesné výšky ze stop obuvi a bosých nohou z místa trestného činu. *Československá kriminalistika*. 1971, 4(3), 234.

⁶² TITLBACH, Zdeněk, Svatava TITLBACHOVÁ a Dana ŠTĚCHOVÁ. Zjištění tělesné výšky ze stop obuvi a bosých nohou z místa trestného činu. *Československá kriminalistika*. 1971, 4(3), 237.

$$v = 2,5 d_n + 4,5 š_n + 64 \text{ cm}$$

d_n =délka nohy, $š_n$ =šířka nohy

Jiný vzorec uvádí Jiří Straus.⁶³

$$v = 3,1 d_n + 4 š_n + 53$$

Při aplikaci vzorců pro výpočet tělesné výšky z rozměrů stopy bosých nohou vyvstává otázka, jestli je možné použít stejný vzorec pro výpočet tělesné výšky mužů i žen. Odpověď na tuto otázku není jednoznačná. Některé výzkumy uvádějí rozdílné vzorce pro ženy a muže.⁶⁴ Například američtí autoři Giles a Vallandighan uvádějí vzorec pro výpočet tělesné výšky žen:

$$v = 3,614d_n + 75,065$$

vzorec pro výpočet tělesné výšky mužů:

$$v = 3,447d_n + 82,206$$

Opačný názor lze najít ve výzkumu prezentovaném v časopise *Journal of forensic sciences* od autorů Uhrová, Beňuš, Masnicová, podle kterých je možné použít stejný vzorec pro obě pohlaví, protože odchylky výsledků pro jednotlivá pohlaví jsou tak malé, že je není potřeba brát v potaz.⁶⁵ Tito autoři ve stejném článku prezentovali také vlastní vzorce pro výpočet tělesné výšky z rozměrů bosých nohou, zajímavé je že ve svých vzorcích rozlišují, jestli jde o rozměry levé nebo pravé nohy. Podle Uhrové, Beňuše a Masnicové, lze tělesnou výšku spočítat těmito vzorci:

$$v = 54,354 + 4,715d_{pn}$$

$$v = 52,999 + 4,755d_{ln}$$

$$v = 100,761 + 7,572š_{pn}$$

$$v = 95,394 + 8,095š_{ln}$$

⁶³ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2.strana 272

⁶⁴ STRAUS, Jiří. *Aplikace forenzní biomechaniky*. Praha: Police History, 2001. ISBN 80-864-7700-2. Str. 47

⁶⁵ UHROVÁ, Petra, Radoslav BEŇUŠ a Soňa MASNICOVÁ. Stature Estimation from Various Foot Dimensions Among Slovak Population. *Journal of Forensic Sciences*. 2013, **58**(2), 448-451. DOI: 10.1111/1556-4029.12059. ISSN 00221198. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/1556-4029.12059>

$$v = 53,125 + 3,455d_{pn} + 1,304d_{ln}$$

$$v = 53,046 + 3,496d_{pn} + 1,403d_{ln} - 0,357š_{pn}$$

$$v = 51,771 + 3,676d_{pn} + 1,621d_{ln} + 1,770š_{pn} - 3,029š_{ln}$$

d_{pn} =délka pravé nohy, d_{ln} = délka levé nohy, $š_{pn}$ =šířka pravé nohy, $š_{ln}$ =šířka levé nohy

Titlbach i Straus sestavili také vzorce pro výpočet tělesné výšky z rozměrů stopy obuvi. Straus tento vztah vyjádřil tímto vzorcem.

$$v = 2,6d_o + 4,3š_o + 55$$

d_o =délka obuvi, $š_o$ =šířka obuvi

Titlbach používá tento vzorec.

$$v = 2,7d_o + 4,8š_o + 47$$

Titlbach navíc uvádí varianty vzorce pro určité typy obuvi (např. šněrovací polobotky či mokasíny). Vzhledem k tomu, že Titlbachův výzkum probíhal před téměř padesáti lety je třeba pracovat s Titlbachovým vzorcem s velkou obezřetností, protože od 70. let minulého století se nabídka obuvi výrazně rozšířila a změnila. Straus pouze konstatuje „*Uvedené závislosti platí pro normální obuv, u módních odchylek mohou být nepatrné odlišnosti*“⁶⁶ Podle mého názoru mohou být odchylky u různých typů obuvi víc než nepatrné. Každopádně je jasné, že výpočet tělesné výšky z rozměrů stopy obuvi je z důvodu odchylek u různých typů obuvi méně přesný, než výpočet tělesné výšky z rozměrů bosé nohy.

Straus uvádí vzorce pro výpočet tělesné výšky nejen ze stop nohou, ale také ze stop lidské lokomoce. Experimentální metodou zkoumal vztah mezi tělesnou výškou a délkou kroku a dvojkroku. Výsledkem Strausových experimentů jsou vzorce vyjadřující vztah mezi tělesnou výškou a délkou kroku a dvojkroku.⁶⁷

Pro výpočet tělesné výšky z délky kroku při chůzi pro krok o délce do 70 centimetrů platí podle Strause toto.

$$v = 0,297d_k + 153$$

⁶⁶ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2.strana 272

⁶⁷ tamtéž strana 272-276

Pro výpočet tělesné výšky z délky kroku při chůzi pro krok o délce větší než 70 centimetrů platí podle Strause toto.

$$v = 0,315d_k + 163$$

Pro výpočet tělesné výšky z délky dvojkroku při chůzi o délce dvojkroku do 142 centimetrů platí podle Strause toto.

$$v = 0,157d_{dk} + 151$$

Pro výpočet tělesné výšky z délky dvojkroku při chůzi o délce dvojkroku větší než 142 centimetrů platí podle Strause toto.

$$v = 0,175d_{dk} + 155$$

Přesnějšího výpočtu je možné dosáhnout, pokud se do vzorce zapracuje více údajů. Pro výpočet tělesné výšky z délky dvojkroku a délky kroku platí podle Strause tento vzorec.

$$v = 0,153d_k + 0,83d_{dk} + 155,5$$

Pokud je k dispozici délka kroku, délka dvojkroku, délka stopy obuvi a šířka stopy obuvi platí podle Strause tento vzorec.

