

Forenzní biomechanika - trasologie

Jednou z nejstarších pomůcek pro výpočet tělesné výšky z délky bosé nohy je tabulka koeficientů, které Bertillon publikoval v Revue Scientifique v roce 1889. Zjištěné rekonstrukční vztahy byly v pozdějších letech často dogmaticky přejímány bez korekcí a často i s chybami. Jiný a z našeho pohledu přesnější způsob publikoval H. de Parville v Revue Scientifique v roce 1899, který dospěl k poměrně přesnému vzorci, jehož platnost ověřil na více než 100 osobách různého věku, a dokonce i na dětech

$$vT = 6,98 \cdot dn - 0,1 \quad (1)$$

Feix (1965) v pozdější době tento vztah ještě zjednodušil logickou úvahou, že pro proměnné v centimetrech je absolutní člen v hodnotě 0,1 (cm) zanedbatelný a koeficient 6,98 lze zaokrouhlit na celé číslo, pak jeho vztah je zjednodušen na

$$vT = 7 \cdot dn \quad (2)$$

Dalším, kdo zkoumal pěšinku lokomoce pro identifikační účely byl Hans Gross (1847–1915).

Biomechanický obsah trasologických stop

Tento směr je zatím studován a rozvíjen nejintenzivněji. Trasologické stopy obuvi a stopy lokomoce se vyskytují na místech činu velmi často (jeden z výzkumů udává že v 95,5 % případů) a dekódované informace jsou přímo prakticky využitelné pro kriminalistickou praxi. Studium biomechanického obsahu trasologických stop bipedální lokomoce se zaměřuje na geometrické znaky, poté na znaky kinematické a nakonec na znaky dynamické.

Trasologické stopy bipedální lokomoce jsou velmi častým představitelem stop, které odrážejí funkční a dynamické vlastnosti působícího objektu (osoby) a z nichž je možné dekódovat biomechanický obsah osoby, která stopu vytvořila.

Geometrické znaky biomechanického obsahu trasologických stop se projevují hlavně v prostorovém uspořádání stopy (souboru stop) v délce, šířce a ploše stopy, v hloubce (objemu) plastické stopy, v prostorových vztazích mezi stopami u souboru stop.

Mezi základní charakteristiky geometrických znaků biomechanického obsahu trasologických stop patří: délka a šířka bosé nohy, délka kroku pravé a levé nohy, délka dvojkroku pravého a levého, úhel stopy levé a pravé

Tělesná výška osoby je signifikantní s délkou a šířkou bosé nohy, délkou a šířkou obuvi. Např. je možné vyjádřit závislost délka a šířka bosé nohy (dN, šN) – tělesná výška (vT). Všechny následující vzorce jsou v jednotkách cm.

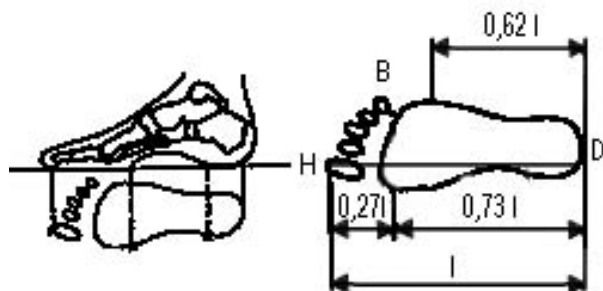
$$vT = 3,1 \cdot dN + 4,0 \cdot šN + 53 \quad (3)$$

Pro závislost délka a šířka obuvi (dO, šO) – tělesná výška (vT) platí vztah:

$$vT = 2,6 \cdot dO + 4,3 \cdot šO + 55 \quad (4)$$

Pro kriminalistiku významný je vztah délka a šířka stopy obuvi (dSO, šSO) – tělesná výška (vT)

$$vT = 2,6 \cdot dSO + 4,3 \cdot šSO + 56$$



Obr. Míry chodidla

Při subjektivně normální chůzi byla experimentálně zjištěna průměrná délka kroku 70 cm a délka dvojkroku 142 cm.

Analytické závislosti se mění okolo těchto statistických průměrů takto:

a) délka kroku (dK) – tělesná výška (vT)

do 70 cm délky kroku platí vztah

$$vT = 0,297 \cdot dK + 153 \quad (5)$$

přes 70 cm délky kroku platí vztah

$$vT = 0,315 \cdot dK + 163 \quad (6)$$

b) délka dvojkroku (dDK) – tělesná výška (vT)

do 142 cm délky dvojkroku platí vztah

$$vT = 0,157 \cdot dDK + 151 \quad (7)$$

přes 142 cm délky dvojkroku platí vztah

$$vT = 0,175 \cdot dDK + 155 \quad (8)$$

Pokud se na místě činu nalezne soubor minimálně 4 souvisle řazených stop, je možné zjistit tělesnou výšku osoby, jež stopy vytvořila několika způsoby. Pokud chceme získat tělesnou výšku co nejpresněji, pak je nejvhodnější využít několika metod na sobě nezávislých. Přesnost výpočtu a predikce tělesné výšky můžeme stanovit na ± 2 cm. Nejvyšší přesnosti je logicky dosaženo při použití maximálního počtu vstupních parametrů.

