

Vysoká škola finanční a správní, a.s.

Jiří Straus, Jiří Jonák

**BIOMECHANICKÁ ANALÝZA
VIDEOZÁZNAMU – TEORIE
A PRAXE**

Praha 2018

Vzor citace:

STRAUS, Jiří a Jiří JONÁK. *Biomechanická analýza videozáznamu – teorie a praxe*. 1. vydání. Praha: VŠFS, 2018, 102 s. Edice SCIENCEpress. ISBN 978-80-7408-169-9.

Biomechanická analýza videozáznamu – teorie a praxe

prof. PhDr. Jiří Straus, DrSc.

doc. Ing. Jiří Jonák, Ph.D.

Kniha je výstupem z řešení interního výzkumného projektu č. 7429/2017/07 „Nové možnosti zkoumání kriminalistických stop s biomechanickým obsahem a interpretace závěrů znaleckých zkoumání“ podpořeného z prostředků institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace.

Recenzenti:

prof. Ing. Roman Rak, Ph.D.

prof. Ing. Antonín Tallo, CSc.

Vydala Vysoká škola finanční a správní, a.s., v edici SCIENCEpress

Estonská 500, 101 00 Praha 10

Tel.: +420 210 088 847, fax: +420 271 740 871

www.vsfs.cz

jako svou 270. publikaci

Vydání odborné publikace bylo schváleno vědeckou redakcí nakladatelství VŠFS, a.s.

Editor nakladatelství doc. Ing. Milan Kašík, CSc.

Vydavatelský redaktor Mgr. Petr Mach

Počet stran 102

První vydání, Praha 2018

Tisk Česká digitální tiskárna s.r.o., Hviezdoslavova 614/16, 400 03 Ústí nad Labem

Tato publikace neprošla redakční úpravou. Nakladatelství Vysoké školy finanční a správní neručí za obsahovou ani technickou kvalitu publikace. Za autorské dílo zodpovídají autoři.

© Vysoká škola finanční a správní, a.s., 2018

ISBN 978-80-7408-169-9

Obsah

ÚVOD	4
1. PŘÍSTUPY K ŘEŠENÍ	5
2. KRIMINALISTICKÉ STOPY ODRÁŽEJÍCÍ POHYBOVÉ NÁVYKY LIDSKÉ LOKOMOCE	17
3. ANALÝZA PRAKTICKÝCH PŘÍKLADŮ	28
PŘÍPAD Č. 1 - LOUPEŽNÉ PŘEPADENÍ V BANCE	34
PŘÍPAD Č. 2 - URČENÍ VÝŠKY POSTAVY ZE ZÁBĚRŮ BEZPEČNOSTNÍ KAMERY A PRIVÁTNÍCH FOTOGRAFIÍ	43
PŘÍPAD Č. 3 - VYUŽITÍ DYNAMICKÉHO ZÁZNAMU Z KAMEROVÉHO SYSTÉMU PŘI IDENTIFIKACI OSOB – LOUPEŽNÉ PŘEPADENÍ V KASINU ...	48
PŘÍPAD Č. 4 - ZTOTOŽNĚNÍ POSTAVY ZE ZÁBĚRŮ BEZPEČNOSTNÍCH KAMER – LOUPEŽNÉ PŘEPADENÍ PENĚŽNÍHO ÚSTAVU	57
PŘÍPAD Č. 5 - ZVLÁŠTNÍ PŘÍPAD IDENTIFIKACE OSOBY – KRÁDEŽ BANKOMATU	72
PŘÍPAD Č. 6 - IDENTIFIKACE OSOBY – VLOUPÁNÍ DO BUDOVY GENERÁLNÍHO ŠTÁBU	81
PŘÍPAD Č. 7 - IDENTIFIKACE ZÁJMOVÉ OSOBY A OSOBY Z REKONSTRUKCE	89
4. ZÁVĚR	97
LITERATURA	98
SUMMARY	101

Úvod

V současné době je identifikace osoby podle pohybu těla při chůzi velmi perspektivní. Dosud neexistuje komerčně dostupný produkt a v současné době je většina výzkumů orientována na základní výzkum.

Při porovnání s ostatními biometrickými identifikačními metodami má identifikace podle chůze mnoho výhod. Jednou z nich je skutečnost, že záběry pořizované pomocí videokamery používané pro identifikaci mohou být zaznamenány na poměrně nízké rozlišení. Z toho vyplývá, že identifikace podle chůze je neinvazivní metodou a sledování může být prováděno z poměrně velké vzdálenosti, aniž by navíc osoba věděla, že je monitorována. Hlavní nevýhodou identifikace osoby podle chůze je, že i když každá osoba má teoreticky jedinečnou chůzi v ideálních podmínkách, změna podmínek (např. oblečení, světelné podmínky, úhel kamery nebo dokonce rychlost chůze) může způsobit více odchylek u jedné osoby než mezi dvěma rozdílnými osobami. Současně dostupné metody byly testovány pouze na malých souborech a je diskutabilní, zda „podpis chůze“ je dostatečně jedinečný pro velké databáze. Lidé mohou úmyslně změnit způsob chůze a tyto okolnosti vedou k diskuzím, jak přesná identifikace podle chůze skutečně může být.

Identifikační znaky dynamického projevu chůze osoby jsou v některé literatuře popisovány jako „podpis chůze osoby“ a soubor těchto znaků se skládá z mnoha rozličných složek, například se může jednat o rytmus chůze, frekvence chůze, trajektorie pohybu různých částí těla, rozměry jednotlivých částí těla. Není příliš jasné, které z těchto složek by měly být zahrnuty to identifikace osob podle chůze. Bylo publikováno mnoho studií využívající rozličné parametry s různými výsledky. Některé z těchto metod jsou poměrně náročné na čas a vyžadují skladování a analýzu mnoha dat.

Zkoumání individuálních odchylek v lokomoci bylo také použito v lékařství k rozeznávání některých nemocí, které se projevují změnou dynamiky chůze. Hlavním a základním smyslem výzkumu je rozhodnutí o identitě osoby, a to buď porovnáním sporného videozáznamu se srovnávacím záznamem pohybu, nebo podle údajů v databázi. Dílčím cílem zkoumání může být například bližší biomechanická charakteristika osoby, způsob pohybu, tělesný defekt, určení tělesné výšky nebo například určení pohlaví osoby podle charakteristických znaků lokomoce.

Monografie „Biomechanická analýza videozáznamu – teorie a praxe“ byla zpracována standardní, identifikovatelnou a vědecky uznávanou metodologií rozvoje forenzních věd. Kniha se *týká přesně vymezeného problému forenzní biomechaniky. Metodologická východiska se opírají o dosavadní teoretické bádání a vědecké závěry jsou orientovány na praktické aplikace v kriminalistické praxi.*

Monografie „*Biomechanická analýza videozáznamu – teorie a praxe*“ je výstupem z řešení výzkumného projektu Interní grantové agentury VŠFS č. 7429/2017/07 s názvem „*Nové možnosti zkoumání kriminalistických stop s biomechanickým obsahem a interpretace závěrů znaleckých zkoumání*“ podpořeného z prostředků institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace.

1. Přístupy k řešení

Nejběžnějšími metodami pro analýzu jsou metody založené na analýze videozáznamu z různých úhlů. Základní problémy identifikace podle chůze, stručný přehled několika databází pro testování a různé metody pro rozeznávání osoby podle chůze popsal Rökkönnen.¹ Velmi podrobně a rozsáhle se identifikací osoby podle chůze zabýval Nixon.²

Základy identifikace osob podle chůze položil Johansson ve svých experimentech se zobrazením světelných bodů (v literatuře označované jako PLD).³ Jeho experimenty prokázaly schopnost osob rozeznat jinou osobu podle způsobu chůze pouze na základě pozorování 2D křivek vytvořených připevněním žárovek na osoby. Toto vedlo k závěru, že dynamika chůze pro každou osobu je jedinečná a může být využita jako biometrická charakteristika.^{4, 5}

Lee vyvinul několik počítačových algoritmů pro identifikaci a klasifikaci osob.⁶ Analýzu lokomoce prováděl v kanonickém směru, který je kolmý na směr chůze.

Zajímavý příspěvek publikoval Lynnerup a Vedel,⁷ pohyb osoby pachatele analyzovali ze záznamu z průmyslové televize v případě loupeže. Pomocí antropometrických měření a analýzy chůze bylo možné identifikovat podezřelého.

Saboune studoval lidskou chůzi s cílem zjistit poruchy rovnováhy a tendence u pádů starších osob při znalosti parametrů chůze.⁸ V práci prezentuje novou pomůcku pro analýzu chůze založenou na zachycení obrázku z kamery. Systém převádí obrázek do definovaných bodů. Klíčové je zachytit obrázek osoby a vyloučit od pozadí. Nejzajímavějších výsledků bylo dosaženo až s použitím kamery, která snímá 60 snímků/sekundu. Analogické přístupy publikovali i jiní autoři.⁹

Biometrickou identifikací osob podle chůze se rozsáhle zabývá Nixon,^{10, 11} který zkoumá automatické rozpoznávání jedince podle chůze ve vývojové skupině Isis (Image, Speech and Intelligent Systems Group) na katedře elektroniky a informatiky Southampton University. Jeho výzkum podporuje americká armáda prostřednictvím výzkumné agentury DARPA v rámci projektu „identifikace člověka na dálku“.

¹ RÖKKÖNNEN, J. Video Based Gait Analysis in Biometric Person Authentication: A Brief Overview.

² NIXON, M. S., TAN, T. N., CHELLAPPA, R. *Human Identification Based on Gait*. Springer-Science+Business Media Inc., 2006.

³ JOHANSSON, G. Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception and Psychologist*, 14 (2), 1973, s. 201-211.

⁴ ABDELKABER, B. C. *Gait as biometric for person identification in video sequences*. Technical report, University of Maryland Computer Science Department, 2001.

⁵ NIXON, M. S., CARTER, J. M., NASH, P. S., HUANG, P. S., CUNADO, D., STEVENAGE, S. V. Automatic gait recognition. *Proceedings IEE Colloquium Motion Analysis and Tracking*.

⁶ LEE, L. Gait analysis for recognition and classification. Intelligence Laboratory Massachusetts Institute of Technology Cambridge, Massachusetts, 2006.

⁷ LYNNERUP, N., VEDEL, J. Person Identification by Gait Analysis and Photogrammetry. *J. Forensic Sci.*, 50, 1, p. 112-118.

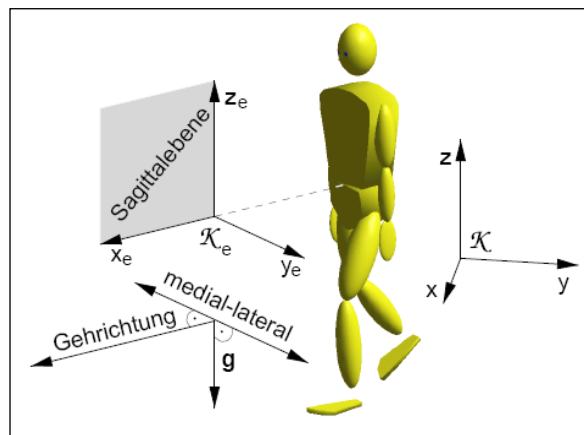
⁸ SABOUNE, J., CHARPILLET, F. *Markerless human motion capture for gait analysis*. INRIA-LORIA, B. P. 239, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy, France, 2006.

⁹ DEUTSCHER, J., BLAKE, A., REID, I. Articulated body motion capture by annealed particle filtering. *Proc. Conf. Computer Vision and Pattern Recognition 2000*, 2, pp. 1144-1149; DEUTSCHER, J., BLAKE, A., NORTH, B., BASCLE, B. Tracking through singularities and discontinuities by random sampling. *Proc. 7th Int. Conf. Computer Vision*, 1999, pp. 1144-1149.

¹⁰ NIXON, M. S., TAN, T. *Human Identification Based on Gait*. Springer, 2006.