$$v = 0,076d_k + 0,041d_{dk} + 1,35d_{so} + 2,4š_{so} + 101,25$$

Dalšími experimenty Straus také upravil vzorce pro různá prostředí.⁶⁸

Pro stopy chůze v oranici:

$$v = 0,278d_k + 0,175d_{dk} + 134$$

Pro stopy chůze po sněhu:

$$v = 0,248d_k + 0,194d_{dk} + 126$$

Pro stopy chůze v písku:

$$v = 0,322d_k + 0,196d_{dk} + 118$$

Pro stopy chůze po škváře:

$$v = 0,384d_k + 0,218d_{dk} + 109$$

Pro stopy chůze po asfaltu:

$$v = 0,308d_k + 0,217d_{dk} + 119$$

⁶⁸ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2.strana 274

Pro stopy chůze do svahu se sklonem 8,53°:

$$v = 0,474d_k + 136,37$$

$$v = 0,237d_{dk} + 136,34$$

Pro stopy chůze ze svahu se sklonem 8,53°:

$$v = 0,818d_{dk} + 106,18$$

$$v = 0,409d_{dk} + 106,18$$

Pro stopy běhu do svahu se sklonem 8,53°:

$$v = 0,429d_k + 131,86$$

$$v = 0,225d_{dk} + 129,73$$

Pro stopy běhu ze svahu se sklonem 8,53°:

$$v = 0,281d_k + 138,5$$

$$v = 0,136d_k + 139,59$$

Pro stopy běhu po oranici:

$$v = 0,471d_k + 114,12$$

$$v = 0,239d_{dk} + 113,25$$

U uvedených vzorců pro výpočet tělesné výšky z délky kroku a dvojkroku v různých prostředích je třeba pamatovat na to, že se jedná o vzorce, které jsou výsledkem experimentálního měření prováděného v kontrolovaných podmínkách. Podle mého názoru, není možné tyto vzorce považovat za univerzální návod pro výpočet tělesné výšky. V reálném prostředí se projevuje mnoho faktorů, které mohou výrazně ovlivnit výsledky měření a proto je třeba vždy posuzovat danou situaci individuálně.

Kromě stop nohou a stop pěšinky lokomoce, je možné tělesnou výšku vypočítat také na základě parametrů stopy ruky. Pro predikci tělesné výšky se na stopě ruky měří sedm rozměrů a z každého z těchto rozměrů je možné s různou přesností predikovat tělesnou výšku.⁶⁹ Jako základní vztahy mezi jednotlivými parametry stopy ruky a tělesnou výškou uvádí Straus tyto vzorce.

$$v = 8,95 d_{sr} + 13,67$$

$$v = 45,45 \check{s}_{sr} - 186,33$$

$$v = 32,86 d_{p1} - 28,59$$

$$v = 17,05 d_{p2} + 52,62$$

$$v = 26,97 d_{p3} - 41,58$$

⁶⁹ STRAUS, Jiří. *Aplikace forenzní biomechaniky*. Praha: Police History, 2001. ISBN 80-864-7700-2.strana 112

$$v = 20,83 d_{p4} + 17,27$$

$$v = 22,73 d_{p5} + 36,80$$

Větší přesnosti predikce tělesné výšky je možné dosáhnout, pokud se použije více změřených parametrů stopy ruky.

$$v = 4,47 d_{sr} + 22,72 š_{sr} - 86,33$$

$$v = 2,98 d_{sr} + 15,15 š_{sr} + 10,95d_{p1} - 67,08$$

$$v = 2,98 d_{sr} + 15,15š_{sr} + 5,68d_{p2} - 40,01$$

$$v = 2,98 d_{sr} + 15,15 š_{sr} + 8,99d_{p3} - 71,41$$

$$v = 2,98 d_{sr} + 15,15 š_{sr} + 6,94 d_{p4} - 51,79$$

$$v = 2,98 d_{sr} + 15,15 š_{sr} + 7,58 d_{p5} - 46,29$$

$$v = 6,57 d_{p1} + 3,41 d_{p2} + 5,39 d_{p3} + 4,17 d_{p4} + 4,54 d_{p5} + 7,30$$

$$v = 1,28 d_{sr} + 6,49 š_{sr} + 4,69 d_{p1} + 2,44 d_{p2} + 3,85 d_{p3} + 2,98 d_{p4} + 3,25 d_{p5} - 19,45$$



Otisk dlaně s vyznačenými parametry pro výpočet tělesné výšky⁷⁰

9.2 Predikce rychlosti lokomoce z trasologických stop

Kromě tělesné výšky je možné z trasologických stop vypočítat také rychlost chůze, respektive běhu původce stop. Vstupními informacemi nutnými pro výpočet rychlosti pohybu

⁷⁰ STRAUS, Jiří. *Aplikace forenzní biomechaniky*. Praha: Police History, 2001. ISBN 80-864-7700-2.strana 111

jsou délka kroku, tělesná výška a délka dolní končetiny. Výzkumem zaměřeným na výpočet rychlosti pohybu se zabývala řada odborníků z různých vědních odvětví, od forenzní biomechaniky až po medicínské obory.

Jednotliví autoři používají pro výpočet rychlosti pohybu různé vzorce, ve kterých používají různé proměnné. Nejjednodušší vzorec uvádějí italští autoři Cavagna a Margaria.⁷¹

$$v = 3,89l - 1,41$$

v- rychlost chůze v m/s, *l*- délka kroku, Uvedený vzorec lze použít pro chůzi o rychlosti od 0,83 m/s do 2,7 m/s.

O něco komplikovanější vzorec uvádí Walt a Wyndham.⁷²

$$v = 3,23l - 3,14h_{dk} + 2,31$$

v- rychlost chůze v m/s, *l*- délka kroku, *h_{dk}*- délka dolní končetiny, Uvedený vzorec lze použít pro chůzi o rychlosti od 0,88 do 2,2 m/s

Pro běh o rychlosti od 2,22 m/s do 3,85 m/s uvádí tento vzorec.

$$v = 3,061l - 2,21h_{dk} + 1,83$$

Délka dolní končetiny(*h_{dk}*) není údaj, který by bylo možné bez dalšího vyčíst z trasologických stop. Podle Walta a Wyndhama, ale je možné délku dolní končetiny vyjádřit tímto vzorcem.

$$h_{dk} = 0,745v_t - 0,25$$

Tělesná výška(*v_t*) sice také není údaj, který je možno vyčíst z trasologických stop na první pohled, ale způsoby jak vypočítat tělesnou výšku z rozměrů trasologických stop nohou jsem prezentoval v předchozí podkapitole.

Straus uvádí ještě další vzorce pro výpočet rychlosti chůze respektive běhu využívající další parametry trasologických stop. Pro výpočet rychlosti chůze jsou to následující vzorce.⁷³

$$v = 9,314d_k - 2,26$$

$$v = 11,962d_k - 1,44d_{dk} - 1,784$$

$$v = 11,962d_k - 26,831d_{so} - 34,613š_{so} + 7,554$$

Pro výpočet rychlosti běhu.

$$v = 5,761d_k - 5,055$$

⁷¹ STRAUS, Jiří. *Aplikace forenzní biomechaniky*. Praha: Police History, 2001. ISBN 80-864-7700-2 strana 59

⁷² tamtéž strana 58

⁷³ tamtéž strana 60

$$v = 11,351d_k - 3,23d_{dk} + 3,905$$

$$v = 11,351d_k - 18,88d_{so} - 24,35\check{s}_{so} + 6,09$$

v- rychlost pohybu v m/s, *d_k*- délka kroku, *d_{dk}*- délka dvojkroku, *d_{so}*- délka stopy obuvi, *š_{so}*- šířka stopy obuvi

Je nutné poznamenat, že uvedené vzorce jsou relevantní pro pohyb po rovné a pevné podložce. Dále musím zmínit, že uvedené vzorce jsou pouze základním vyjádřením vztahu mezi rychlostí pohybu a parametry použitými ve vzorcích. Pro přesnější predikci rychlosti pohybu je nutné brát v potaz mnohem více faktorů.

