



## METODIKA TVORBY A ZAIŠŤOVANIA CHODNÍČKA BIPEDÁLNEJ ĽUDSKEJ LOKOMÓCIE

### METHODOLOGY FOR THE CREATION AND INVESTIGATION OF A PATHWAY OF BIPEDAL HUMAN LOCOMOTION

DAMIÁNA ŠIMČEKOVÁ, VERONIKA ADAMOVÁ

**ABSTRACT:** *A part of specific methods in criminalistics applied in practice is tracology, used for obtaining and documenting evidence from crime scenes. Tracology deals with various types of evidence, including footprints, tire tracks, and footwear. We must not overlook traces left by lips, teeth, or other parts of the human body. This work describes the creation of a human locomotion pathway on a surface. The pathway is generated by the coloured soles of an individual walking to collect documents. In a real-life scenario, we can envision a situation where a perpetrator steps in the victim's blood and then walks across a carpet, leaving traces in the process. After leaving these traces, a forensic expert can secure and extract necessary information from them. This information may include parameters such as the length of a single step or a pair of steps, which can subsequently be used in mathematical models to estimate the body height of the individual. The presented article focuses on the approach to the field of tracology, which represents a distinct scientific discipline within the realm of criminalistics. Specifically, in this article, our emphasis is on presenting the measurement and data collection process in connection with the resolution of an institutional grant project.*

**KEYWORDS:** *Tracology, Traces, Criminalistic method, Human locomotion trail, Mathematical model of individual criminalistic.*

## ÚVOD

Predložený článok sa zaoberá priblížením problematiky trasológie, ktorá predstavuje samostatný vedný odbor v rámci kriminalistickej techniky (Adamová a kol., 2022). Konkrétne sme sa v tomto článku zamerali na odprezentovanie priebehu merania a zberu dát v súvislosti s riešením inštitucionálneho grantového projektu pod názvom „Skúmanie vplyvu parametrov obuvi a geometrických rozmerov chodníčka bipedálnej lokomócie na presnosť výpočtov telesnej výšky osoby“. Podstata uvedeného projektu spočíva v skúmaní vplyvu parametrov obuvi a geometrických rozmerov chodníčka ľudskej bipedálnej lokomócie na presnosť výpočtov telesnej výšky osoby. Zisťovanie telesných parametrov osoby je veľmi významné, najmä v kontexte predikcie a stanovovania výšky páchatel'a, na základe nich zanechaných stôp na mieste činu. Výskumy zamerané na štúdium závislosti parametrov obuvi a krokov a telesnej výšky siahajú až na koniec 19. storočia. Avšak, praxou bolo zistené, že matematické vzorce rezultujúce z týchto výskumov, nie sú vždy pri ich aplikácii presné, a pre zvýšenie relevantnosti výsledku je potrebné použiť niekoľko rôznych metód výpočtu. Predmetný projekt pozostáva z niekoľkých rovin skúmania:

- na vybranej vzorke respondentov, skúmať odchýlky pri stanovovaní výšky osoby z chodníčka ľudskej lokomócie pomocou aplikácie rôznych dostupných matematických aparátov, s dôrazom na použitý typ obuvi,
- na základe výsledkov posúdiť relevantnosť existujúcich matematických modelov,
- v závislosti od možností, navrhnúť správne postupy výpočtov.

Pri nastolení tohto problému sa vychádza z premisy, že ten istý človek, pri použití rozdielnych typov obuvi, zanechá parametricky odlišné stopy, čím sa zmení aj výpočet telesnej výšky danej osoby. Hlavným cieľom projektu je teda preskúmanie vplyvu parametrov obuvi a geometrických rozmerov chodníčka bipedálnej lokomócie na presnosť výpočtov telesnej výšky. Projekt sa skladá z viacerých čiastkových cieľov:

- Híbková analýza výskumov zameraných na oblasť stanovovania a predikcie telesnej výšky páchatel'ov na základe trasologických stôp zanechaných na mieste činu.
- Vypracovanie zoznamu relevantných matematických aparátov pre účely projektu.