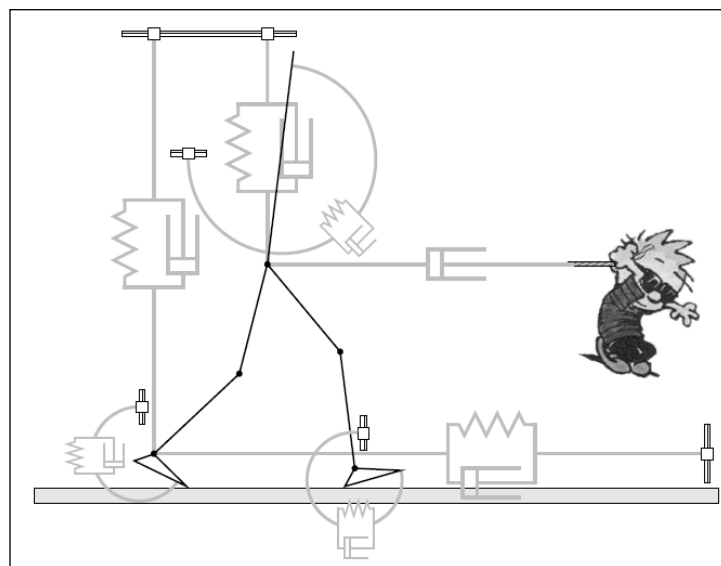
¹¹ NIXON, M. S., CARTER, J. N., NASH, J. M., HUANG, P. S., CUNADO, D., STEVENAGE, S. V. Automatic gait recognition. In *Motion Analysis and Tracking (Ref. No. 1999/103)*, IEE Colloquium. 1999, p. 31-36.

Vytvoření modelu lidského těla popis lokomoce se objevuje i v německé odborné literatuře,¹² kde Henze vytvořil teoretický trojdimenzionální model lidského těla a simulaci pohybu lidské lokomoce (Obr. 1).



Obr. 1 Definování referenčního systému pro lidské tělo a model¹²

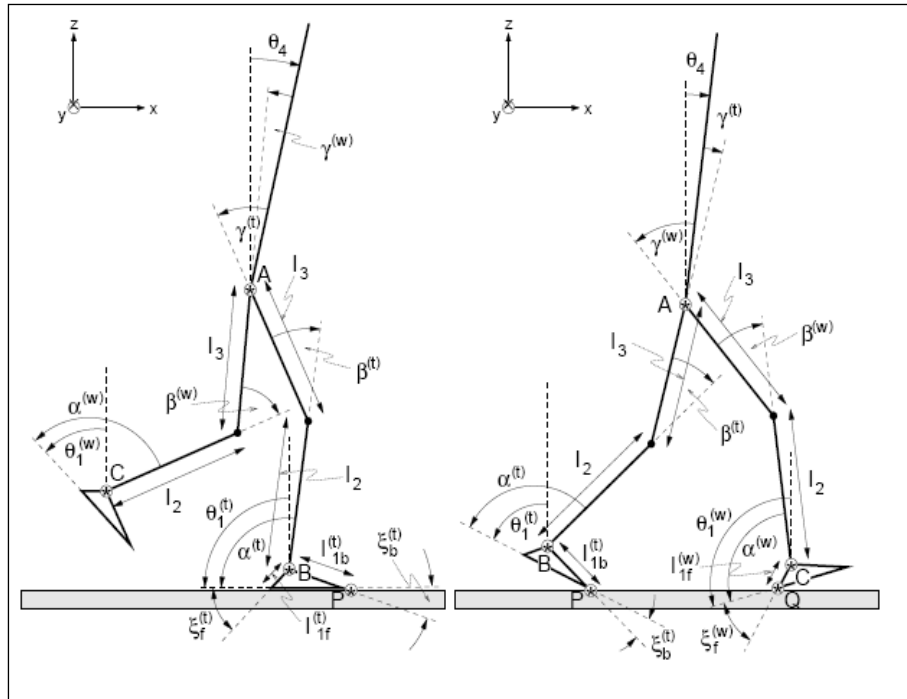
Lidské tělo modeloval jako otevřený kinematický řetězec a přesně popsal pohybové a biomechanické možnosti jednotlivých kloubních spojení (Obr. 2, Obr. 3).



Obr. 2 Virtuální model řízení pohybu a virtuální silové prvky¹³

¹² HENZE, A. *Dreidimensionale biomechanische Modellierung und die Entwicklung eines Regels zur Simulation zweibeinigen Gehens*. Diss., Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen, 2002, s. 90.

¹³ HENZE, A. *Dreidimensionale biomechanische Modellierung und die Entwicklung eines Regels zur Simulation zweibeinigen Gehens*. Diss., Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen, 2002, s. 65.



Obr. 3 Popis úhlových změn pro transformaci těla v sagitální rovině pro švihovou a dvouoporovou fázi chůze¹⁴

Existuje množství metod pro identifikaci podle chůze, které používají různé složky a analýzu. V literatuře bylo popsáno několik metodologicky odlišných přístupů, obecně je možné ve všech případech generovat tři hlavní kroky řešení:

- První částí je extrakce osoby z každého snímku video sekvence. Výsledkem může být extrakce siluety osoby.
- Druhou částí je extrakce důležitých charakteristik. Obvykle jsou používány dodatečné metody ke zjednodušení dat nebo k redukci šumu. Například PCA analýza.
- Posledním úkolem je klasifikace dat a rozhodnutí. Například rozhodnout o identitě osoby nebo o tom, že náleží do určité skupiny.

Šířka vnějších obrysů - Kale a další¹⁵ použili šířku vnějších obrysů jako základní charakteristiku osoby. Tento vektor obsahuje informaci o pohybu končetiny nebo okrajové části těla během chůze. Na druhou stranu informace o postoji je ztracena. Variace každé složky daného vektoru vytváří „podpis chůze“.

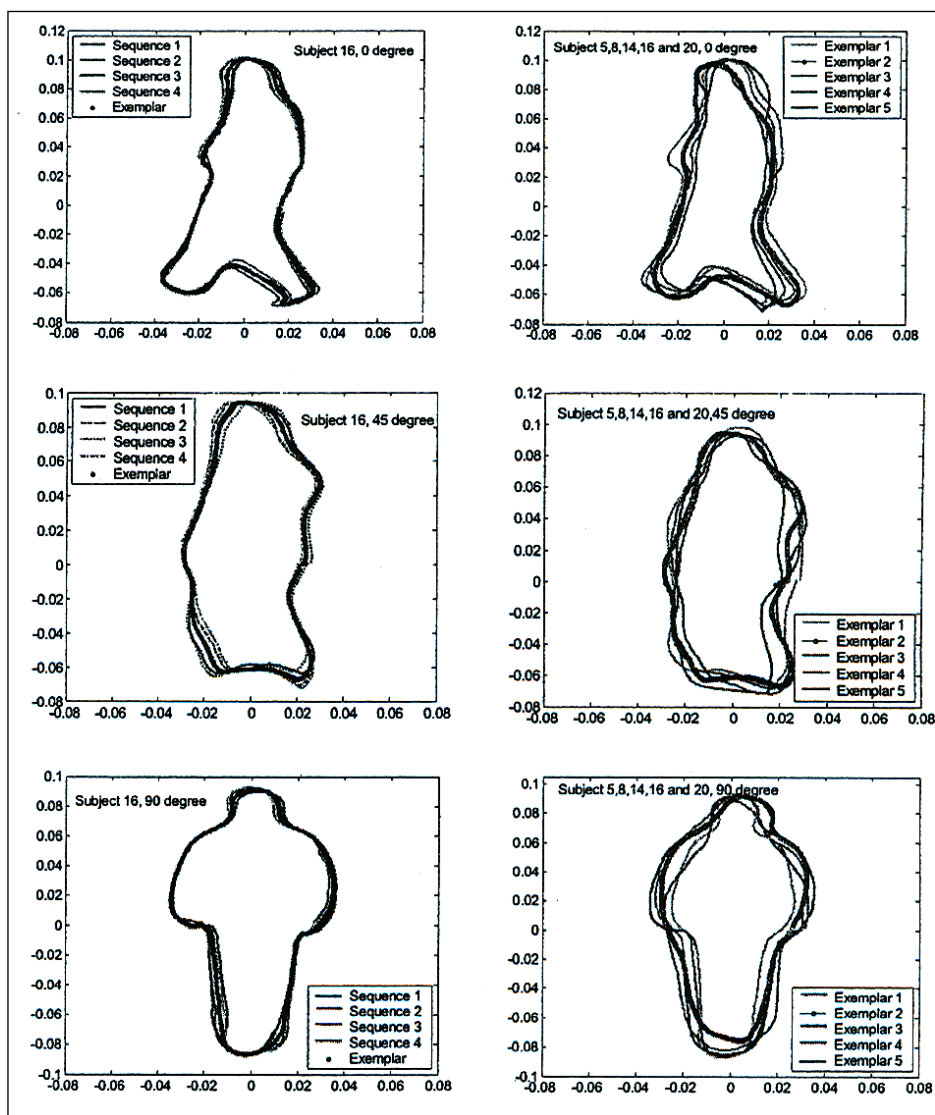
S touto metodou je analogický přístup, který studuje změny v tzv. „obalové křivky“ pohybující se osoby.¹⁶ Podstata spočívá v tom, že se vytvoří typický obrys osoby v přesně definovaných fázích pohybu.¹⁷ (Obr. 4.)

¹⁴ HENZE, A. *Dreidimensionale biomechanische Modellierung und die Entwicklung eines Regels zur Simulation zweibeinigen Gehens*. Diss., Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen, 2002, s. 72.

¹⁵ KALE, A. RAJAGOPALAN, A. N. SUNDARESAN, CUNTOOR, A. N. ROYCHOWDHURY, A. KRUGER, V. CHELLAPPA, R. Identification of Humans Using Gait, *IEEE TIP* (forthcoming), 2004.

¹⁶ NIXON, M. S., TAN, T. N., CHELLAPPA, R. *Human Identification Based on Gait*. Springer-Science+Business Media Inc., 2006.

¹⁷ NIXON, M. S. et al. Automatic Gait Recognition. In A. K. JAIN et al. (Eds.) *Biometrics: Personal Identification in Networked Society*, pp 231-250, Kluwer, 1999.



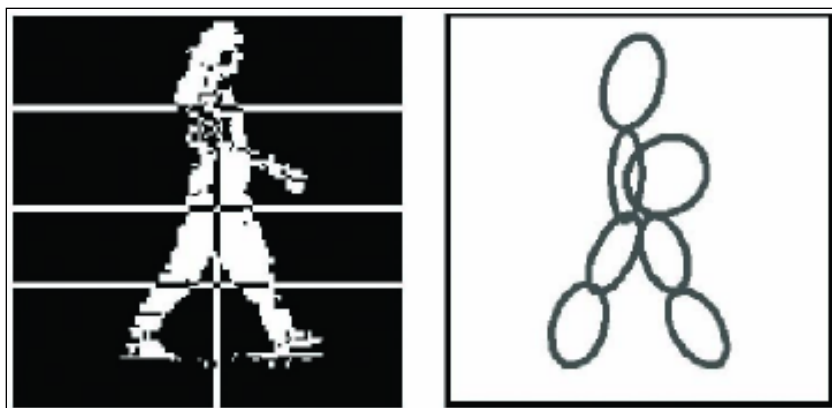
Obr. 4 Obalové křivky, vlevo obalové křivky pro jednu osobu v různých fázích lokomoce (4 opakování), vpravo obalové křivky pro 5 různých osob¹⁷

Moment extrahovaný ze siluety - Lee a Grimson rozdělili siluetu kráčející osoby do 7 částí.¹⁸ (Obr. 5.) Pro každý segment byla použita elipsa. Z elipsy byly získány 4 parametry: střed, hlavní a vedlejší osa elipsy a orientace elipsy. Ty představují charakteristiky každého segmentu těla. Dále je uvažována výška celé siluety. Z těchto charakteristik byla získána odchylka během času a velikost a fáze každého regionu vztažená k frekvenci chůze. Toto vedlo k vytvoření 57 parametrů. Pokud osoba použila rozdílné oblečení, než nosila během tréninkových dnů, klasifikace zpravidla selhala. Metoda byla testována také pro určení pohlaví. Testy byly prováděny s využitím 57 charakteristik a 6 nejlepších charakteristik z databáze. Jedna z charakteristik poskytuje až 94% spolehlivost. Analogicky postupoval a řešil problém identifikace osoby podle chůze Nixon.¹⁹ Snažil se zachytit polohu jednotlivých segmentů lidského těla v přesně

¹⁸ LEE, L., GRIMSON, W. E. L. Gait analysis for recognition and classification. *Proceedings of the IEEE Conference on Face and Gesture Recognition*, 2002, pp. 155-161.