9.3 Predikce hmotnosti na základě trasologických stop

Na základě trasologických stop, přesněji řečeno plantogramu bosé nohy, je možné s určitou přesností vypočítat hmotnost původce stopy. Aby mohla být vypočítána hmotnost původce stopy, je potřeba mít k dispozici kvalitní otisk bosé nohy, na kterém je možné vyznačit a změřit potřebné parametry.

Na základě měření vyjádřil Straus vztahy tělesné hmotnosti(h) mužů k parametrům plantogramu bosé nohy následovně.⁷⁴

$$h = 8,4p - 145,2$$

$$h = 10,8x_5 - 36,3$$

$$h = 4,2p + 5,4x_5 - 90,5$$

$$h = 5,2x_4 + 35,8$$

$$h = 43,3x_2 - 158,2$$

$$h = 21,6x_2 + 2,6x_4 - 61,2$$

Podle Strause je možné uvedenými vzorci predikovat tělesnou hmotnost s přesností ± 4 kilogramy. Následujícím vzorcem obsahujícím více proměnných je prý možné predikovat hmotnost s přesností dokonce 2,5 kilogramu.

$$h = 2,1p + 10,8x_2 + 1,3x_4 + 2,7x_5 - 75,9$$

Pro výpočet tělesné hmotnosti žen uvádí tyto vzorce.

$$h = 7,5p - 113,1$$

$$h = 16,7x_5 - 74,9$$

⁷⁴STRAUS, Jirí. *Aplikace forenzní biomechaniky*. Praha: Police History, 2001. ISBN 80-864-7700-2.strana 94

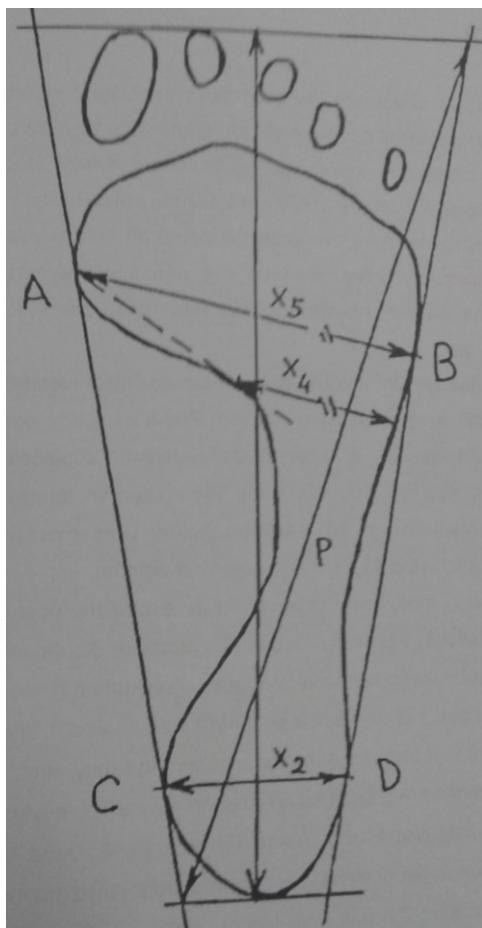
$$h = 3,8p + 8,3x_5 - 94,0$$

$$h = 5,8x_4 + 31,8$$

$$h = 11,5x_2 + 6,7$$

$$h = 5,7x_2 + 2,9x_4 + 19,2$$

$$h = 1,9p + 2,8x_2 + 1,4x_4 + 4,2x_5 - 37,4$$



Parametry pro predikci hmotnosti⁷⁵

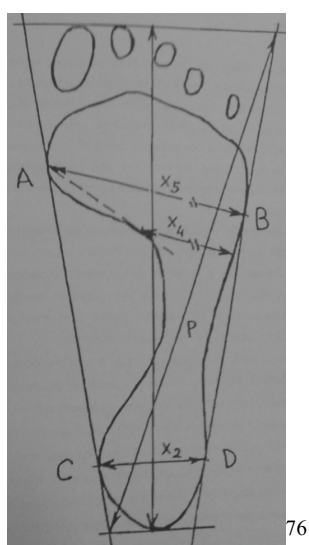
⁷⁵ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2.strana 283

10 Experimentální část

V předcházející kapitole jsem zmínil mnoho postupů pro predikci tělesné výšky. V této kapitole jsem některé postupy pro výpočet tělesné výšky z rozměrů bosé nohy vyzkoušel. Na skupině dobrovolníků jsem provedl měření a zaznamenal délku a šířku nohy a tělesnou výšku. Následně jsem provedl výpočty tělesné výšky podle jednotlivých metod a porovnal je se skutečnou naměřenou výškou dobrovolníků.

10.1 Měření

Měření jsem provedl na skupině 46 dobrovolníků ve věkovém rozpětí od 19 do 27 let. Ve skupině bylo 28 mužů a 18 žen. Měření probíhalo v období od června do září 2018. Délka nohy byla měřena jako vzdálenost mezi nejzazším bodem paty a nejdelším prstem což byl první(palec) a nebo druhý(ukazováček) prst. Šířka nohy byla měřena jako vzdálenost mezi body *metatarsale tibiale* a *metatarsale fibulare*(na následujícím obrázku označena jako x_5). Měření rozměrů nohy bylo prováděno na bosých nohou bez ponožky, ve stoje při rovnoměrném zatížení obou nohou. Tělesná výška byla měřena tak, že bosý dobrovolník se postavil patami ke zdi ve vzpřímeném postoji s hlavou v přirozené poloze. Od nejvyššího bodu hlavy se kolmo ke stěně vyznačil bod. Kolmice mezi vyznačeným bodem a podlahou byla změřena a zaznamenána jako tělesná výška. Ke všem měřením byl použit stejný skládací metr.



⁷⁶ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2.strana 283

10.2 Metoda podle Bertillona

Metoda predikce tělesné výšky podle Louise Alphonse Bertillona spočívá v násobení délky nohy rekonstrukčním koeficientem. Bertillon stanovil osm rekonstrukčních koeficientů závislých na délce nohy.