- Navrhnutie metodiky vytvárania chodníčkov ľudskej lokomócie (odtláčanie spodnej časti obuvi na podložku), zisťovania podstatných parametrov respondentov (pohlavie respondenta, telesná výška, informácie o obuvi, parametre obuvi...) a metodiky merania významných parametrov vstupujúcich do vzorcov za premenné.
- Experimentálne vytváranie chodníčkov ľudskej lokomócie a zber dát v súlade s vyššie uvedeným bodom.
- Skúmanie relevantnosti použitých modelov, hĺbkové štatistické vyhodnotenie nameraných dát a návrh efektívneho postupu pri výpočtoch.

V rámci riešenia projektu sa využíva aktívna komunikácia s expertmi z odvetvia trasológia pôsobiacimi na Kriminálnom ústave Policajného zboru Slovenskej republiky (ďalej „KEÚ PZ SR“), ako aj účasť na informačno-metodickom zamestnaní kriminalistických technikov, pre účely lepšieho pochopenia problému a kontaktu s reálnymi problémami kriminalistickej techniky.

## 1. TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

Trasológia je jedna zo samostatných vedných disciplín v rámci kriminalistickej techniky, ktorej cieľom je aplikáciou vhodných metód a postupov identifikovať objekty (osoby, zvieratá i veci) na základe trasologických stôp. Jednými z najfrekvencovanejších trasologických stôp na miestach činu sú hlavne stopy obuvi. Skúmanie stôp obuvi napomáha pri objasňovaní trestného činu alebo inej udalosti a na základe tohto, je možná, nie len skupinová, ale predovšetkým individuálna identifikácia osoby, ktorá stopu zanechala.

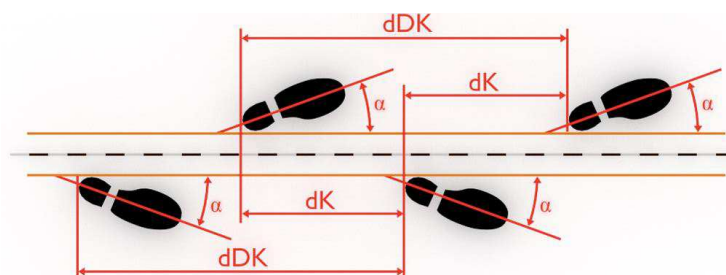
Pri definovaní odvetvia trasológia je možné sa opierať o niekoľkých autorov Porada 2012, Kozár 2020, Rak 2008, Porada a kol. 2019 a ďalší. Podľa (Hronek 2021) je možné trasológiu definovať nasledovne: „Trasológia sa zaoberá vznikom, vyhľadávaním, zisťovaním a skúmaním stôp nôh, obuvi, dopravných prostriedkov a stôp ďalších objektov ako sú časti ľudskeho tela, odevov, predmetov, zvierat a podobne, s cieľom identifikácie týchto objektov alebo zistenia skupinovej príslušnosti a objasnenia všetkých okolností spojených so vznikom trasologickej stopy. Trasológia v rámci svojho predmetu využíva zákonitosti vzniku, trvania a zániku stôp, ako aj zákonitosti procesu ich poznávania získavania významných informácií. Vychádza zo základov teórie odrazu a kriminalistickej identifikácie a pritom využíva poznatky iných vedných disciplín, ako sú antropológia, fyzika, mechanika, ktoré v súvislosti s objasňovaním aplikuje na objekty skúmania. Z toho dôvodu nie je možné v krátkosti opísať jeden druh postupu zisťovania trasologickej stopy.“

Trasologická stopa je stopa materiálneho charakteru, ktorá poskytuje predovšetkým informácie o vonkajšej stavbe objektu, ktorý ju vytvoril. Na miestach činu sa môže takáto stopa vyskytovať v forme 2D – odtlačok alebo 3D – vtlačok, ktorá vznikla ako odraz priestorovo ohraničeného objektu na inom objekte, resp. podklade rôznych vlastností, napr. papier, linoleum, parkety, drevo a pod. Delenie trasologických stôp z rôznych hľadísk je uvedené v nasledujúcej tabuľke 1.