¹⁹ NIXON, M. S., TAN, T. N., CHELLAPPA, R. *Human Identification Based on Gait*. Springer-Science+Business Media Inc., 2006.

definovaných časových úsecích, poté definoval okrajové linie a siluetu těla nahradil ohraničenými segmenty.



Obr. 5 Silueta kráčeující osoby rozdělená do 7 regionů (A) a elipsy umístěné na každý region (B)²⁰

Tvar těla a chůze extrahovaná ze siluety - tuto metodu popsal Collins a kolektiv.²¹ Využívá binární siluety kráčeující osoby. Po získání siluet je prvním úkolem identifikovat klíčové sekvence sledováním periodických dynamických změn siluety.

Klíčové snímky jsou zmenšeny tak, že silueta je 80 pixelů vysoká, a umístěny do šablony o rozměrech 80 x 128 pixelů. Šablony tréninkových dat jsou následně porovnávány s testovanými šablonami využívajícími normalizovanou korelaci s pomocí Fourierovy transformace.²² Výsledkem této komparace je korelační skóre mezi každou osobou a relevantní šablonou v tréninkové sadě.

Délka kroku a frekvence chůze - jsou nazývány jako prostorově časové parametry chůze. Abdelkader a kolektiv²³ využili tyto charakteristiky pro rekognici. Metody využívají následující předpoklady: rychlost chůze je konstantní a osoba se pohybuje přímo 10-15 sekund. Kamera je nastavená na podložku a rychlost sběru snímků je alespoň 2x větší než frekvence chůze. Klíčová je periodicitu lidské chůze.

Rotace stehna a lýtka - Yam a další popsal metodu pro identifikaci podle chůze.²⁴ Myšlenka vychází z použití Fourierovy transformace. Rotaci stehna a lýtka lze sledovat jako změnu úhlu v kolenním kloubu. Analogicky Novacheck²⁵ studoval biomechaniku chůze a běhu z hlediska úhlových změn v kinematických řetězcích dolní končetiny. Individuální rozdíly byly zjištěny jak v časových relacích mezi

²⁰ LEE, L., GRIMSON, W. E. L. Gait analysis for recognition and classification. *Proceedings of the IEEE Conference on Face and Gesture Recognition*, 2002, pp. 155-161.

²¹ COLLINS, R., GROSS, R., SHI, J. Silhouette-based Human Identification from Body Shape and Gait. *Proc. IEEE Conf. FG '02*, 2002, pp. 366-371.

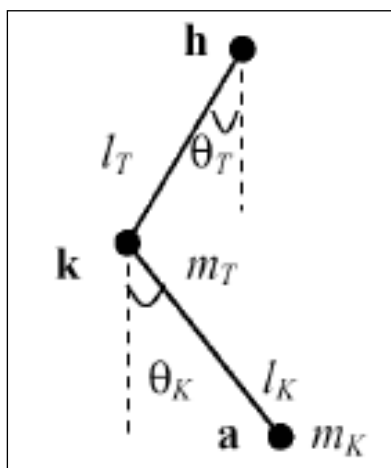
²² COLLINS, R., GROSS, R., SHI, J. Silhouette-based Human Identification from Body Shape and Gait. *Proc. IEEE Conf. FG '02*, 2002, pp. 366-371.

²³ ABDELKADER, C. B., CUTLER, R., NANDA, H., DAVIS, L. Eigen Gait: Motion-Based Recognition Using Image Self-Similarity, *LNCS 2091*, 2001, pp. 289-294.

²⁴ YAM, C. Y., NIXON, M. S., CARTER, J. N. Automated Markerless Analysis of Human Walking and Running by Computer Vision. *Proc. World Cong. Biomechanics*, 2002. YAM, C. Y., NIXON, M. S., CARTER, J. N. Automated Person Recognition by Walking and Running via Model - Based Approaches. *Pattern Recog.* 37 (forthcoming), 2004.

²⁵ NOVACHECK, T. F. The biomechanics of running. *Gait and Posture*, 1998, 7, pp. 77-95.

jednooporovou a dvouoporovou fází každého jedince u chůze, tak i v letové fázi při běhu. Lokomoci každého člověka lze podle autorů individualizovat jako funkci úhlových změn v závislosti na fázi chůze. (Obr. 6.) Pro testování byla použita databáze 20 osob jdoucích a běžících na pásech. Nejlepších výsledků bylo dosaženo s využitím původních obrázků běhu (91,7 %). Změnu v úhlech v jednotlivých kloubech uvádějí Gross, R., Shi, J.,²⁶ kteří provedli několik experimentálních měření s 25 subjekty. Autoři uvádějí velmi vysokou přesnost identifikace podle změn v úhlech dolních končetin. Uvádějí 96% úspěšnost pro identifikaci osoby.



Obr. 6 Model. Horní modely stehna a lýtka spojené v kolenním kloubu. M je hmotnost, θ = úhlové vychýlení, L = délka stehna. Indexy T a K charakterizují stehno a lýtko²⁵

V polovině roku 2007 byl publikován příspěvek německých kriminalistů (Heubrock),²⁷ kteří postupují při výzkumu identifikace osob podle chůze analogickým principem, který je dosud využíván v ČR (srovnej se Straus, Jonák).^{28, 29}

Zajímavý příspěvek publikoval LYNNERUP a VEDEL,³⁰ pohyb osoby pachatele analyzovali ze záznamu z průmyslové televize v případě loupeže. Pomocí antropometrických měření a analýzy chůze bylo možné identifikovat podezřelého (Obr. 7).

²⁶ GROSS, R., SHI, J. The CMU Motion of Body Database. Technical report CMU-RI-TR-01-18. Robotic Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburg, PA, 6, 2001.

²⁷ HEUBROCK, D. Demaskiert-erkant am Gang. *Deutsche Polizei*, 2007, č. 7, s. 8-12.

²⁸ STRAUS, J., JONÁK, J. Lokomoce člověka z hlediska forenzní biomechaniky. *Pohybové ústrojí*, 2004, roč. 11, č. 1-2, s. 130-131.

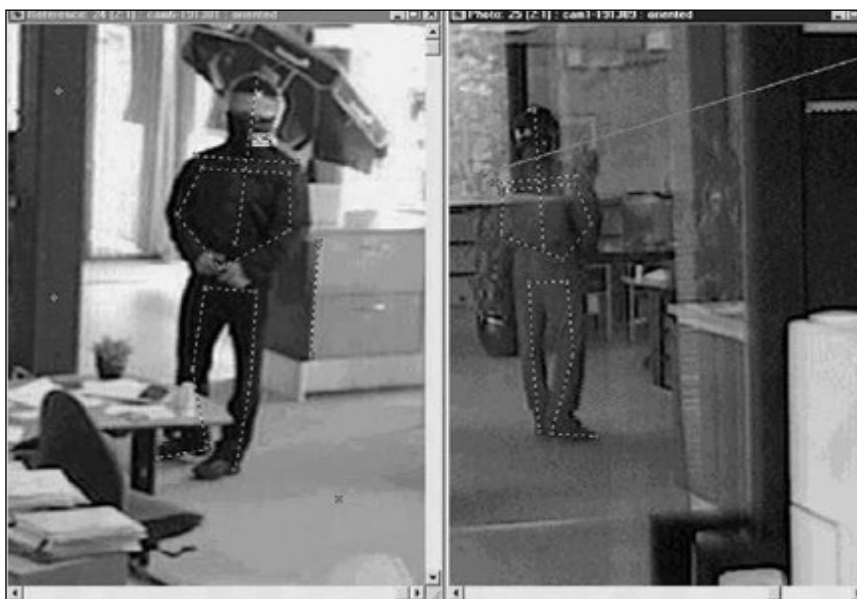
²⁹ STRAUS, J., JONÁK, J. Je možné identifikovat osobu podle pohybového projevu lokomoce? *Policijná teória a prax*, 2005, č. 3, s. 109-120.

³⁰ LYNNERUP, N., VEDEL, J. Person Identification by Gait Analysis and Photogrammetry. *J. Forensic Sci.*, 50, 1, s. 112-118.



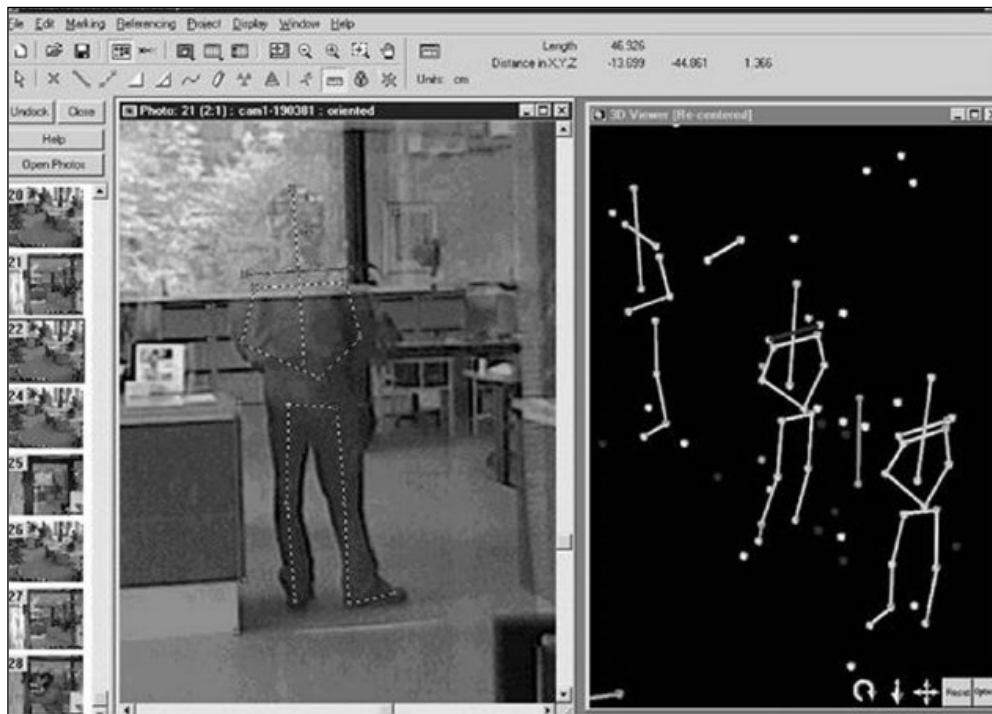
Obr. 7 Záběry pachatele a podezřelého³¹

Výslednost byla poměrně přesná, vypočtené poznatky a reálné rozměry se v průměru lišily o cca 6 mm. Dále byla použita metoda fotogrammetrie s použitím obrázků, kde se podezřelý pohyboval ve stejném prostoru jako na záznamu z kamery. Pomocí programu Photomodeler Pro bylo provedeno měření a subjekt převeden do velmi přesného 3D obrázku. (Obr. 8, 9, 10.)



Obr. 8 Záznamy z programu ukazující výběr bodů. Výběr na obrázku vpravo musí odpovídat podobnému obrázku³¹

³¹ LYNNERUP, N., VEDEL, J. Person Identification by Gait Analysis and Photogrammetry. *J. Forensic Sci.*, 50, 1, s. 112-118.