Délka nohy	Rekonstrukční koeficient
do 219 mm	7,170
220-229 mm	6,840
230-239 mm	6,610
240-249 mm	6,505
250-259 mm	6,407
260-269 mm	6,328
270-279 mm	6,254
280-289 mm	6,120
290 mm a více	6,080

Bertillon sestavil tabulku rekonstrukčních koeficientů pouze na základě délky nohy a jednotlivé rekonstrukční koeficienty odstupňoval podle délky nohy tak, že s rostoucí délkou nohy se rekonstrukční koeficient snižuje.

V následující tabulce jsou v prvních dvou sloupcích uvedeny výsledky měření délky nohy a tělesné výšky mužské části vzorku dobrovolníků. Ve třetím sloupci jsou uvedeny výsledky aplikace Bertillonových rekonstrukčních koeficientů zaokrouhlené na celé centimetry. Ve čtvrtém sloupci je uveden rozdíl mezi změřenou tělesnou výškou dobrovolníků a tělesnou výškou vypočítanou podle Bertillonových rekonstrukčních koeficientů.

Délka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná výška vypočítaná podle Bertillonových rekonstrukčních koeficientů(cm)	Rozdíl(cm)
24	169	156	13
28,7	193	176	17
25,3	176	155	21
24,7	175	161	14
27,8	186	174	12
26,4	185	167	8

27,6	180	173	7
25,2	171	161	10
28,1	187	172	15
25,0	177	160	17
24,9	181	162	19
27,9	186	174	12
26,6	187	168	9
28,2	190	173	17
28,3	190	173	17
26,5	186	168	18
28,0	183	171	12
28,1	183	172	11
27,9	188	174	14
25,9	178	166	12
27,2	185	170	15
25,3	175	162	13
24,3	170	158	12
27,8	187	174	13
27,0	182	169	13
28,0	191	171	20
26,1	179	165	14
26,8	180	170	10

Následující tabulka je se vztahuje na ženskou část vzorku dobrovolníků.

Délka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná výška vypočítaná podle Bertillonových rekonstrukčních koeficientů(cm)	Rozdíl(cm)
22,7	163	155	8
23,4	168	155	13
24,0	167	156	11
25,3	172	162	10

26,0	177	165	12
26,5	184	166	18
25,6	170	164	6
22,8	165	156	9
22,9	166	157	9
24,2	168	157	11
23,5	165	155	10
23,1	170	153	17
25,2	171	161	10
24,3	166	158	8
23,6	167	156	11
23,8	175	157	18
24,5	168	159	9
26,1	180	165	15

Z obou předcházejících tabulek je zřejmé, že tělesná výška vypočítaná podle Bertillonových rekonstrukčních koeficientů, je oproti skutečné změřené tělesné výšce ve všech případech menší. U vzorku mužských dobrovolníků je průměrný rozdíl mezi skutečnou výškou a výškou predikovanou podle Bertillonových rekonstrukčních koeficientů 13,75 centimetrů, minimální rozdíl je 7 centimetrů a maximální rozdíl je 21 centimetrů. U ženského vzorku je průměrný rozdíl 11,39 centimetrů, minimální rozdíl je 6 centimetrů a maximální rozdíl činí 18 centimetrů. Průměrný rozdíl pro skupinu všech účastníků měření je 12,82 centimetrů. Tyto značné rozdíly mohou být způsobeny tím, že tělesná výška se u lidské populace v průběhu let zvyšuje. Na druhou stranu lze předpokládat, že s tělesnou výškou se zvětšuje i délka nohou. Vysvětlením by mohl být předpoklad, že tělesná výška se v průběhu let zvětšila víc než délka nohy a tím se změnil poměr mezi těmito dvěma tělesnými rozměry. Bertillon svá měření prováděl v druhé polovině 19. století ve Francii a měření 46 dobrovolníků prezentovaná v této práci byla prováděna v roce 2018 v České republice. Podle statistik se v Evropě průměrná výška mužů od roku 1870 do roku 1980 zvýšila o jedenáct centimetrů.⁷⁷ Dalším faktorem, který může hrát roli je rozdílná průměrná výška u populace

⁷⁷, ČTK. Evroptští muži vyrostli za sto deset let o jedenáct centimetrů. *Ihned.cz* [online]. Praha: *economia*, 2013 [cit. 2018-10-01]. Dostupné z: <https://zahranicni.ihned.cz/c1-60557590-evropsti-muzi-vyrostli-za-sto-deset-let-o-jedenact-centimetru>

Francie a České republiky. V roce 2001 jedna byla průměrná výška mužské populace ve Francii 174,1 centimetrů, průměrná výška žen ve Francii byla 161,9 centimetrů. V České republice byla v roce 2001 průměrná výška mužů 180,31 centimetrů, průměrná výška žen byla v České republice 167,22 centimetrů.⁷⁸ Z uvedených výsledků je zřejmé že použití Bertillonových rekonstrukčních koeficientů pro současnou kriminalistiku není vhodné, na druhou stranu ve své době mohly být užitečným nástrojem kriminalistů.

10.3 Metoda podle Parvillea

Zhruba ve stejné době jako Bertillon stanovil Henrique de Parville svůj vzorec pro výpočet tělesné výšky z délky nohy.

$$v = 7 * d_n$$

Následující tabulka ukazuje výsledky predikce tělesné výšky mužské části vzorku dobrovolníků podle Parvilleho vzorce.

Délka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná vypočítaná Parvilleho vzorce(cm)	výška podle	Rozdíl(cm)
24	169	168		1
28,7	193	201		-8
25,3	176	177		-1
24,7	175	173		2
27,8	186	195		-9
26,4	185	185		0
27,6	180	193		-13
25,2	171	180		-9
28,1	187	197		-10
25,0	177	175		2
24,9	181	174		7
27,9	186	195		-9

⁷⁸ List of average human height worldwide. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-10-01]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_average_human_height_worldwide

26,6	187	186	1
28,2	190	197	-7
28,3	190	198	-8
26,5	186	186	0
28,0	183	196	-13
28,1	183	197	-14
27,9	188	195	-7
25,9	178	181	-3
27,2	185	190	-5
25,3	175	177	-2
24,3	170	170	0
27,8	187	195	-8
27,0	182	189	-7
28,0	191	196	-5
26,1	179	183	-4
26,8	180	188	-8

Použitím Parvilleho vzorce se podle uvedených výsledků dá tělesná výška predikovat s větší přesností než za použití Bertillonových rekonstrukčních koeficientů. Maximální rozdíl mezi změřenou výškou a výškou vypočítanou podle Parvillea je u mužské části skupiny dobrovolníků 14 centimetrů, ve třech případech byla vypočítaná výška stejná jako skutečná změřená výška. Průměrný rozdíl mezi změřenou výškou a vypočítanou výškou činí 5,82 centimetrů.

Následující tabulka ukazuje výsledky predikce tělesné výšky ženské části vzorku dobrovolníků podle Parvilleho vzorce.