Vzhľadom na zameranie riešeného projektu bude bližšie popísaný chodník ľudskej bipedálnej lokomócie. Rak (2008) definuje stopy lokomócie ako pohybový – kráčajúci prejav človeka, ktorý sa odráža v materiálnom prostredí. Preto sa najčastejšie takéto stopy nachádzajú v teréne. Ľudská chôdza predstavuje dynamický akt, kde nohy človeka plnia opornú funkciu. Tento akt môže vzniknúť u obutých alebo bosých nôh, pričom základom je bipedálna charakteristika – čo je individuálny dvojnohý parameter. Každá chôdza má nasledujúce charakteristiky: vzdialenosť stôp pravej a ľavej nohy, šírka chôdze, dĺžka kroku, poloha chodidiel k osi chôdze a podobne. Vyhodnotenie týchto parametrov závisí od predbežného posúdenia vzájomných súvislostí medzi parametrami a ich identifikačnou hodnotou. Očakáva sa rozličnosť v dôsledku mechanizmu vytvorenia pohyblivej stopy aj v dôsledku súhrnu stôp, ktoré sa nazývajú pešinka. Môže to spôsobiť napríklad materiál podkladu alebo hmotnosť bremena ukradnutých objektov. Chodník ľudskej lokomócie slúži na skupinovú, ale aj individuálnu identifikáciu, a to osôb a obuvi. Na vytvorenie chodníčka ľudskej lokomócie sú potrebné najmenej štyri po sebe nasledujúce stopy, z ktorých sa následne dajú získať a zmerať potrebné charakteristiky a parametre. Ukážka chodníčka ľudskej lokomócie je znázornená na nasledujúcom obrázku 1.

Tabuľka 1 Delenie trasologických stôp z hľadiska druhu a priestorovej orientácie a dynamiky (Svítková a kol., 2020)

Trasologické stopy					
Delenie podľa druhu			Delenie podľa a priestorovej orientácie a dynamiky		
Stopy neživých objektov	Stopy ľudského tela	Stopy zvierat	Stopy statické		Stopy dynamické
			Odtlačky 2D (viditeľné/latentné)	Vtlačky 3D (viditeľné)	
Stopy obuvi, behúňov, pneumatiky, odevných zvrškov a iné	Stopy uší, pier, chrupu, chodidiel, stopy ľudskej lokomócie	Stopy podkovy, laby, zubov...	Stopy na tvrdom podklade, navrstvene, odvrstvené, prašné, farebné, krvné...	V mäkkom podklade, v zemine, snehu, piesku...	Stopy zošmyknuté, zošinuté



Obrázok 1 Chodník ľudskej lokomócie (Svítková a kol. 2020)

Dĺžka kroku sa v kriminalistickej praxi zvyčajne označuje ako  $dK$  ( $dk$ ) (Obr. 1). Tento parameter znázorňuje vzdialenosť rovnakých bodov od prvej po druhú nasledujúcu stopu. Tento údaj sa meria pomocou stredového pásma – na obrázku označený oranžovou priamkou. Na Obr. 1 je to označené, napríklad od začiatku päty prvej stopy (napríklad pravá stopa nohy) po začiatok päty nasledujúcej stopy (ľavá stopa nohy). Ďalší dôležitý parameter je dĺžka dvojkroku, na Obr. 1 parameter označený ako  $Ddk$  ( $ddk$ ). Tento parameter udáva vzdialenosť rovnakej nohy, opäť sa meria údaj z rovnakej časti stopy. Na Obr. 1 je označený ako vzdialenosť od päty pravej nohy alebo ľavej po päť ďalšej pravej alebo ľavej nohy – stopa po rovnakom chodidle. Posledným parametrom je uhol stopy, pod ktorým pozorovaný subjekt kráča. Tento údaj, na obrázku označený ako  $\alpha$ , označuje uhol konkrétnej stopy od osi chôdze, resp. od oranžovej priamky. Je to zatočenie chodidla pod určitým stupňom.

„Všetky uvedené parametre sú charakteristické pre každého človeka, ale u každého rozdielne. Osobitý pohybový prejav človeka má za následok, že zanechaná stopa dostáva náhodnú, jedinečnú podobu. Rozdielnosť závisí od mnohých faktorov ako je vek, pohlavie, výška, váha a iné. V ľudskej chôdzi sa prejavuje, či osoba niesla bremeno, nosila ortopedickú pomôcku. Všetky tieto faktory vplývajú a odrážajú sa ako biomechanické znaky v chôdzi.“ (Štefková 2016).