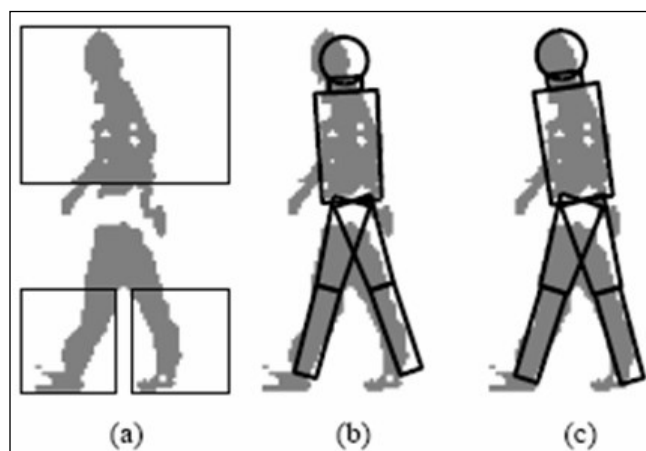
Obr. 9 Ukázka nahrazení obrázků 3D náčrtkem³²



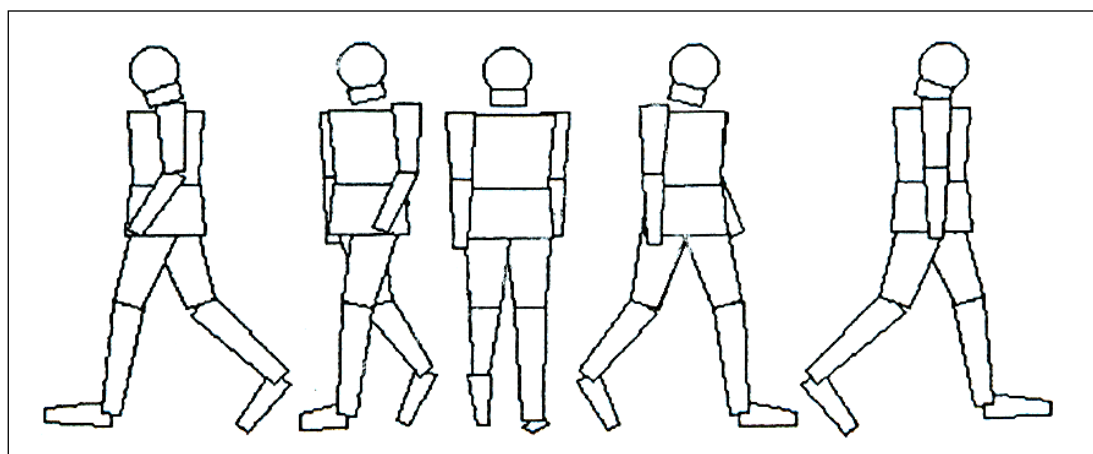
Obr. 10 Schéma měřených parametrů, projekce referenčních bodů³²

³² LYNNERUP, N., VEDEL, J. Person Identification by Gait Analysis and Photogrammetry. *J. Forensic Sci.*, 50, 1, s. 112-118.

Analogicky postupoval a řešil problém identifikace osoby podle chůze NIXON.³³ Snažil se zachytit polohu jednotlivých segmentů lidského těla v přesně definovaných časových úsecích, poté definoval okrajové linie a siluetu těla nahradil ohraničenými segmenty. (Obr. 11, 12.)



Obr. 11 Polohy segmentů lidského těla³³



Obr. 12 Schématické znázornění simulace pohybu lokomoce a tvorba segmentů lidského těla (podle NIXON, M. S., TAN, T. N., CHELLAPPA, R., 2006)³³

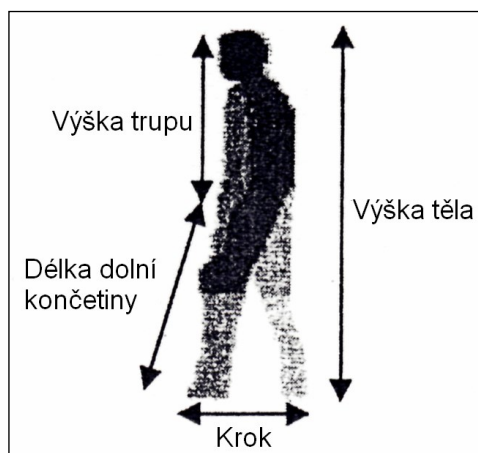
Délka kroku a frekvence chůze - jsou nazývány jako prostorově časové parametry chůze. Abdelkader a kolektiv³⁴ využili tyto charakteristiky pro rekognici. Metody využívají následující předpoklady: rychlost chůze je konstantní a osoba se pohybuje přímo 10-15 sekund. Kamera je nastavená na podložku a rychlost sběru snímků je alespoň 2x větší než frekvence chůze. Klíčová je periodicitá lidské chůze.

Jako první je z každého obrázku video sekvence extrahována binární silueta. Šířka siluety je následně vypočítána pro každou siluetu. Pomocí autokorelace je vypočítána perioda, dále je odhadnuta vzdálenost uražená za určitý časový okamžik. To může být provedeno, protože kamera je statická a osoba se pohybuje lineárně.

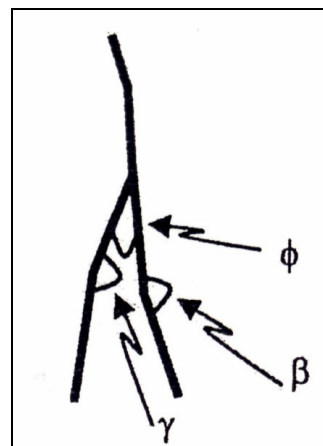
³³ NIXON, M. S., TAN, T. N., CHELLAPPA, R. Human Identification Based on Gait. Springer-Science+Business Media Inc., 2006.

³⁴ ABDELKADER, C. B., CUTLER, R., NANDA, H., DAVIS, L. Eigen Gait: Motion-Based Recognition Using Image Self-Similarity, LNCS 2091, 2001, pp. 289-294.

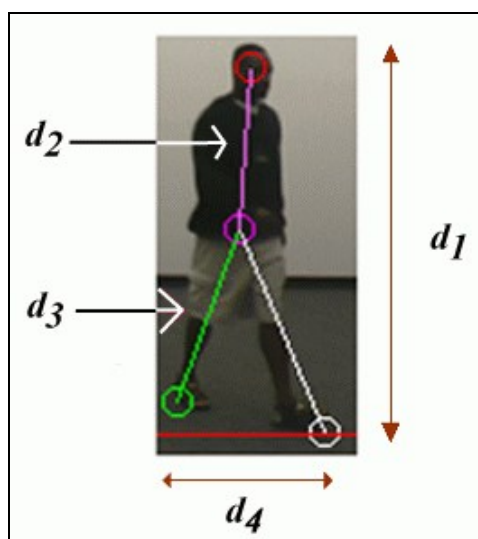
Dále může být vypočítán počet kroků. Ze všech těchto parametrů může být spočítána délka kroku a frekvence chůze a úhlové změny. (Obr. 14, 15.) Použití prostorově časových parametrů je principiálně nezávislé na pohledu. Na druhou stranu metoda poskytuje nejlepší výsledky při paralelním pohledu. To je vidět na Obr. 13.



Obr. 13 Paralelní pohled³⁴



Obr. 14 Měření úhly³⁴



Obr. 15 Délka kroku³⁴

V polovině roku 2007 byl publikován příspěvek německých kriminalistů (HEUBROCK³⁵), kteří postupují při výzkumu identifikace osob podle chůze analogickým principem, který je dosud využíván u nás (STRAUS, JONÁK^{36, 37, 38},

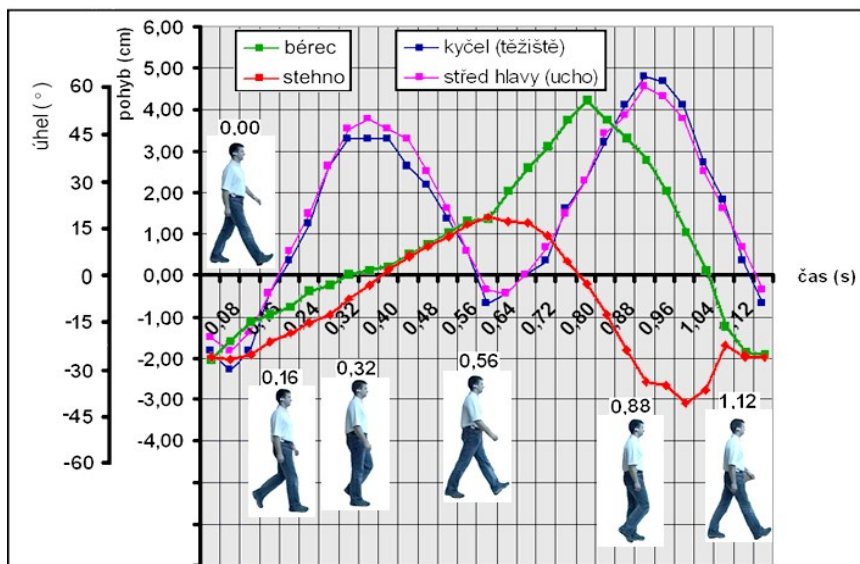
³⁵ HEUBROCK, D. Demaskiert-erkannt am Gang. *Deutsche Polizei*, 2007, č. 7, s. 8-12.

³⁶ STRAUS, J., JONÁK, J. *Kriminalistická a technická analýza bipedální lokomoce*. Praha: PA ČR, 2007, s. 160, ISBN 978-80-7251-268-3.

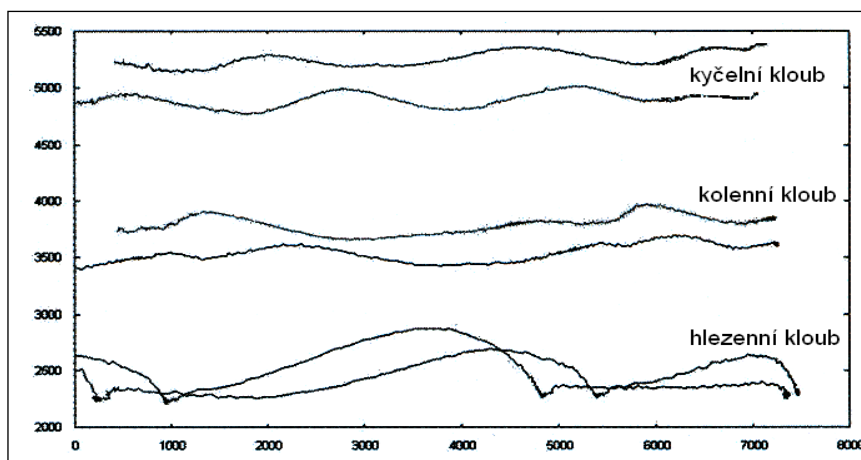
³⁷ STRAUS, J., JONÁK, J. Lokomoce člověka z hlediska forenzní biomechaniky. *Pohybové ústrojí*, 11, 2004, č. 1-2, s. 130-131.

³⁸ STRAUS, J., JONÁK, J. Je možné identifikovat osobu podle pohybového projevu lokomoce? *Policejní teória a prax*. Č. 3, 2005, s. 109-120.

JONÁK, STRAUS, TALLO, KRAJNÍK³⁹). Pohybový projev lokomoce filmovali na rychloběžnou kameru a zjišťovali průběh identifikačních křivek v sagitální rovině pohybu. Pozornost zaměřili pouze na tři klouby dolní končetiny, a to na kyčelní, kolenní a hlezenní kloub. Analýzou kinematiky pohybu zjistili rozdíly v lokomoci různých osob. Jako příklad rozdílu lokomoce dvou osob je uveden na obr. 17. (Na kloubech byly připevněny reflexní body a snímán jejich pohyb v průběhu chůze.)



Obr. 16 Změna úhlových charakteristik chůze (dvojkrok) v závislosti na čase⁴⁰



Obr. 17 Srovnání kinematiky pohybu dvou osob. Na kloubech byly připevněny reflexní body a snímán jejich pohyb v průběhu chůze³⁵

Identifikace osoby podle dynamického stereotypu lokomoce je možná podle časových průběhů vyhodnocených identifikačních bodů na těle osoby, které vytvářejí

³⁹ JONÁK, J., STRAUS, J., TALLO, A., KRAJNÍK, V. Využití záznamů z bezpečnostních kamer ve forenzní praxi. Policejní akademie České republiky v Praze, Akadémia Policajného zboru v Bratislave. Praha 2008, Vydavatel Tribun EU, s.r.o. Brno, 166 s., ISBN 978-80-7399-643-7.