Délka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná vypočítaná výška podle Parvilleho vzorce(cm)	Rozdíl(cm)
22,7	163	159	4
23,4	168	164	4
24,0	167	168	-1
25,3	172	177	-5
26,0	177	182	-5

26,5	184	186	-2
25,6	170	179	-9
22,8	165	160	5
22,9	166	160	6
24,2	168	169	-1
23,5	165	165	0
23,1	170	162	8
25,2	171	176	-5
24,3	166	170	-4
23,6	167	165	2
23,8	175	167	8
24,5	168	172	-4
26,1	180	183	-3

U ženské části skupiny dobrovolníků je maximální rozdíl mezi změřenou výškou a výškou vypočítanou podle Parvilleho vzorce 9 centimetrů, v jednom případě se změřená výška a vypočítaná výška shodují. Průměrný rozdíl činí 4,22 centimetrů. Průměrný rozdíl u všech účastníků měření činí 5,2 centimetrů. Predikce podle Parvilleho vzorce oproti Bertillonově metodě dává výsledky, které jsou přesnější než Bertillonova metoda, ale zajímavější je to, že vypočítaná výška je ve většině případů větší, což je v rozporu s hypotézou, že Bertillonova metoda je nepřesná z důvodu změny průměrné výšky populace v průběhu let, protože Parvilleho metoda je pouze o deset let mladší.

10.4 Metody podle Titlbacha

V Československu v roce 1971 představil Zdeněk Titlbach své rekonstrukční koeficienty pro výpočet tělesné výšky z délky nohy.⁷⁹

Délka nohy	POTŘEBNÉ
240 mm	6,90
245 mm	6,82
250mm	6,74
255 mm	6,67

⁷⁹ TITLBACH, Zdeněk, Svatava TITLBACHOVÁ a Dana ŠTĚCHOVÁ. Zjištění tělesné výšky ze stop obuvi a bosých nohou z místa trestného činu. *Československá kriminalistika*. 1971, 4(3), 237.

260 mm	6,59
265 mm	6,53
270 mm	6,48
275 mm	6,42
280 mm	6,39
285 mm	6,36
290 mm a více	6,34

Následující tabulka ukazuje výsledky predikce tělesné výšky mužské části vzorku dobrovolníků podle Titlbachových rekonstrukčních koeficientů.

Délka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná výška vypočítaná podle Titlbachových rekonstrukčních koeficientů(cm)	Rozdíl(cm)
24	169	166	3
28,7	193	183	10
25,3	176	171	5
24,7	175	168	7
27,8	186	178	8
26,4	185	174	11
27,6	180	177	3
25,2	171	170	1
28,1	187	180	7
25,0	177	169	8
24,9	181	170	11
27,9	186	179	7
26,6	187	174	13
28,2	190	180	10
28,3	190	181	9
26,5	186	173	13
28,0	183	179	4
28,1	183	180	3
27,9	188	179	9
25,9	178	173	5
27,2	185	176	9
25,3	175	171	4

24,3	170	168	2
27,8	187	178	9
27,0	182	175	7
28,0	191	179	12
26,1	179	172	7
26,8	180	175	5

Použitím Titlbachových rekonstrukčních koeficientů byla tělesná výška u mužské části dobrovolníků predikována s průměrnou odchylkou 7,21 centimetrů. Maximální odchylka činí 13 centimetrů a minimální odchylka 1 centimetr. Ve všech případech byla predikovaná tělesná výška menší než skutečná výška.

Následující tabulka ukazuje výsledky predikce tělesné výšky ženské části vzorku dobrovolníků podle Titlbachových rekonstrukčních koeficientů.

Délka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná výška vypočítaná podle Titlbachových rekonstrukčních koeficientů(cm)	Rozdíl(cm)
22,7	163	157	6
23,4	168	161	7
24,0	167	166	1
25,3	172	171	1
26,0	177	171	6
26,5	184	173	11
25,6	170	171	-1
22,8	165	157	8
22,9	166	158	8
24,2	168	167	1
23,5	165	162	3
23,1	170	159	11
25,2	171	170	1

24,3	166	168	-2
23,6	167	163	4
23,8	175	164	11
24,5	168	167	1
26,1	180	172	8

U ženské části vzorku dobrovolníků byla průměrná odchylka predikované výšky 5,05 centimetrů. Maximální odchylka činila 11 centimetrů a minimální odchylka 1 centimetr. Průměrná odchylka u všech měřených dobrovolníků činí 6,37 centimetrů

Dá se předpokládat, že pokud se výpočet tělesné výšky provádí za použití více rozměrů nohy, je možné dosáhnout přesnější predikce. Titlbach uvádí vzorec pro výpočet tělesné výšky z délky a šířky nohy.

$$v = 2,5 d_n + 4,5 š_n + 64 \text{ cm}$$

Tabulka s výsledky predikce tělesné výšky mužské části vzorku dobrovolníků za použití Titlbachova vzorce.

Délka nohy(cm)	Šířka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná výška vypočítaná Titlbachovým vzorcem(cm)	Rozdíl(cm)
24	9,5	169	167	2
28,7	12,0	193	190	3
25,3	10,2	176	173	3
24,7	9,3	175	168	7
27,8	11,3	186	184	2
26,4	10,5	185	177	8
27,6	11,0	180	182	-2
25,2	9,8	171	171	0
28,1	11,4	187	186	1
25,0	10,0	177	172	5
24,9	11,5	181	178	3
27,9	11,9	186	187	-1
26,6	11,1	187	180	7
28,2	11,7	190	187	3

28,3	12,1	190	189	1
26,5	10,4	186	177	9
28,0	10,5	183	181	2
28,1	10,5	183	182	1
27,9	11,0	188	183	5
25,9	10,7	178	177	1
27,2	11,0	185	182	3
25,3	10,5	175	175	0
24,3	9,7	170	168	2
27,8	11	187	183	4
27,0	11,1	182	181	1
28,0	11,6	191	186	5
26,1	10,9	179	178	1
26,8	11,2	180	181	-1

U mužské části vzorku dobrovolníků je za použití Titlbachova vzorce průměrný rozdíl mezi změřenou výškou a vypočítanou výškou 2,96 centimetry. Maximální rozdíl činí 9 centimetrů a ve dvou případech se změřená výška shodovala s vypočítanou výškou.

Tabulka s výsledky predikce tělesné výšky ženské části vzorku dobrovolníků za použití Titlbachova vzorce.