V kriminalistike existujú matematické modely, pomocou ktorých sa dá zo skúmania stôp obuvi, respektíve chodníčka ľudskej lokomócie určiť kriminalistická charakteristika (môže ňou byť telesná výška, rýchlosť chôdze páchatel'a alebo aj smer, ktorým sa vydal). Chodníček ľudskej lokomócie obsahuje informácie o biomechanickom obsahu stôp obuvi, prípadne aj stôp bosých nôh. Na chôdzi každého jedinca však vplýva viacero faktorov, a preto je každá chôdza odlišná s rôznymi biomechanickými znakmi. Samotné znaky môžu vykazovať charakter geometrických, kinematických alebo dynamických znakov.

V predmetnom projekte bude pozornosť zameraná najmä na geometrické znaky, ktoré vypovedajú o priestorovom usporiadaní a určujú vzťahy medzi stopami. Geometrické znaky tiež objasňujú vzťahy medzi krokom a telesnou výškou osoby. Základnými charakteristikami geometrických znakov biomechanického obsahu trasologických stôp sú dĺžka a šírka stôp, dĺžka kroku pravej a ľavej nohy, dĺžka dvojkroku a uhol stôp, ktorý je zvieraný vnútornou čiarou stopy s osou pohybu. Z informácií obsiahnutých v geometrických znakoch je možné pomocou stanovených lineárnych rovníc a matematických modelov približne určiť telesnú výšku osoby.

Pri výpočtoch je však potrebné zohľadniť niekoľko faktorov, ako napríklad členitosť povrchu a jeho pevnosť, rýchlosť pohybu páchatel'a (či ide o chôdzu alebo beh), nosenie bremena a iné aspekty. Pre získanie presných výsledkov v oblasti výpočtov a zistení geometrických znakov ľudskej chôdze je možné aplikovať rôzne prístupy. V súčasnosti najviac využívané metódy trasológie na Slovensku vychádzajú z práce pána profesora Strausa, ktorý popisuje nielen matematické vzorce určené na skupinovú identifikáciu, ale aj stochastickú identifikáciu, ktorá stanovuje stupeň pravdepodobnosti totožnosti objektu. To posúva trasológiu bližšie k individuálnemu stotožneniu porovnávaného a porovnávaného objektu. Príklady matematických modelov na predikciu telesnej výšky osoby prostredníctvom parametrov z chodníčka ľudskej lokomócie sú uvedené v tabuľke 2 a tabuľke 3.

Tabuľka 2 Matematické modely na predikciu telesnej výšky osoby prostredníctvom parametrov z chodníčka ľudskej lokomócie (Šimčeková 2022)

Výpočet telesnej výšky podľa	Matematický model na predikciu výšky človeka (cm)
-	$vt = 2,6 * dso + 4,3 * šso + 56$
-	$vt = 3,1 * dso + 4,0 * šso + 45$
Na základe dĺžky kroku (do 70 cm)	$vt = 0,297 * dk + 153$
Na základe dĺžky kroku (nad 70 cm)	$vt = 0,315 * dk + 163$
Na základe dĺžky dvojkroku (do 142 cm)	$vt = 0,157 * ddk + 151$
Na základe dĺžky dvojkroku (nad 142 cm)	$vt = 0,175 * ddk + 155$
Na základe dĺžky kroku a dvojkroku	$vt = 0,153 * dk + 0,083 * ddk + 155,5$
<b>Straus</b>	$vt = 0,076 * dk + 0,041 * ddk + 1,35 * dso + 2,4 * šso + 101,25$
<b>Strnadová</b>	$vt = 118,996 + 0,740652 * dko$

Tabuľka 3 Lineárne regresie pre chôdzu na rovnom podklade (Porada a kol. 2019)

Druh podkladu	Vzťahy
Ornica	$vt = 0,278 dk + 0,175 ddk + 134$
Sneh	$vt = 0,248 dk + 0,194 ddk + 126$
Piesok	$vt = 0,322 dk + 0,196 ddk + 118$
Škvara	$vt = 0,384 dk + 0,218 ddk + 109$
Asfalt	$vt = 0,308 dk + 0,217 ddk + 119$

Legenda:

- vt – telesná výška osoby,
- dso – dĺžka stopy obuvi (dĺžka podrážky obuvi - vytvorená odtlačením alebo vtlačením),
- šso – šírka stopy obuvi (šírka podrážky obuvi - vytvorená odtlačením alebo vtlačením),
- dk – dĺžka kroku,
- ddk – dĺžka dvojkroku.