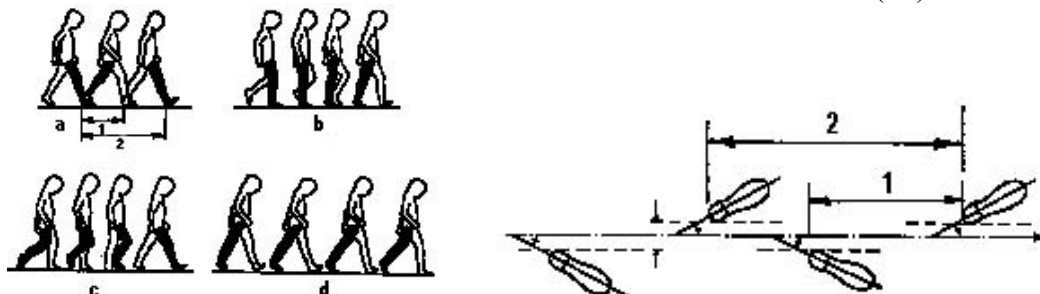
Podle experimentálního prověření se jako optimální jeví následující dva způsoby řešení:

a) Zjištění tělesné výšky (vT) z délky kroku (dK) a dvojkroku (dDK):

$$vT = 0,153 \cdot dK + 0,083 \cdot dDK + 155 \quad (9)$$

b) Zjištění tělesné výšky (vT) z délky kroku (dK), dvojkroku (dDK), délky stopy obuvi (dSO) a šířky stopy obuvi (šSO):

$$vT = 0,076 \cdot dK + 0,041 \cdot dDK + 1,35 \cdot dSO + 2,4 \cdot šSO + 101,25 \quad (10)$$



Obr. Měření kroku a dvojkroku

Uvedené funkční závislosti platí pro subjektivně přirozenou chůzi po rovné podložce bez vnějšího ovlivňování. Pro potřeby širšího využití naznačených závislostí bylo provedeno velké množství experimentů pro chůzi v různém disperzním prostředí, v různých podkladech

a v odlišných topografických podmínkách. Pro všechny druhy experimentů se prokázaly jako signifikantní vztahy délky kroku a délky dvojkroku k tělesné výšce. Lineární regrese v závislosti dvou proměnných při chůzi v různém druhu podkladu jsou uvedeny v následující tabulce, kde jsou uvedeny jednoduché rovnice pro různý druh podkladu:

Druh podkladu	Lineárně regresní vztahy
Oranice	$vT = 0,278 \cdot dK + 0,175 \cdot dDK + 134$
Sníh	$vT = 0,248 \cdot dK + 0,194 \cdot dDK + 126$
Písek	$vT = 0,322 \cdot dK + 0,196 \cdot dDK + 118$
Škvára	$vT = 0,384 \cdot dK + 0,218 \cdot dDK + 109$
Asfalt	$vT = 0,308 \cdot dK + 0,217 \cdot dDK + 119$

Vedle základních geometrických znaků biomechanického obsahu trasologických stop je možné z těchto stop dekodovat s jistou pravděpodobností také kinematické znaky biomechanického obsahu trasologických stop, především rychlost lokomoce. Stanovení rychlosti lokomoce je zatím možné jen pro pohyb na rovné, horizontální a tuhé podložce.

Funkční závislosti využitelné v kriminalistické praxi musí v sobě zahrnout jako vstupní proměnné takové hodnoty, které jsou z pěšinky lokomoce přímo a poměrně přesně měřitelné. Takovými hodnotami jsou rozměry stopy obuvi a délky kroku a dvojkroku:

a) rychlost chůze

$$v = 9,314 \cdot dK - 2,226 \quad (11)$$

$$v = 11,962 \cdot dK - 1,440 \cdot dDK - 1,784 \quad (12)$$

$$v = 11,962 \cdot dK - 26,831 \cdot dDO - 34,613 \cdot šSO + 7,554 \quad (13)$$

a) rychlost běhu

$$v = 5,761 \cdot dK - 5,055 \quad (14)$$

$$v = 11,351 \cdot dK - 3,23 \cdot dDK - 3,905 \quad (15)$$

$$v = 11,351 \cdot dK - 18,88 \cdot dDO - 24,35 \cdot šSO + 6,09 \quad (16)$$

kde v – rychlost lokomoce (m/s), dK – délka kroku (m), dDK – délka dvojkroku (m), dDO – délka stopy obuvi (m), $šSO$ – šířka stopy obuvi (m)