⁴⁰ STRAUS, J., JONÁK, J. *Kriminalistická a technická analýza bipedální lokomoce*. Praha: PA ČR, 2007, s. 160, ISBN 978-80-7251-268-3.

individuální identifikační křivky.⁴¹ Při této identifikaci využívají jedinečné, měřitelné anatomicko fyzikální nebo fyziologické znaky nebo projevy člověka k jednoznačnému zjištění nebo ověření jeho identity s často nezbytným využitím výpočetní techniky.⁴² Identifikace osob podle chůze je nová biometrická charakteristika. Nejslibnější oblastí v současné době zdají být lékařské a bezpečnostní aplikace. Většina výzkumů je spíše základního charakteru a komerční řešení stále nejsou dostupná.^{43, 44}

Analýza chůze je v dnešní době prováděna pomocí dvou metod – 2D metoda a 3D metoda. 3D metody používají dvě a více kamer k zaznamenání pohybu, zatímco 2D metody používají videozáznam pouze z jedné kamery. Metody 2D získávají data o chůzi prostřednictvím kinematického zhodnocení videozáznamu či přes tvar siluety. Metody založené na modelu lidského těla se zaměřují především na pohyby trupu a dolních končetin. Využívají měřitelné parametry lidského těla, do kterých zahrnujeme výšku trupu, délku dolních končetin, délku kroku a také výšku jedince. Metoda studující siluetu jedince pracuje na principu oddělení pohybujícího se jedince od pozadí, přičemž jedinec je pak rozpoznatelný podle tvaru a pohybu jeho siluety.⁴⁵

V zahraničí vznikají databáze záznamů chůze, které slouží především k porovnání výsledků vzniklých rozdílnými metodami. Některé databáze zaznamenávají chůzi člověka v odlišných rychlostech, a porovnávají tak rozdíly mezi rychlejší a pomalejší chůzi, zaznamenána je také chůze se zátěží. Jiné databáze se zabývají vlivem změny povrchu na chůzi a vlivem různých druhů obuvi na chůzi. Většina prací se věnovala identifikaci člověka dle chůze pomocí záznamů z laterální strany.⁴⁶

⁴¹ STRAUS, J., JONÁK, J. Lokomoce člověka z hlediska forenzní biomechaniky. *Pohybové ústrojí*, 2004, roč. 11, č. 1-2, s. 130-131. PORADA, V., ŠIMŠÍK, D. a kol. *Identifikace osob podle dynamického stereotypu chůze*. Praha: VŠKV, 2010.

⁴² RAK, R., MATYÁŠ, V., ŘÍHA, Z. *Biometrie a identita člověka*. Praha: Grada, 2008.

⁴³ PORADA, V., ŠIMŠÍK, D. a kol. *Identifikace osob podle dynamického stereotypu chůze*. Praha: VŠKV, 2010.

⁴⁴ PORADA, V., ŠIMŠÍK, D., ed. *Identifikace osob na základě projevu lokomoce člověka*. Sborník z mezinárodního semináře a průběžné oponentury projektu výzkumného úkolu : Vysoká škola Karlovy Vary 8.-10. prosince 2008. Karlovy Vary: Vysoká škola Karlovy Vary, 2009. ISBN 978-80-87236-00-0.

⁴⁵ PORADA, V., ŠIMŠÍK, D. a kol. *Identifikace osob podle dynamického stereotypu chůze*. Praha: VŠKV, 2010.

⁴⁶ PORADA, V., ŠIMŠÍK, D. a kol. *Identifikace osob podle dynamického stereotypu chůze*. Praha: VŠKV, 2010.

2. Kriminalistické stopy odrážející pohybové návyky lidské lokomoce

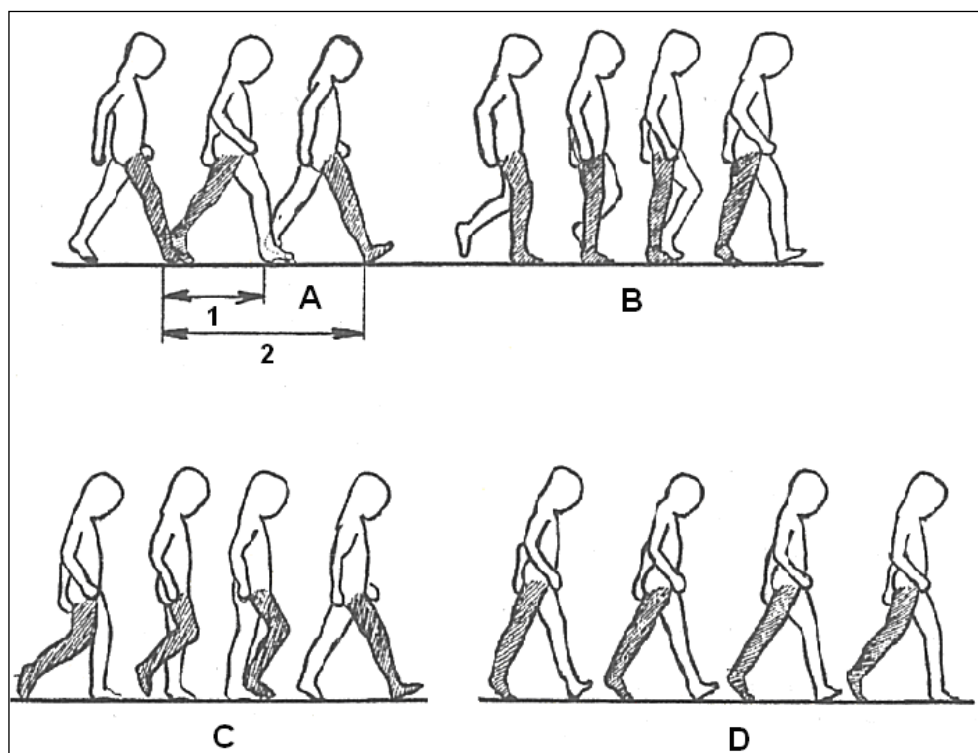
Rozbor morfologie chůze

Lidská chůze je jako způsob lokomoce, umožňující přesun individua z místa na místo, v celé živočišné říši zcela jedinečná a pro species *Homo sapiens sapiens* přísně specifická. Vzpřímená bipedální lokomoce se děje optimální rychlostí a minimálním energetickým výdajem u každého jedince individuálně, s jemnými variacemi podle věku a pohlaví. Chůze jako jedna z nejobvyklejších lidských činností je plastickým dynamickým stereotypem velmi silně fixovaným v průběhu fylogenetického vývoje s individuálními odlišnostmi danými morfologickými zvláštnostmi získanými v průběhu ontogenetického vývoje. Chůze jako základní funkce dolních končetin je nejdůležitější složkou pohybu člověka a současně i zdrojem dynamického zatížení svalově-kosterního aparátu. Elastická chůze předpokládá vytvoření správného a energeticky efektivního pohybového stereotypu s plastickým zvládnutím prostoru systémem pák a nosníků o určité hmotnosti působením vnitřních integrovaných sil prezentovaným silovým polem svalů a elasticitou šlach a vaziva, které se uplatňují na subsystémech lokomočního aparátu. Základní funkci při chůzi mají dolní končetiny, přes klouby dolních končetin (hlezenní, kolenní a kyčelní) se přenáší reakční síly podložky a společně se setrvačnými silami jednotlivých segmentů těla udržují neustálou rovnovážnou polohu. Svalová tenze se mění v prostoru a čase podle potřeb organismu a jeho schopností, je řízená a integrovaná centrální nervovou soustavou a opatřená zpětnou vazbou signály ze svalových vřetének, ze šlach, kloubů, kůže, smyslových a vnitřních orgánů. Vertikální výslednicí je síla, která se projevuje na podložce v průběhu chůze pod každým chodidlem a v průběhu času se mění.⁴⁷

Dopředný pohyb se skládá z neustálého opakování kroků v cyklu chůze. Cyklus chůze zaujímá celý dvojkrok, probíhá v časovém intervalu mezi opakovaným kontaktem paty stejné nohy s podložkou. Pro jednotlivou nohu je krok rozdělen do fáze statické (stojné) a fáze dynamické (kročné, švihové). Zvolíme-li k demonstraci délku trvání jednoho cyklu chůze čas 1 000 ms, připadá na stojnou fázi kroku zhruba 620 ms, tj. 62 % celého cyklu, a na švihovou fázi 380 ms, tj. 38 %.⁴⁸ Absolutní časy jsou samozřejmě závislé na rychlosti chůze a individuálně se mohou při stejné rychlosti výrazně lišit. (Obr. 18.)

⁴⁷ STRAUS, J. *Kriminalistické stopy s biomechanickým obsahem*. Praha: PA ČR, 2001, s. 41.

⁴⁸ DUNGL, P. *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha: Avicenum, 1989, s. 32.



Obr. 18 Schéma chůze.⁴⁹ Cyklus chůze: A - délka kroku (1) a délka dvojkroku (2), B - přenos zatížení jednou nohou během kroku, C - švihová fáze kroku, D - přenos zatížení oběma chodidly

K detailnější analýze chůze slouží procentuální vyjádření podílu trvání jednotlivých fází cyklu. Cyklus chůze se dělí na dva detailnější subcykly:

1. Jako 100 % je uvažována doba trvání celého dvojkroku, statická fáze zaujímá přibližně 62 %.
2. K detailní analýze stejné fáze je se 100 % počítáno pro trvání samotné stejné fáze kroku na jedné noze (Obr. 18).

Chůze (a to i ze sportovního hlediska) je charakterizována tím, že po celou dobu dopředného pohybu je tělo v kontaktu s podložkou a při střídání nohou je hmotnost po část pohybu přenášena oběma chodidly. Jak se rychlost chůze snižuje, doba trvání přenosu oběma dolními končetinami se zvyšuje a naopak. Během klusání a běhu je přenos oběma nohama vyřazen a je nahrazen letovou fází, kdy jsou obě chodidla mimo kontakt s podložkou. Z hlediska biomechaniky je možné stanovit difference mezi kvalitativně odlišnými způsoby lokomoce - během a chůzí - velmi přesně. Základní rozdíl mezi chůzí a během je dán existencí dvou znaků:⁵⁰

1. Existence letové fáze při běhu, která se při chůzi nevyskytuje. Chůze se skládá z řady kroků, naproti tomu běh definujeme jako řadu skoků.
2. Kinematika pohybu těžiště těla, tj. trajektorie těžiště po horní polovině cylindrické plochy při běhu nebo po spodní při chůzi.

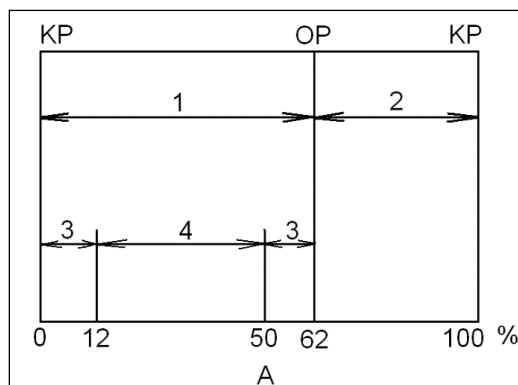
Stoj na obou nohách začíná dotykem paty s terénem a končí odtržením prstů druhé nohy od podložky, trvá asi 120 ms nebo 12 % cyklu. Přenos hmotnosti pouze jednou nohou trvá od odtržení prstů druhé strany do kontaktu paty s podložkou, což odpovídá trvání švihové fáze nezatížené končetiny, tj. po 38 % cyklu. Druhý stoj na

⁴⁹ DUNGL, P. *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha: Avicenum, 1989, s. 32.