Chodníček ľudskej bipedálnej lokomócie je nositeľom všetkých parametrov v matematických modeloch pre predikciu výšky osoby.

## 2. METODIKA TVORBY CHODNÍČKA ĽUDSKEJ LOKOMÓCIE

V nasledujúcej kapitole bude detailne popísaný metodický postup vytvárania chodníčka ľudskej lokomócie. Chodníčky ľudskej lokomócie boli vytvorené podľa odporúčaní získaných po konzultáciách s kriminalistickým expertom z odvetvia trasológie z kriminalistického a expertízneho ústavu policajného zboru slovenskej republiky (ďalej len „KEÚ PZ SR“). Na vytvorenie chodníčka ľudskej bipedálnej lokomócie sme použili nasledujúce pomôcky:

- pečiatková farba, značka Donau, červená farba – pre potreby zafarbenia podrážok obuvi respondentov,
- koberec a orezávač – pre potreby nanosenia farby a odtlačenia farby na spodnú časť topánok respondentov,
- 2 plastové nádoby – nádoby, v ktorých boli umiestnené rozmerovo vhodné kusy koberca,
- rolka papiera, tzv. plotrové role 620mm/50m/50mm, 80g – ide o tzv. podklad, povrch, na ktorý bol vytváraný chodníček ľudskej lokomócie.

Postup tvorby chodníčka ľudskej lokomócie prebiehal v nasledujúcom poradí. Pripravili sme potrebné pomôcky, nevyhnutné pre vytváranie chodníčka ľudskej lokomócie - rozvinutie rolky papiera na tvrdom a rovinnom povrchu, nastrihanie koberca do rozmeru plastovej nádoby, do ktorej sme ho následne vložili a na koberec sme naliali červenú pečiatkovú farbu. Výsledok tejto prípravy je zobrazený na obrázku 2.



Obrázok 2 Pripravené pomôcky na vytvorenie chodníčka ľudskej lokomócie

Po príprave pomôcok sme respondentovi, ktorý vytváral chodníček, poskytli pokyny týkajúce sa procesu a zdôraznili sme dôležitosť plynulosti a prirodzenosti chôdze. Respondent vkročil do plastových nádob, kde bola koberecová podložka namočená v červenej farbe. Zafarbil si podrážku svojej obuvi a potom krokmi prirodzenej chôdze vytvoril aspoň 6 krokov. Na konci rozvinutej role papiera mal k dispozícii stoličku na prezutie topánok. Tento proces tvorby stôp bol fotograficky zdokumentovaný a je zobrazený na obrázku 3. Na ľavej strane obrázku 3 je možné vidieť ako respondent vytvára trasologické stopy, kráčajúc po rozloženej rolke papiera. Na pravej strane obrázku 3 je už zachytený vytvorený chodníček ľudskej lokomócie, ktorý vytvoril konkrétny respondent. Respondent vytváral chodníček ľudskej bipedálnej lokomócie vo dvoch typoch obuvi - v letnej a zimnej vychádzkovej obuvi. Získané parametre uvedené v kapitole 1 budú následne porovnávané a bude sa skúmať, či existujú významné odchýlky pri

rovnakom respondentovi používajúcom rôzne typy obuvi. Vstupné dáta budú získané v časti zabezpečenia chodníčka ľudskej lokomócie v kapitole 3.