Délka nohy(cm)	Šířka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná výška vypočítaná Titlbachovým vzorcem(cm)	Rozdíl(cm)
22,7	9,1	163	162	1
23,4	9,7	168	166	2
24,0	9,4	167	166	1
25,3	10,0	172	172	0
26,0	9,9	177	174	3
26,5	10,2	184	176	8
25,6	9,7	170	172	-2
22,8	9,2	165	162	3
22,9	9,1	166	162	4

24,2	9,8	168	169	-1
23,5	9,3	165	164	1
23,1	9,1	170	163	7
25,2	9,6	171	170	1
24,3	9,2	166	166	0
23,6	9,5	167	166	2
23,8	10,2	175	169	7
24,5	9,4	168	168	1
26,1	9,0	180	170	10

U ženské části vzorku dobrovolníků je za použití Titlbachova vzorce průměrný rozdíl mezi změřenou výškou a vypočítanou výškou 2,94 centimetrů. Maximální rozdíl činí 10 centimetrů a ve dvou případech se změřená výška shoduje s vypočítanou výškou. Průměrný rozdíl mezi změřenou a vypočítanou tělesnou výškou u celé skupiny 46 dobrovolníků činí 2,96 centimetru.

10.5 Metoda podle Strause

Jiří Straus uvádí pro výpočet tělesné výšky na základě délky a šířky nohy tento vzorec.⁸⁰

$$v = 3,1 d_n + 4 š_n + 53$$

Tabulka s výsledky predikce tělesné výšky mužské části vzorku dobrovolníků za použití Strausova vzorce.

Délka nohy(cm)	Šířka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná výška vypočítaná Strausovým vzorcem(cm)	Rozdíl(cm)
24	9,5	169	165	4
28,7	12,0	193	190	3
25,3	10,2	176	172	4

⁸⁰ STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie*. Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2.strana 272

24,7	9,3	175	167	8
27,8	11,3	186	184	2
26,4	10,5	185	177	8
27,6	11,0	180	182	-2
25,2	9,8	171	170	1
28,1	11,4	187	186	1
25,0	10,0	177	171	6
24,9	11,5	181	176	5
27,9	11,9	186	187	-1
26,6	11,1	187	180	7
28,2	11,7	190	187	3
28,3	12,1	190	189	1
26,5	10,4	186	177	9
28,0	10,5	183	182	1
28,1	10,5	183	182	1
27,9	11,0	188	183	5
25,9	10,7	178	176	2
27,2	11,0	185	181	4
25,3	10,5	175	173	2
24,3	9,7	170	167	3
27,8	11	187	183	4
27,0	11,1	182	181	1
28,0	11,6	191	186	5
26,1	10,9	179	178	1
26,8	11,2	180	181	-1

U mužské části vzorku dobrovolníků je za použití Strausova vzorce průměrný rozdíl mezi změřenou výškou a vypočítanou výškou 3,39 centimetru. Maximální rozdíl činí 9 centimetrů a minimální rozdíl 1 centimetr.

Tabulka s výsledky predikce tělesné výšky ženské části vzorku dobrovolníků za použití Strausova vzorce.

Délka nohy(cm)	Šířka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná výška vypočítaná	Rozdíl(cm)
----------------	----------------	---------------------------	--------------------------	------------

			Strausovým vzorcem(cm)	
22,7	9,1	163	160	3
23,4	9,7	168	164	4
24,0	9,4	167	165	2
25,3	10,0	172	171	1
26,0	9,9	177	173	4
26,5	10,2	184	176	8
25,6	9,7	170	171	-1
22,8	9,2	165	160	5
22,9	9,1	166	160	6
24,2	9,8	168	167	1
23,5	9,3	165	163	2
23,1	9,1	170	161	9
25,2	9,6	171	170	1
24,3	9,2	166	165	1
23,6	9,5	167	164	4
23,8	10,2	175	168	8
24,5	9,4	168	167	2
26,1	9,0	180	170	10

U ženské části vzorku dobrovolníků je za použití Strausova vzorce průměrný rozdíl mezi změřenou výškou a vypočítanou výškou 4 centimetry. Maximální rozdíl činí 10 centimetrů a minimální rozdíl činí 1 centimetr. Průměrný rozdíl mezi změřenou a vypočítanou tělesnou výškou u celé skupiny 46 dobrovolníků činí 3,63 centimetru.

10.6 Metoda podle Uhrové

Vzorce pro výpočet tělesné výšky uvedené ve výzkumu Petry Uhrové, Radoslava Beňuše a Soni Masnicové rozlišují ve vzorcích rozměry pravé a levé nohy.⁸¹

⁸¹ UHROVÁ, Petra, Radoslav BEŇUŠ a Soňa MASNICOVÁ. Stature Estimation from Various Foot Dimensions Among Slovak Population. *Journal of Forensic Sciences*. 2013, **58**(2), 448-451. DOI: 10.1111/1556-4029.12059. ISSN 00221198. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/1556-4029.12059> . strana 450

$$v = 51,771 + 3,676d_{pn} + 1,621d_{ln} + 1,770š_{pn} - 3,029š_{ln}$$

Pro účely této práce byly měřeny rozměry pouze jedné nohy u každého dobrovolníka, proto je do vzorce podle Uhrové a spol. dosazeno pro šířku pravé a levé nohy respektive délku pravé a levé nohy vždy stejné číslo.

Tabulka s výsledky predikce tělesné výšky mužské části vzorku dobrovolníků za použití vzorce podle Uhrové.

Délka nohy(cm)	Šířka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná výška vypočítaná vzorcem podle Uhrové(cm)	Rozdíl(cm)
24	9,5	169	167	2
28,7	12,0	193	189	4
25,3	10,2	176	173	3
24,7	9,3	175	171	4
27,8	11,3	186	185	1
26,4	10,5	185	178	7
27,6	11,0	180	184	-4
25,2	9,8	171	173	-2
28,1	11,4	187	186	1
25,0	10,0	177	172	5
24,9	11,5	181	169	12
27,9	11,9	186	185	1
26,6	11,1	187	179	8
28,2	11,7	190	186	4
28,3	12,1	190	186	4
26,5	10,4	186	179	7
28,0	10,5	183	187	-4
28,1	10,5	183	187	-4
27,9	11,0	188	186	2
25,9	10,7	178	175	3
27,2	11,0	185	182	3
25,3	10,5	175	173	2
24,3	9,7	170	168	2

27,8	11	187	185	2
27,0	11,1	182	181	1
28,0	11,6	191	185	6
26,1	10,9	179	176	3
26,8	11,2	180	180	0

U mužské části vzorku dobrovolníků je za použití vzorce podle Uhrové průměrný rozdíl mezi změřenou výškou a vypočítanou výškou 3,61 centimetru. Maximální rozdíl činí 12 centimetrů a v jednom případě se změřená výška shoduje s vypočítanou výškou.

Tabulka s výsledky predikce tělesné výšky mužské části vzorku dobrovolníků za použití vzorce podle Uhrové.