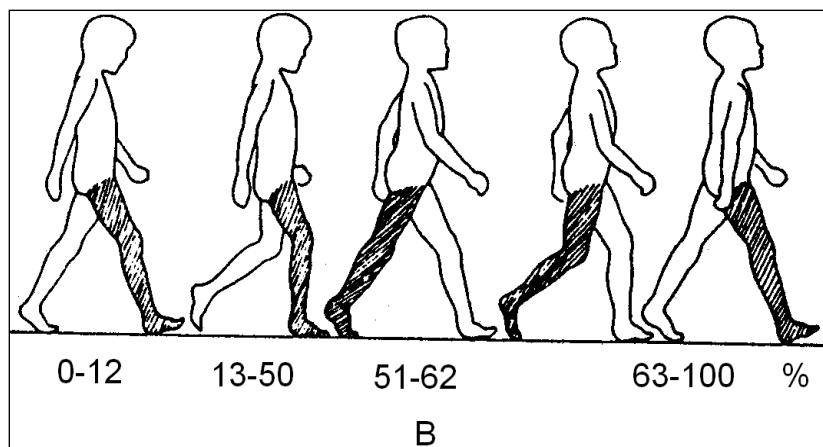
⁵⁰ STRAUS, J. *Kriminalistické stopy s biomechanickým obsahem*. Praha: PA ČR, 2001, 117 s.

obou nohou v témže cyklu trvá stejně dlouho jako první, mezi 50 až 62 % fáze dvojkroku. Švihová fáze uvažované končetiny je ohraničena odtržením prstů stejnostranné nohy a jejím opětovným kontaktem s podložkou, při stejnoměrné chůzi bez kulhání trvá opět 38 % cyklu. (Obr. 19, 20.)

Průběh samotné stojné fáze kroku je opět dán 100 %. Mezi iniciálním kontaktem paty a došlápnutím na plné chodidlo uběhne asi 70 ms, což činí 12 % stojné fáze a 7 % celého cyklu. Fáze plného kontaktu chodidla s podložkou končí odvíjením paty, trvá asi 260 ms, což je 41 % stojné fáze či 34 % celého cyklu. Mezi začátkem odvíjení paty a odtržením prstů od podložky uběhne 290 ms, což znamená 47 % stojné fáze, dojde k tomu v 62 % celého cyklu. Při chůzi směřuje špička nohy lehce vně v úhlu 3-6°.⁵¹



Obr. 19 Průběh cyklu chůze: grafické znázornění v procentech, 1 - statická fáze, 2 - švihová fáze, 3 - současné zatížení obou chodidel, 4 - zatížení jednoho chodidla, KP - kontakt paty s podložkou, OP - odtržení prstů⁵²



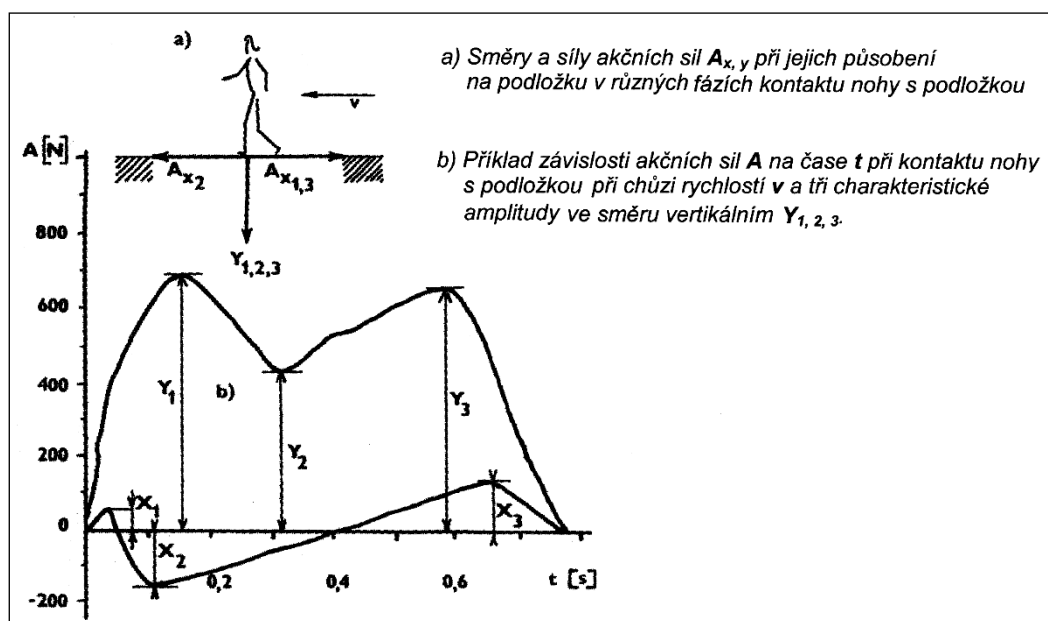
Obr. 20 Průběh dvojkroku⁵³

Při pohybu těla prostorem při bipedální chůzi popisuje těžiště těla, umístěné ventrálně před obratlem S₂, sinusoidu ve vertikální i horizontální rovině, jejíž amplituda je minimalizována mechanismem chůze. Při zrychlování chůze se výkyv těžiště zvětšuje, při pomalé chůzi je amplituda jeho dislokace menší. Tento pohyb těla ovlivňuje změny zatížení chodidla během fáze kroku. Při dotyku paty s podložkou je možno na osciloskopu pedobarografu zaznamenat první hrot. (Obr. 21.)

⁵¹ DUNGL, P. *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha: Avicenum, 1989, s. 32.

⁵² DUNGL, P. *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha: Avicenum, 1989, s. 32.

⁵³ DUNGL, P. *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha: Avicenum, 1989, s. 32.



Obr. 21 Schéma záznamu z osiloskopu pedobarografu^{54, 55}

Vertikální zatížení roste a přesahuje tělesnou hmotnost asi o 10-15 %, během statické fáze klesá asi na 80 %. Druhý vrchol se objevuje při odvíjení nohy od podložky, přesahuje tělesnou hmotnost o 15-20 % a s odtržením prstů prudce klesá k nule. Iniciální hrot je způsoben impakcí těla proti podložce. Tato iniciální síly může být ovlivněna materiálem podešve a podpatku. Při chůzi naboso dosahuje 80 %, při tvrdém podpatku se zvyšuje až na 110 % a snižuje se asi o 40 % při měkkém podpatku. První vrchol je podmíněn elevací těžiště těla, které dosahuje nejnižšího bodu v okamžiku iniciálního kontaktu paty s podložkou. Ve 35 % cyklu chůze dosahuje těžiště těla nejvyššího bodu, když dosáhlo vrcholu setrvačností po prvotní akceleraci, která se na křivce projeví prvním vrcholem. Amplituda vertikálního kolísání těžiště je asi 5 cm, druhý vrchol křivky je dán jeho poklesem při přenášení hmotnosti na druhou končetinu.⁵⁶

Biomechanický obsah trasologických stop

Trasologické stopy bipedální lokomoce jsou typickým představitelem stop, které odrážejí funkční a dynamické vlastnosti a návyky působícího objektu, tj. osoby a je možné z těchto stop dekodovat biomechanický obsah. Lokomoce člověka - chůze nebo běh - jsou projevem osvojeného, stabilizovaného a velmi pevného dynamického stereotypu člověka. Biomechanický obsah trasologických stop je možné v zásadě rozdělit na znaky geometrické, kinematické a dynamické.⁵⁷

Geometrické znaky biomechanického obsahu trasologických stop se budou projevovat hlavně v prostorovém uspořádání stopy (souboru stop) v délce, šířce a

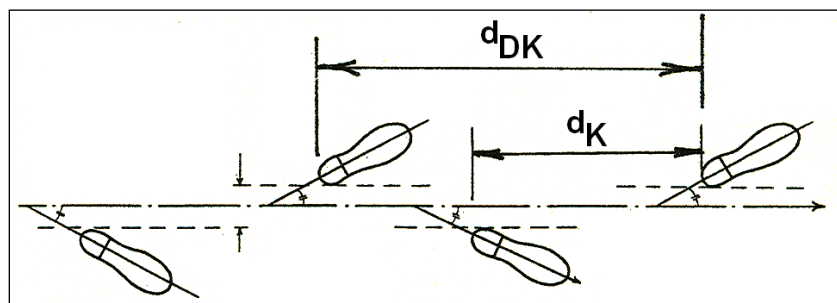
⁵⁴ STRAUS, J., JONÁK, J. *Kriminalistická a technická analýza bipedální lokomoce*. Praha: PA ČR, 2007.

⁵⁵ PORADA, V. *Teorie kriminalistických stop a identifikace*. Praha: Academia, 1987.

⁵⁶ STRAUS, J. *Kriminalistické stopy s biomechanickým obsahem*. Praha: PA ČR, 2001, 117 s.

⁵⁷ STRAUS, J. *Aplikace biomechaniky v analýze trasologických stop a ručního písma*. Habilitační práce. Praha: FTVS UK Praha, 1993.

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 stop obuvi, délka a šířka obuvi, délka a šířka bosé nohy, délka kroku pravé a levé nohy, délka dvojkroku pravého a levého, úhel stopy levé a pravé. (Obr. 22.)



Obr. 22 Schéma trasologických stop bipedální lokomoce. d_K – délka kroku, d_{DK} – délka dvojkroku

Rozsáhlými experimenty⁵⁸ bylo zjištěno, že tělesná výška významně koreluje s délkou a šířkou bosé nohy, délkou a šířkou obuvi, délkou a šířkou stopy obuvi a je tedy zákonitě možné predikovat pravděpodobnou tělesnou výšku podle těchto parametrů. Např. je možné vyjádřit závislost **délka a šířka bosé nohy - tělesná výška** - tělesná výška (v_T) je závislá na obou rozměrech bosé nohy, tj. na délce (d_n) i na šířce ($š_n$) a je dána vztahem

$$v_T = 3,1 d_n + 4,0 š_n + 53,$$

nebo **délka a šířka obuvi - tělesná výška**, pro něž platí vztah

$$v_T = 2,6 d_o + 4,3 š_o + 55,$$

nebo pro kriminalistiku významným vztahem **délka a šířka stopy obuvi - tělesná výška**

$$v_T = 2,6 d_{so} + 4,3 š_{so} + 5.$$

Pro srovnání uvádíme údaje, které byly publikovány v německé biomechanické literatuře (SCHÖNING-BOLDT-HANDLICH 1986). Autoři provedli poměrně rozsáhlý standardizovaný výzkum a antropometrické měření na souboru 100 mužů a 100 žen, kteří se narodili po roce 1945, věkové rozpětí souboru bylo 20-35 let. Autoři měřili celkem 19 antropometrických dat a kromě jiného i délku nohy (přesně délku chodidla) a délku stopy.

Publikované výsledky jsou:

Pro soubor žen platí:

$$v_T = 3,7 d_n + 72,8$$

$$v_T = 4,0 d_{sn} + 66,8$$

⁵⁸ STRAUS, J. *Kriminalistické stopy s biomechanickým obsahem*. Praha: PA ČR, 2001. STRAUS, J. *Aplikace biomechaniky v analýze trasologických stop a ručního písma*. Habilitační práce. Praha: FTVS UK Praha, 1993.

Pro soubor mužů platí:

$$v_T = 4,4 d_n + 59,5$$

$$v_T = 4,8 d_{sn} + 49,3$$

kde d_{sn} - je délka stopy nohy, d_n - je délka nohy, vzorce jsou uvedeny pro hodnoty v centimetrech.

Velmi rozsáhlá měření byla provedena a publikována v české⁵⁹ i zahraniční literatuře. Autoři provedli rozsáhlý výzkum na souboru 6 682 mužů a 1330 žen, výsledky jejich měření uvádějí vztahy mezi délkou nohy a tělesnou výškou.

Pro soubor mužů platí:

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

- průměrná tělesná výška mužů 174,516 cm, standardní odchylka ve výšce 6,610 cm

Pro soubor žen platí:

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

- průměrná tělesná výška žen 162,951 cm, standardní odchylka ve výšce 6,520 cm.

Při **subjektivně normální chůzi** byla experimentálně zjištěna průměrná délka kroku 70 cm a délka dvojkroku při tomtéž druhu chůze je 142 cm. Analytické závislosti se mění okolo těchto statistických průměrů, a to následovně:

a/ délka kroku (d_K) - tělesná výška (v_T)

- do 70 cm délky kroku platí vztah $v_T = 0,297 d_K + 153$

- přes 70 cm délky kroku platí vztah $v_T = 0,315 d_K + 163$

b/ délka dvojkroku (d_{DK}) - tělesná výška (v_T)

- do 142 cm délky dvojkroku platí vztah $v_T = 0,157 d_{DK} + 151$

- přes 142 cm délky dvojkroku platí vztah $v_T = 0,175 d_{DK} + 155$

Pokud se na místě činu nalezne soubor minimálně čtyř souvisle řazených stop, je možné zjistit tělesnou výšku osoby, jež stopy vytvořila, několika způsoby. Jednak je to možné z rozměrů stopy obuvi, dále je vhodné využít námi uvedené vztahy pro délku kroku či dvojkroku. Pokud chceme získat tělesnou výšku co nejpřesněji, pak je nejvhodnější využít několika metod na sobě nezávislých. Přesnost výpočtu a predikce tělesné výšky můžeme stanovit na ± 2 cm. Nejvyšší přesnosti je dosaženo při použití maximálního počtu vstupních parametrů.