Obrázok 3 demonštrácia tvorby chodníčka bipedálnej lokomócie vybraným respondentom

### 3. METODIKA ZAIŠŤOVANIA PARAMETROV CHODNÍČKA ĽUDSKEJ LOKOMÓCIE

V rámci tejto časti bude popísaný zber dát relevantný pre účel a riešenie samotného projektu. Na zisťovanie parametrov chodníčka ľudskej bipedálnej lokomócie (uvedené v kapitole 1) budú využité nasledujúce pomôcky:

- pravítko 50 cm, transparentné,
- pásmo 10m, oceľová páska – kalibrované (tabuľka 4),
- písacie pomôcky,
- uhlomer.

Tabuľka 4 Oceľová páska – technická špecifikácia (Kinex, 2023)

	<b>Výrobca:</b> Kinex
	<b>Norma:</b> ČSN 25 1150
	<b>Dĺžka pásky:</b> 10 m
	<b>Šírka pásky:</b> 13 mm
	<b>Trieda presnosti:</b> 2
	<b>Chyba pri meraní:</b> $\pm 2,3$ mm

Meranie stôp z chodníčka ľudskej lokomócie prebiehalo nasledovne. Najprv boli vytvorené osi na každej stope pomocou 50-centimetrového pravítka značky Kinex, ktoré označovali začiatok jedného pevného bodu, čo mohlo byť napríklad začiatok špičky obuvi alebo koniec päty. Ak stopa nemala jasný začiatok a koniec, bol vybraný špecifický znak z podrážky, ktorý bol jasne identifikovateľný na každej stope. Meranie prebiehalo na štyroch za sebou idúcich stopách, konkrétne od 3. do 6. kroku. Následne bolo položené pásmo do stredu stôp, z ktorého sa odmeriavali dĺžky kroku a dvojkroku pomocou



vyznačených osí. Zmerané boli aj dĺžky kroku, pričom vzdialenosti od osi boli merané od päty k stredovej osi. Uhol bol meraný pomocou uhlomera. Uhol bol zmeraný od kolmice k pravdepodobnému strediu topánky, ktorý bol označený pravítkom. Vzdialenosť od osi bola vždy odmeriavaná od päty, ktorá bola najbližšia k stredovému pásmu. Tento uhol zobrazuje zatočenie chodidla počas chôdze do strany, čo pomáha pri ďalšej podrobnej identifikácii. Všetky tieto parametre, vrátane dĺžky a šírky podrážky, boli zaznamenané, ak stopa na podrážke bola celá - od päty po špičku. Meranie dĺžky stopy obuvi prebiehalo od päty po špičku v oblasti palca, zatiaľ čo šírka obuvi sa merala v oblasti pod prstami tzv. "fasciculi transversa".

Pre účely výpočtu a komparácie telesnej výšky respondentov podľa vybraných matematických aparátov, bola taktiež meraná telesná výška respondenta, taktiež bola zadokumentovaná dĺžka a šírka podrážky obuvi. Na tieto úkony sme využili nasledujúce pomôcky:

- stadiometer SECA 213 – prenosný výškový meter, typický svojou ľahkou montážou a stabilitou,
- digitálne posuvné meradlo – kalibrované (tabuľka 6.)

Tabuľka 6 Digitálne posuvné meradlo (horný obrázok) a stadiometer (dolný obrázok) – technická špecifikácia (Kinex, 2023, Mixxer Medical, 2023)

	<b>Výrobca:</b> Kinex
	<b>Norma:</b> ČSN 25 1150
	<b>Dĺžka:</b> 400 mm
	<b>Dĺžka ramien:</b> 150 mm
	<b>Rozlíšenie:</b> 0,01 mm
	<b>Chyba pri meraní:</b> $\pm 0,02$ mm
	<b>Rozsah merania:</b> 20-205 cm
	<b>Presnosť:</b> 1 mm
	<b>Rozmery:</b> 337 x 2130 x 590 mm
	<b>Hmotnosť:</b> 2,4 kg
	<b>Zarážky pre päty pre presné meranie</b>

Digitálne posuvné meradlo, inak nazývané šublera, bude používané na meranie šírky a dĺžky podrážok topánok používaných na vytvorenie chodníčkov ľudskej lokomócie. Šublera je digitálna a ponúka nastavenie hodnôt v dvoch jednotkách – milimetre alebo inch. Pre naše potreby budeme používať milimetre, ktoré do matematických modelov použijeme v premenených jednotkách na centimetre s presnosťou zaokrúhlenia na dve desatinné miesta. Toto meradlo môžete vidieť v tabuľke 6.