Délka nohy(cm)	Šířka nohy(cm)	Změřená tělesná výška(cm)	Tělesná výška vypočítaná vzorcem podle Uhrové(cm)	Rozdíl(cm)
22,7	9,1	163	161	2
23,4	9,7	168	164	4
24,0	9,4	167	167	0
25,3	10,0	172	173	-1
26,0	9,9	177	177	0
26,5	10,2	184	179	5
25,6	9,7	170	175	-5
22,8	9,2	165	161	4
22,9	9,1	166	162	4
24,2	9,8	168	168	0
23,5	9,3	165	165	0
23,1	9,1	170	163	7
25,2	9,6	171	173	-2
24,3	9,2	166	169	-3
23,6	9,5	167	165	3
23,8	10,2	175	165	11
24,5	9,4	168	170	-1
26,1	9,0	180	179	1

U ženské části vzorku dobrovolníků je za použití vzorce podle Uhrové průměrný rozdíl mezi změřenou výškou a vypočítanou výškou 2,94 centimetru. Maximální rozdíl činí 11 centimetrů a ve čtyřech případech se změřená výška shoduje s vypočítanou výškou. Průměrný rozdíl mezi změřenou a vypočítanou tělesnou výškou u celé skupiny 46 dobrovolníků činí 3,35 centimetru.

10.7 Vyhodnocení

Z představených metod se jako jasně nejméně přesné ukázaly Bertillonovy rekonstrukční koeficienty. Důvodem nepřesnosti může být zvětšení tělesné výšky populace od devatenáctého století, kdy Bertillon prováděl svá měření, do současnosti. Tuto hypotézu, ale nepotvrzují výsledky použití Parvilleho vzorce ze stejného období jako Bertillonovy rekonstrukční koeficienty. Druhou nejméně přesnou metodou jsou Titlbachovy rekonstrukční koeficienty. Parville narozdíl od Bertillona i Titlbacha stanovil jeden rekonstrukční koeficient pro všechny délky nohou a výsledky při použití jeho metody jsou na uvedeném vzorku všech dobrovolníků přesnější než podle Bertillonových i Titlbachových rekonstrukčních koeficientů.

U všech vzorců, které zahrnují délku i šířku bosé nohy, se ukázalo, že jsou přesnější než metody využívající pouze jeden rozměr bosé nohy. Nejpřesnějších výsledků bylo dosaženo Titlbachovým vzorcem. V tomto případě byla průměrná odchylka u skupiny všech dobrovolníků 2,96 centimetrů. Druhým nejpřesnějším byl vzorec podle Uhrové s průměrnou odchylkou 3,35 centimetru. Třetí nejpřesnější byl Strausův vzorec s průměrnou odchylkou 3,63 centimetru. Rozdíly mezi těmito třemi metodami jsou vzhledem k tomu, že tělesná výška se v průběhu dne a v závislosti na zatížení jedince, může měnit o jeden až dva centimetry⁸² nepodstatné.

Výsledky měření potvrdily, že je možné s relativně vysokou přesností predikovat tělesnou výšku ze stop bosých nohou.

⁸² MATONOHA, Aleš. *Změny výšky člověka během dne*. Brno, 2006. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Doc. MUDr. Jan Novotný, CSc. strana 34

11 Závěr

Jak jsem již zmiňoval v úvodu, cílem této práce je seznámit čtenáře s kriminalistickým oborem trasologie a ukázat jak je možné využít trasologii v kriminalistické praxi. Trasologie oproti ostatním kriminalistickým oborům jako je daktyloskopie či balistika má mnohem širší záběr co se týče typů stop. V případě daktyloskopie jsou předmětem zkoumání otisky prstů, dlaní či nohou nesoucích papilární linie. Naopak v případě trasologie jsou předmětem stopy, pro něž je jednotícím prvkem spíše to, jak vznikly než to kdo nebo co je původcem stopy. Tato rozdílnost má za následek, že trasologie je obor, který musí obsáhnout informace z různých oborů od biomechaniky v případě stop lidských nohou po informace z oblasti automobilového průmyslu u stop pneumatik automobilů. Dalším důsledkem uvedené povahy trasologie je to, že není možné v plném rozsahu obsáhnout všechny prvky tohoto kriminalistického oboru v práci o rozsahu diplomové práce. Z toho důvodu jsem v této práci kromě obligátního historického vývoje trasologie prezentoval základní rozdělení trasologických stop, způsoby zviditelňování a zajišťování trasologických stop a srovnávacího materiálu a metody identifikačního zkoumání. Tyto kapitoly obsahují informace, které se vztahují na všechny skupiny trasologických stop.

V posledních dvou kapitolách jsem se podrobněji zaměřil na trasologické stopy lidských nohou a pěšinky lidské bipedální lokomoce, abych alespoň na těchto typech trasologických stop mohl ukázat, jaké možnosti přináší praktické zkoumání trasologických stop.

Trasologie bezesporu má své limity a není tím nejmodernějším kriminalistickým oborem, který by dokázal na základě jednoho důkazu usvědčit pachatele trestného činu. To ale většinou není možné ani u důkazů z jiných oborů kriminalistiky. K usvědčení a odsouzení pachatele je zapotřebí dostatek důkazů, které ve svém souhrnu nezpochybnitelně prokazují vinu pachatele. Proto si myslím, že trasologie má v kriminalistické praxi své místo jako jeden z článků objasňování trestné činnosti.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

STRAUS, Jiří a Milan PŘÍLEPEK. Využití stop rtů v kriminalistické identifikaci osob. *Československá kriminalistika*. 1990, **23**(3-4), 264-268.

KONRÁD, Zdeněk a Jiří STRAUS. *Kriminalistika: teorie, metodologie a metody kriminalistické techniky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2014. ISBN 978-807-3805-357.

STRAUS, Jiří a František VAVERA. *Dějiny kriminalistiky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-80-7380-370-4.

DLOUHÝ, Michal. *Století četnické kriminalistiky: historie kriminalistiky u četnictva na území České republiky*. Cheb: Svět křídel, 2014. Svět křídel. ISBN 978-80-87567-42-5.

STRAUS, Jiří a František VAVERA. *Slovník kriminalistických pojmů a osobností*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010. ISBN 978-80-7380-258-5.

MATONOHA, Aleš. *Změny výšky člověka během dne*. Brno, 2006. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Doc. MUDr. Jan Novotný, CSc.

TITLBACH, Zdeněk, Svatava TITLBACHOVÁ a Dana ŠTĚCHOVÁ. Zjištění tělesné výšky ze stop obuvi a bosých nohou z místa trestného činu. *Československá kriminalistika*. 1971, **4**(3), 234.