Následující Tab. 1 uvádí v přehledu vztahy pro predikci tělesné výšky z délky nohy tak, jak je uváděna v literatuře, a jak byla zjištěna na základě posledních výzkumů.

⁵⁹ STRAUS, J. *Aplikace biomechaniky v analýze trasologických stop a ručního písma*. Habilitační práce. Praha: FTVS UK Praha, 1993.

Tab. 1 Přehled vztahů pro predikci tělesné výšky z délky nohy

Autor (rok)	Závislosti
H. de Parville (1899)	$d_n = \frac{8,6}{30} \left(\frac{v_T}{2} + 0,05 \right)$
Feix (1965)	$v_T = 7 \cdot d_n$
Reinhard, Zink (1969)	Muži $v_T = 95,60 + 2,88 d_n$ Ženy $v_T = 91,10 + 2,84 d_n$
Titlbach (1971)	Muži $v_T = 2,5 \cdot d_n + 4,5 \cdot s_n + 64$
Upraveno autory podle Titlbach (1971)	Muži $v_T = 4,0064 d_n + 68,012$ $v_T = 0,3746 d_n^2 - 16,166 d_n + 338,31$
Straus (2002)	Muži $v_T = 3,5026 d_n + 83,883$ $v_T = -0,0024 d_n^2 + 3,629 d_n + 81,201$ $v_T = 32,005 d_n^{0,5247}$ Ženy $v_T = 2,8789 d_n + 94,038$ $v_T = -0,3434 d_n^2 + 18,504 d_n - 83,56$ $v_T = 65,548 \ln(d_n) - 45,247$
Straus (2002)	Muži $v_T = 5,4778 s_n + 125,4$ $v_T = 2,3519 s_n^2 - 41,547 s_n + 359,86$ $v_T = 91,081 s_n^{0,2961}$ Ženy $v_T = 1,2383 s_n + 149,55$ $v_T = 135,52 s_n^{0,0778}$ $v_T = 135,52 e^{0,008 \cdot s_n}$

Existuje i několik funkčních závislostí a podle experimentálního prověření se jako optimální jeví následující dva způsoby zjištění tělesné výšky z parametrů chůze:

1) Zjištění tělesné výšky z délky kroku (d_K) a dvojkroku (d_{DK})

$$v_T = 0,153 d_K + 0,083 d_{DK} + 155,5 \text{ (cm).}$$

2) Zjištění tělesné výšky z délky kroku, dvojkroku, délky stopy obuvi (d_{DO}) a šířky stopy obuvi (d_{SO})

$$v_T = 0,076 d_K + 0,041 d_{DK} + 1,35 d_{DO} + 2,4 d_{SO} + 101,25 \text{ (cm).}$$

Uvedené funkční závislosti byly zjišťovány a platí pro subjektivně přirozenou chůzi po rovné podložce bez vnějšího ovlivňování. Ze známých rovnic můžeme vhodnou matematickou kombinací předložit pro potřeby kriminalistické praxe velké množství různých rovnic pro všechny varianty vstupních proměnných. Tělesnou výšku

osoby pachatele můžeme vypočítat podle měřených parametrů pěšinky lokomoce a přesnost výpočtu je jen závislá na množství změřených vstupních parametrů.

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. Při všech měřeních se prokázala vyšší korelační závislost délky dvojkroku k tělesné výšce než délky kroku k tělesné výšce. Lineární regrese v závislosti na dvou proměnných při chůzi v různém druhu podkladu jsou uvedeny v následující tabulce. (Tab. 2.)

Tab. 2 Lineární regrese v závislosti na dvou proměnných při chůzi v různém druhu podkladu

Druh podkladu	Lineárně regresní vztahy
Oranice	$v_T = 0,278 d_K + 0,175 d_{DK} + 134$
Sníh	$v_T = 0,248 d_K + 0,194 d_{DK} + 126$
Písek	$v_T = 0,322 d_K + 0,196 d_{DK} + 118$
Škvára	$v_T = 0,384 d_K + 0,218 d_{DK} + 109$
Asfalt	$v_T = 0,308 d_K + 0,217 d_{DK} + 119$

Analogické signifikantní vztahy se prokázaly při zkoumání závislosti délky dvojkroku a délky kroku k tělesné výšce, např. pro **běh** platí

$$v_T = 0,379 d_K + 0,161 d_{DK} + 92;$$

pro **chůzi těsně před rozběhnutím** bylo zjištěno

$$v_T = 0,178 d_K + 0,086 d_{DK} + 151;$$

a pro **běh v setrvalém stavu**

$$v_T = 0,380 d_K + 0,190 d_{DK} + 72.$$

Pro predikci tělesné výšky osoby z parametrů pěšinky chůze jsou důležité čtyři proměnné, a to délka kroku, dvojkroku, délka stopy obuvi a šířka stopy obuvi.

Kromě 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. Ze základního výzkumu je k dispozici několik možných vyjádření rychlosti lokomoce. Všechny dále uvedené vzorce vyžadují pro určení rychlosti lokomoce znalost hodnoty délky kroku, resp. délky skoku u běhu, které lze odečíst z pěšinky chůze, dále znalost výšky těla a délky dolní končetiny (měřené od podložky k spina iliaca anterior superior).

V posledních dvaceti letech jsme provedli vlastní velmi rozsáhlá měření s cílem možného vyjádření rychlosti lokomoce podle měřitelných parametrů pěšinky lokomoce.⁶⁰ Pro rychlost lokomoce je možné odvodit:

⁶⁰ STRAUS, J. *Kriminalistické stopy s biomechanickým obsahem*. Praha: PA ČR, 2001. STRAUS, J. *Aplikace biomechaniky v analýze trasologických stop a ručního písma*. Habilitační práce. Praha: FTVS UK Praha, 1993.

a/ rychlost chůze

$$v \text{ (km/h)} = 11,96 l - 11,61 h_{DK} + 8,54$$

$$v \text{ (m/s)} = 3,23 l - 3,14 h_{DK} + 2,31$$

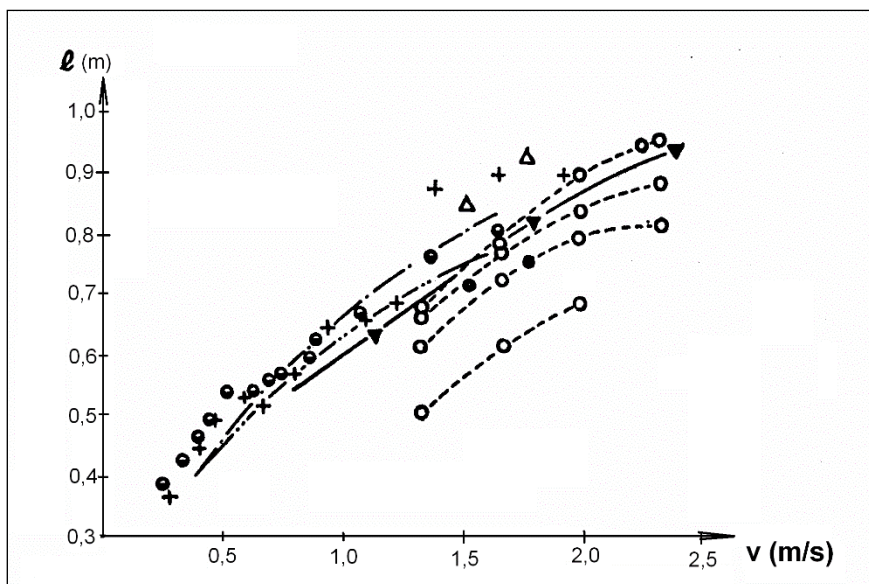
Uvedené rovnice platí pro rychlost chůze od 0,88 do 2,2 m/s.

b/ rychlost běhu

$$v \text{ (km/h)} = 11,35 l - 8,17 h_{DK} + 6,79$$

$$v \text{ (m/s)} = 3,06 l - 2,21 h_{DK} + 1,83$$

platí pro rychlost běhu od 2,22 m/s do 3,58 m/s. Po startu na prvních 30 metrech se délka kroku zvyšuje lineárně. (Obr. 23.)



Obr. 23 Závislost délky kroku a rychlosti chůze podle experimentálních podkladů⁶¹

Jednodušší podklad, rovněž použitelný pro orientační zjištění rychlosti lokomoce subjektu, uvádějí CAVAGNA-MARGARIA⁶²

$$v \text{ (m/s)} = 3,89 \cdot l - 1,41;$$

$$v \text{ (km/h)} = 14,01 \cdot l - 0,51.$$

Oba vzorce platí pro rychlost od 0,83 m/s do 2,7 m/s. Ve všech případech se délka dolní končetiny a délka kroku dosazuje v metrech.

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. Pak je možné hodnotu pravděpodobné rychlosti lokomoce (rychlosti nebo běhu) vyjádřit jednou z těchto rovnic:

a/ rychlost chůze

$$v = 9,314 d_K - 2,226$$

$$v = 11,962 d_K - 1,440 d_{DK} - 1,784$$

$$v = 11,962 d_K - 26,831 d_{DO} - 34,613 d_{SO} + 7,554$$

⁶¹ ZACIORSKIJ, V. M., ALEŠINSKIJ, S. J., JAKUMIN, N. A. *Biomechaničeskije osnovy vynoslivosti*. Moskva, Fizkultura i sport, 1982.

⁶² CAVAGNA, G., MARGARIA, R. Mechanics of Walking. *Journal of Applied Physiology*, 1, 1966.

b/ rychlost běhu

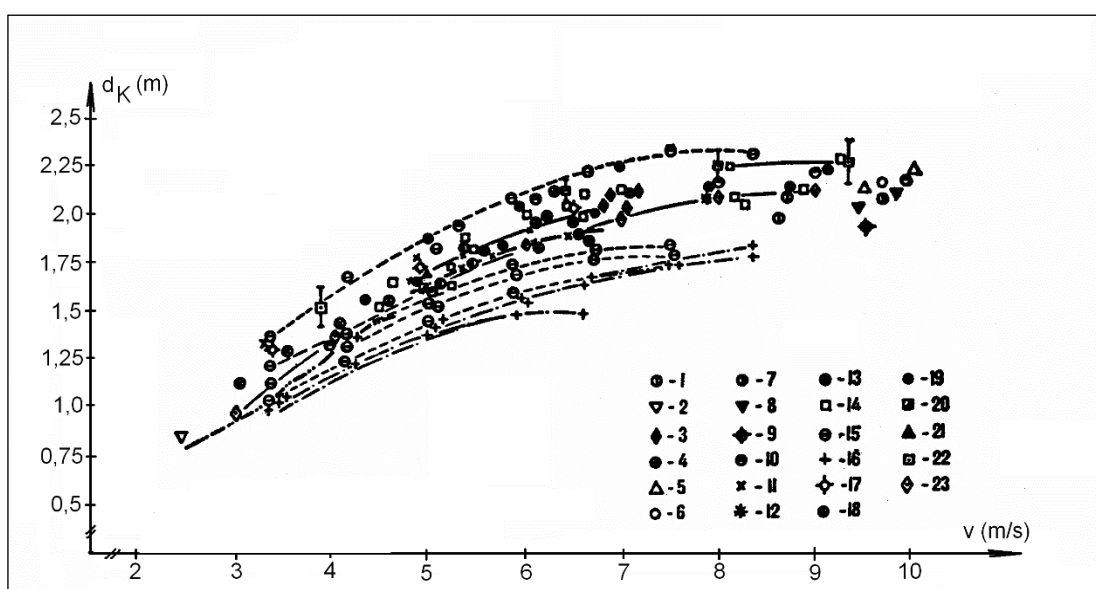
$$v = 5,761 d_K - 5,055$$
$$v = 11,351 d_K - 3,23 d_{DK} + 3,905$$
$$v = 11,351 d_K - 18,88 d_{DO} - 24,35 d_{SO} + 6,09$$

kde je v - rychlost lokomoce (m/s), d_K - délka kroku (m), d_{DK} - délka dvojkroku (m), d_{DO} - délka stopy obuvi (m), d_{SO} - šířka stopy obuvi (m).