Respondent bol prvotne požiadaný o odmeranie jeho telesnej výšky, ktorého proces bol vykonávaný nasledovne. Po vyzutí obuvi si respondent stal na podložku meradla, kde bol k meracej tyči otočený chrbtom. Prostredníctvom meradla bola odmeraná jeho telesná výška, ktorá bude v konečnom procese porovnávaná s nami vypočítanými hodnotami z chodníčkov ľudskej lokomócie. Po tomto úkone si respondent obul obuv, kde mu prostredníctvom digitálneho posuvného meradla, ktoré bolo pre potreby daného projektu kalibrované, boli odmerané parametre podrážky. Pre potreby dosadzovania týchto parametrov do matematických modelov boli získavané parametre ako dĺžka podrážky, tak aj šírka podrážky. Tieto parametre boli následne dosadzované do matematických modelov ako hodnoty dso – dĺžka stopy obuvi (nameraná od špičky až po pätu) a šso – šírka stopy obuvi (nameranie najširšej časti podrážky – horná časť podrážky pod špičkou).

Po odmeraní potrebných parametrov z chodníčka ľudskej lokomócie budú tieto údaje doplnené do matematických modelov na predikciu telesnej výšky osoby. Dĺžka kroku a dĺžka dvojkroku je dosadená následne potom, ako sa vypočíta ich aritmetický priemer. Z chodníčka ľudskej lokomócie pri meraní minimálne 4 po sebe idúcich stôp sa získajú tri hodnoty dĺžky kroku a dve hodnoty dĺžky dvojkroku. Pre dosadenie hodnoty dĺžky kroku do matematického modelu sa spočítajú všetky tri hodnoty a výsledok súčtu sa vydolí ich počtom. Jednoduchšie povedané výsledok súčtu delíme tromi. Pri vypočítaní hodnoty dĺžky dvojkroku je postup podobný. Sčítame získané 2 hodnoty dĺžky dvojkroku z chodníčka ľudskej lokomócie, ktorých výsledok následne delíme ich počtom, teda 2. Po vypočítaní aritmetického priemeru môžeme dosadzovať výsledky do matematických modelov. Po dosadení nám vyjde výsledok pravdepodobnej telesnej výšky respondenta. Uvedený postup bude použitý pri pracovaní s už existujúcimi matematickými aparátmi. Naším ďalším cieľom je okrem skúmania relevantnosti použitých existujúcich modelov, aj hĺbkové štatistické vyhodnotenie nameraných dát a návrh opatrení a efektívneho postupu pri výpočtoch predikcie telesnej výšky páchatel'a trestnej činnosti.

## ZÁVER

Predložený článok sa zameriava na čiastočné riešenie v rámci inštitucionálneho grantového projektu. Cieľom tohto projektu je hodnotiť využiteľnosť kriminalistických informácií z experimentálne vytvorených trasologických stôp v praxi. Vybranou trasologickou stopou je chodník ľudskej lokomócie. Konkrétnym výstupom projektu bude hĺbková štatistická analýza údajov z chôdze osôb, ktoré priamo ovplyvňujú stanovenie telesnej výšky potenciálneho páchatel'a. Tento aspekt je kľúčový v procese kriminalistického vyšetrovania a objasňovania relevantných udalostí, ako sú trestné činy, priestupky a iné spoločensky nežiaduce udalosti. Výstupom projektu bude aj návrh správnych postupov pri kvantitatívnom zisťovaní parametrov páchatel'a a pri určovaní odchýlok vo výpočtoch a eliminácii chýb, napríklad v závislosti od typu topánky, ktorou bola stopa vytvorená a zanechaná. Parciálne aj celkové výstupy budú konzultované s kriminalistickými technikmi a expertmi. Vedecký prínos tohto projektu spočíva v aplikácii konkrétnych postupov a matematických metód na dostatočne veľkú štatistickú vzorku respondentov. Týmto spôsobom je možné posúdiť vhodnosť jednotlivých metód, najmä z hľadiska presnosti výsledkov, ako je stanovenie výšky páchatel'a. Ďalej je vedeckým prínosom získanie nových poznatkov, ktoré možno aplikovať v rámci pedagogického procesu na predmetoch Základy kriminalistiky a Kriminalistická technika a taktika. Samotný projekt vychádza z požiadaviek praxe trasológov. Výstupy projektu, ako je zistenie presnosti metód, skúmanie odchýlok medzi zistenou a skutočnou výškou a vplyvu typu topánky na charakter informácií biomechanického obsahu, budú prakticky využiteľné pri práci znalcov a expertov z oblasti Kriminalistickej trasológie.