List of average human height worldwide. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-10-01]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_average_human_height_worldwide

, ČTK. Evropští muži vyrostli za sto deset let o jedenáct centimetrů. *Ihned.cz* [online]. Praha: ekonomia, 2013 [cit. 2018-10-01]. Dostupné z: <https://zahranicni.ihned.cz/c1-60557590-evropsti-muzi-vyrostli-za-sto-deset-let-o-jedenact-centimetru>

CAVAGNA, G A a R MARGARIA. Mechanics of walking. *Journal of Applied Physiology*. 1966, **21**(1), 271-278. DOI: 10.1152/jappl.1966.21.1.271. ISSN 8750-7587. Dostupné také z: <http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappl.1966.21.1.271>

UHROVÁ, Petra, Radoslav BEŇUŠ a Soňa MASNICOVÁ. Stature Estimation from Various Foot Dimensions Among Slovak Population. *Journal of Forensic Sciences*. 2013, **58**(2), 448-451. DOI: 10.1111/1556-4029.12059. ISSN 00221198. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/1556-4029.12059>

CASSIDY, Michael J. *Footwear identification*. Ottawa: Public Relations Branch of the Royal Canadian Mounted Police, c1980. ISBN 06-601-0574-8.

STRAUS, Jiří. *Aplikace forenzní biomechaniky*. Praha: Police History, 2001. ISBN 80-864-7700-2.

STRAUS, Jiří. Zkušenosti ze znalecké praxe ve forenzní biomechanice. *Kriminalistika*. 2008, **41**(2), 130-137. ISSN 1210-9150.

Trestní řád: komentář. 4., dopl. a přeprac. vyd. Praha: C.H. Beck, 2002. Komentované zákony (C.H. Beck). ISBN 80-717-9634-4.

PORADA, Viktor. *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016. ISBN 978-807-3805-890.

MUSIL, Jan, Zdeněk KONRÁD a Jaroslav SUCHÁNEK. *Kriminalistika*. 2., přeprac. a dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2004. Beckovy mezioborové učebnice. ISBN 80-717-9878-9.

STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2005. ISBN 80-725-1192-0.

REITEROVÁ, Stanislava a Viktor PORADA. Cheiloskopie a její využití v kriminalistické praxi. *Československá kriminalistika: časopis pro kriminalisticko-bezpečnostní teorii a praxi : časopis pro kriminalistickou teorii a praxi*. Praha: Magnet-Press, 1988, **21**(4), 320-327. ISSN 0862-1969.

Československá kriminalistika: časopis pro kriminalisticko-bezpečnostní teorii a praxi : časopis pro kriminalistickou teorii a praxi. Praha: Magnet-Press, 1992. ISSN 0862-1969.

WIESNER, Sarena, Tsadok TSACH, Charles BELSER a Yaron SHOR. A Comparative Research of Two Lifting Methods: Electrostatic Lifter and Gelatin Lifter*. *Journal of Forensic Sciences.* 2011, **56**, S58-S62. DOI: 10.1111/j.1556-4029.2010.01617.x. ISSN 00221198. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1556-4029.2010.01617.x>

STRAUS, Jiří. *Kriminalistická technika.* 3., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-807-3804-091.

STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická daktyloskopie.* Praha: Vydavatelství PA ČR, 2005. ISBN 80-725-1192-0.

STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická trasologie.* Praha: Katedra kriminalistiky Policejní akademie České republiky, 2004. ISBN 80-725-1160-2.

STRAUS, Jiří a Martin VOMÁČKA. Opatření podešve obuvi v závislosti na čase. *Kriminalistika: časopis pro kriminalistickou teorii a praxi.* Praha: Ministerstvo vnitra ČR, 2008, **41**(4). ISSN 12109150.

DLOUHÝ, Michal. *Případy z pátrací služby.* Praha: Pragoline, 2002. Otisky (Pragoline). ISBN 80-865-4604-7.

Trasologie a její využití v kriminalistice

Abstrakt

Název této diplomové práce je Trasologie a její využití v kriminalistické praxi. Tato práce se zaměřuje na kriminalistický obor trasologie, což je obor kriminalistické techniky zabývající se stopami nohou a jiných částí těla a stopami pneumatik a jiných dopravních prostředků.

Cílem této práce je poskytnout čtenáři základní přehled o tomto oboru kriminalistické techniky a metodách, kterých se v ní používá, zejména využití biomechaniky v trasologii a predikce tělesné výšky ze stop bosých nohou. Práce se člení na jedenáct kapitol. Po úvodu je první kapitolou kapitola o historickém vývoji trasologie, další kapitoly jsou věnovány jednotlivým skupinám trasologických stop. Dále následují kapitoly o zviditelňování a zajišťování trasologických stop a srovnávacího materiálu, což jsou kapitoly, které se svým obsahem částečně překrývají. Další kapitola je o kriminalistickém zkoumání a metodách zkoumání trasologických stop.

Stěžejní část této diplomové práce tvoří kapitoly o využití poznatků biomechaniky při zkoumání trasologických stop a experimentální část, ve které jsou představeny výsledky porovnání různých metod predikce tělesné výšky z rozměrů bosých nohou. Biomechanika se v trasologii využívá například pro predikci tělesné výšky z parametrů stop různých částí těla původce stopy. V experimentální části je porovnáno šest metod pro predikci tělesné výšky z délky a šířky stopy bosé nohy. Přesnost predikce se u jednotlivých metod výrazně liší a zejména u starších metod z devatenáctého století je predikce tělesné výšky spíše orientační. Dále z porovnání metody vychází, že metody, které pro predikci využívají vzorce s více parametry stopy, dosahují výrazně lepších výsledků než metody využívající pouze jeden rozměr stopy bosé nohy. Jednotlivé metody jsem aplikoval na data, která jsem získal vlastním měřením na vzorku dobrovolníků. Vzorek dobrovolníků byl tvořen 28 muži a 18 ženami ve věku 19 až 27 let.

Klíčová slova: trasologie, kriminalistika, stopy

Trasology and its use in crime investigation

Abstract

Title of this thesis is Trasology and its use in crime investigation. This thesis focus on trasology which is discipline of forensic science examining foot traces, traces of other body parts and traces of vehicles.

The objective of this thesis is to provide its reader basic summary about this discipline of forensic science and methods used in this discipline especially application of biomechanics in trasology and height estimation from foot prints dimensions. This thesis is divided into eleven chapters. First chapter after introducing chapter is chapter about history of trasology, following chapters describe individual groups of trasological traces. Following chapters focus on methods of detecting and capturing trasological traces. Chapters number seven and eight are about methods of forensic examination of trasological traces.

Main part of this thesis consist of chapter about application of biomechanics in trasology and experimental chapter presenting results of comparison of methods of height estimation from foot prints dimensions. Biomechanics is used in trasology mainly for estimation of height from traces of various body parts. In the experimental chapter you can find comparison of six methods of height estimation from length and breadth of foot traces. The accuracy of estimation vary in case of each method. Especialy in case of older methods from 19th century the estimation is rather rough. Much more accurate are modern methods using both length and breadth to estimate height. The data used for the experimental part are from group of volunters consisting of 28 men and 18 women in age from 19 to 27.

Keywords: trasology, forensic science, traces