## POĎAKOVANIE

*Tento článok bol vyprodukovaný za podpory nasledujúcich projektov: IGP 00783/2023: Skúmanie vplyvu parametrov obuvi a geometrických rozmerov chodníčka bipedálnej lokomócie na presnosť výpočtov telesnej výšky osoby a IGP 18784: Zariadenie na vytváranie referenčnej trasologickej stopy pre potreby verifikácie presnosti 3D dokumentácie trasologických stôp.*

## LITERATÚRA

- Adamová, V., a kol. (2022). Dokumentácia trojrozmerných trasologických stôp pomocou aplikácie fotogrametrie blízkeho dosahu. *Krízový manažment*, 1/2022, 5-15. DOI 10.26552/krm.C.2022.1.
- Hronek, J. (2021). Otázky k bakalárskej práci. Retrieved October 26, 2021, emailová komunikácia.
- Kinex. (2023). Digitálne posuvné meradlo s jemným stavením KINEX 400 mm, 150 mm, 0,01 mm, DIN 862. Retrieved October 27, 2023, from <https://shop.kinexmeasuring.com/sk/digitalne-posuvne-meradlo-s-jemnym-stavenim-kinex-400-mm-150-mm-0-01-mm-din-862-p9200434c24c170/?filter=34>
- Kinex. (2023). Pásmo KINEX 10m – oceľová páska, vhodné pre kalibrácie, tr. presnosti 2. Retrieved October 27, 2023, from <https://shop.kinexmeasuring.com/sk/pasmo-kinex-10m-ocelova-paska-vhodne-pre-kalibracie-tr-presnosti-2-p9000073c26c256/>
- Kozár, M. (2020). Základy kriminalistiky pre školy a prax. Ružomberok: Epos.
- Mixxer Medical. (2023). Stadiometer SECA 213. Retrieved October 27, 2023, from <https://www.mixxer.sk/falcon/eshop/66-1-osobne-vahy/0/5/7738-Stadiometer-SECA-213>
- Porada, V. a kol. (2019). Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty. Plzeň: vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o.



- Rak, R., Vašek, M., & Zdeněk, Ř. (2008). Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích. Praha: Grada publishing.
- Štefková, A. (2016). Posúdenie využiteľnosti trasologických stôp vytvorených na pevnom povrchu pre kriminalistickú identifikáciu. Diplomová práca. Žilina: FBI ŽU.
- Straus, J., & Porada, V. (2017). Teorie forenzní biomechaniky. 1. vydání. Praha: VŠFS.
- Straus, J., a kol. (2009). Teorie a metodologie kriminalistiky. Plzeň: Aleš Čeněk, s.r.o.
- Starus, J. a kol. (2012). Kriminalistická technika. Plzeň: Aleš Čeněk, s.r.o.
- Straus, J., & Porada, V. (2017). Teorie forenzní biomechaniky. Praha: VŠFS.
- Svítková a kol. (2020). Trasologia – Stopy na mieste činu. Kriminalistický a expertízny ústav Policajného zboru.
- Šimčeková, D. (2022). Kriminalistická trasológia – objekty skúmania trasologických stôp. Bakalárska práca. Žilina: FBI ŽU.

---

**Damiána Šimčeková, Bc.**

*Kontaktné údaje: Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Katedra bezpečnostného manažmentu  
e-mail: simcekova1@stud.uniza.sk*

**Veronika Adamová, Ing., PhD.**

*Kontaktné údaje: Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Katedra bezpečnostného manažmentu  
e-mail: veronika.adamová@uniza.sk*

---