Při rychlosti běhu od 2,22 do 3,58 m/s je možné vyjádřit střední délku kroku pouze vzorce⁶³

$$d_K = 0,0881 v + 0,720 h_T - 0,598,$$

kde d_K je délka kroku (m), v je střední rychlost běhu (km/h) a h_T je délka dolní končetiny (m). (Obr. 24.)



Obr. 24 Rychlost chůze podle charakteru chůze a kategorie chodců⁶⁴

⁶³ STRAUS, J. *Kriminalistické stopy s biomechanickým obsahem*. Praha: PA ČR, 2001. STRAUS, J. *Aplikace biomechaniky v analýze trasologických stop a ručního písma*. Habilitační práce. Praha: FTVS UK Praha, 1993.

⁶⁴ ZACIORSKIJ, V. M., ALEŠINSKIJ, S. J., JAKUMIN, N. A. *Biomechaničeskije osnovy vynoslivosti*. Moskva, Fizkultura i sport, 1982.

Tab. 3 Rychlost chůze podle charakteru chůze a kategorie chodců

Kategorie chodců	Pohlaví	Rychlost pohybu ($m \cdot s^{-1}$)				
		Pomalá chůze	Normální chůze	Rychlá chůze	Běh	Sprint
s protézou na noze	M	0,61 – 0,69	0,78 – 1,08	1,11 – 1,47	1,53 – 1,86	
opilí a podnapilí	M	0,72 – 1,00	1,06 – 1,33	1,39 – 1,78	1,94 – 2,33	2,50 – 3,78
s dítětem za ruku	M	0,64 – 0,81	1,08 – 1,28		-	2,94 – 3,56
	Ž	0,56 – 0,94	0,97 – 1,28	1,31 – 1,53	1,61 – 2,31	2,50 – 3,33
s dítětem na rukou	M	0,92 – 1,06	1,11 – 1,33	1,39 – 1,53	1,72 – 2,00	-
	Ž	0,86 – 1,00	1,08 – 1,31	1,33 – 1,56	2,36 – 2,78	-
s balíkem	M	0,97 – 1,42	1,19 – 1,42	1,50 – 1,75	-	2,86 – 4,00
	Ž	0,83 – 1,11	1,19 – 1,39	1,47 – 1,67	1,92 – 2,61	3,08 – 3,64
s kočárkem	Ž	0,56 – 0,81	0,97 – 1,25	1,31 – 1,58	1,83 – 2,00	
držíc se za ruce	M+Ž	0,83 – 1,14	1,22 – 1,50	1,53 – 1,86	2,08 – 3,14	

3. Analýza praktických příkladů

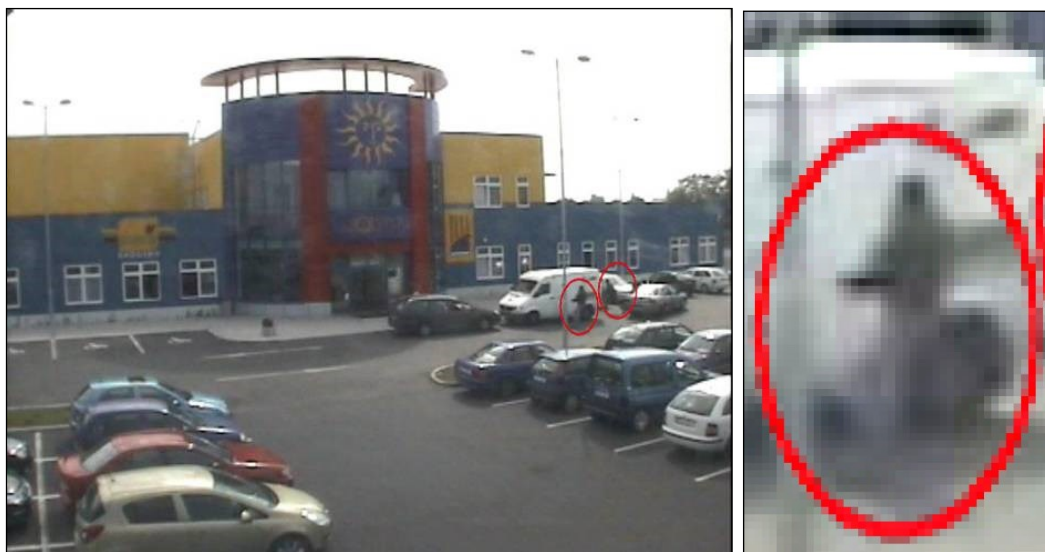
Teoretický základ

V současné době je možnost určení fyzikálních parametrů zájmové osoby (event. podle pohybu těla při chůzi, rychlosti ohybu...) poměrně žádaná a perspektivní, neboť umožňuje značné zúžení počtu možných pachatelů a někdy vede k přímé identifikaci (ztotožnění). V současné době sice existují některé SW, které uvedenou problematiku dokáží řešit, avšak jsou pro širší okruh uživatelů finančně „nad jejich možností“.

Při porovnání s ostatními biometrickými identifikačními metodami má identifikace podle fyzikálních parametrů (délka, šířka, výška, tvar) a pohybové aktivity (chůze, pohyb paží, pohyby hlavy) některé výhody. Jedna z nich vyplývá ze skutečnosti, že záběry pořizované pomocí kamerových systémů používané pro identifikaci mohou mít poměrně nízké rozlišení. Jedná se také o neinvazivní metodu a pozorování může být prováděno z poměrně velké vzdálenosti, aniž by navíc osoba věděla, že je pozorována.

Nevýhodou je, že změna podmínek (např. oblečení, světelné podmínky, úhel kamery nebo dokonce rychlost chůze) může způsobit více odchylek. Proto je velmi důležitá důsledná kontrola všech zjištěných parametrů.

Mezi základní úkony by měl patřit alespoň základní odhad možné chyby výpočtu. Ten je ve značné míře svázán s velikostí a rozlišením záběru, což je možné ilustrovat na následujících obrázcích.



Obr. 25 Odhad možné chyby ¹⁶⁵

Obr. 25 byl pořízen v digitálním TV standardu D-1 NTSC (square pixels) a jeho rozměry v pixelech jsou 720x540, formát 4:3. Výška zaznamenané scény je cca 20 m. Vzhledem k uvedenému rozlišení připadá na 1 pixel výška cca 3,7 cm. Postava (asi muž) vysoký cca 180 cm zabírá cca 1/10 výšky obrázku, tedy cca 54 pix.

Chyba odečtu 1 pix. u hlavy, 1 pix. u bot (díky nejasnému obrysu) znamená celkovou chybu téměř 8 cm. Pro kriminalistické a forenzní potřeby požadující identifikaci podle chůze nebo velikosti je tento záběr nepoužitelný.

⁶⁵ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 26 Odhad možné chyby 2⁶⁶

Obr. 26 byl pořízen ve standardu VGA a jeho rozměry v pixelech jsou 640×480, formát 4:3. Výška zaznamenané scény je cca 7,2 m. Na 1 pixel připadá tedy výška cca 1,5 cm. Postava vysoká cca 180 cm zabírá cca 1/4 výšky obrázku, tedy cca 120 pix. Při chybě odečtu 0,5 pix. u hlavy a 0,5 pix. u bot, představuje celkovou chybu cca 1,5 cm. Pro uvažované využití v kriminalistické praxi je uvedený obrázek použitelný s výhradami (spíše jako orientační výpočet)



Obr. 27 Odhad možné chyby 3⁶⁷

⁶⁶ Zdroj osobní archiv autora.

⁶⁷ Zdroj osobní archiv autora.

Odhad možné chyby na Obr. 27, který byl pořízen v digitálním TV standard D-1 PAL (Intellex) a jeho rozměry v pixelech jsou 720x576, formát 4:3, zaznamenává scénu o výšce cca 3,6 m. Na 1 pixel tedy připadá rozlišení cca 0,63 cm. Postava (asi muž) vysoký cca 180 cm zabírá cca 1/2 výšky obrázku, tedy cca 288 pix.

Chyba odečtu 0,5 pix. u hlavy, 0,5 pix. u bot představuje celkovou chybu cca 0,63 cm. Pro kriminalistické a forenzní potřeby požadující identifikaci podle chůze nebo velikosti, je tento záběr použitelný.



Obr. 28 Odhad možné chyby 4⁶⁸

Obr. 28 byl pořízen v „oříznutém“ digitálním TV standardu D-1 PAL (Intellex) a jeho rozměry v pixelech jsou 696x576, formát cca 4:3. Výška zaznamenané scény je cca 2,7 m. Na 1 pixel tedy připadá rozlišení cca 0,47 cm. Postava (asi muž) vysoký cca 180 cm zabírá cca 2/3 výšky obrázku, tedy cca 384 pix. Při chybě odečtu 0,5 pix. u hlavy, 0,5 pix. u bot představuje je možná celková chybu cca 0,47 cm. Pro kriminalistické a forenzní potřeby požadující identifikaci podle chůze nebo velikosti, je tento záběr použitelný a velmi kvalitní.

Dalším krokem by mělo být základní zpracování obrázků (získaných z kamerových záznamů) podle základních poznatků lineární perspektivy. Jedná se o promítání velikosti postav, etalonových a kontrolních rozměrů do jedné společné roviny. To potom umožní výpočet např. výšky postavy nebo rychlost pohybu osob nebo věcí (např. rychlost auta).

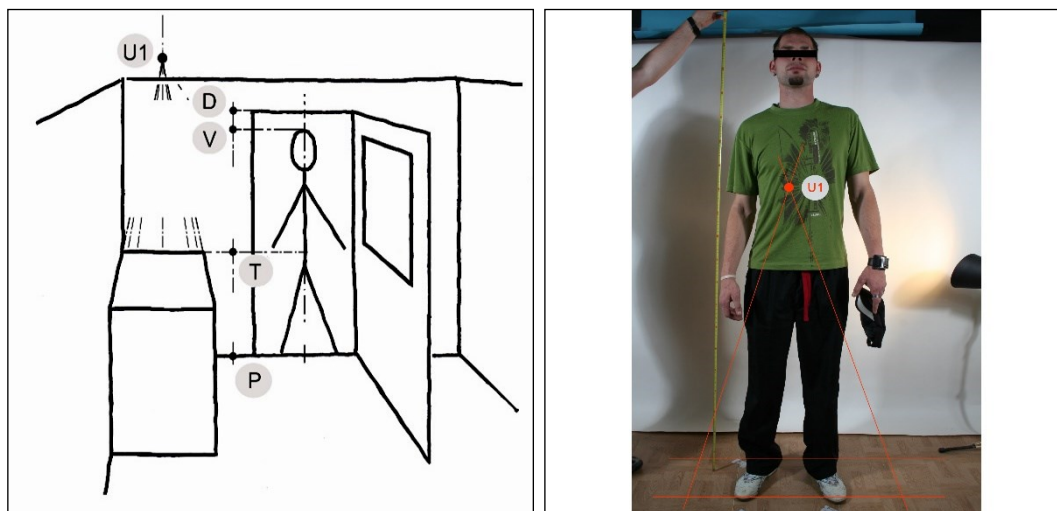
Lineární perspektiva je jednou z možností, kterou lze zobrazit na dvourozměrné ploše (fotografii, papíru, obrazovce) trojrozměrný předmět. Perspektiva zachovává prostor, objekty a jejich vztahy tak, jak je vidí oko člověka. To znamená, že vzdálenější objekty se zdají menší, bližší se jeví jako větší. Pokud je předmět pozorován (snímán) přímo zepředu, bude se jednat o perspektivu s jedním úběžníkem (jednoúběžníková perspektiva).

Dva úběžníky se pro zpracování použijí tam, kde je předmět (zaznamenávaná scéna) pozorována tak, že je vidět více než jednu jeho hranu.

Tříúběžníkové promítání se použije v případě, že je vidět předmět z více než jedné strany a navíc seshora nebo zespodu.

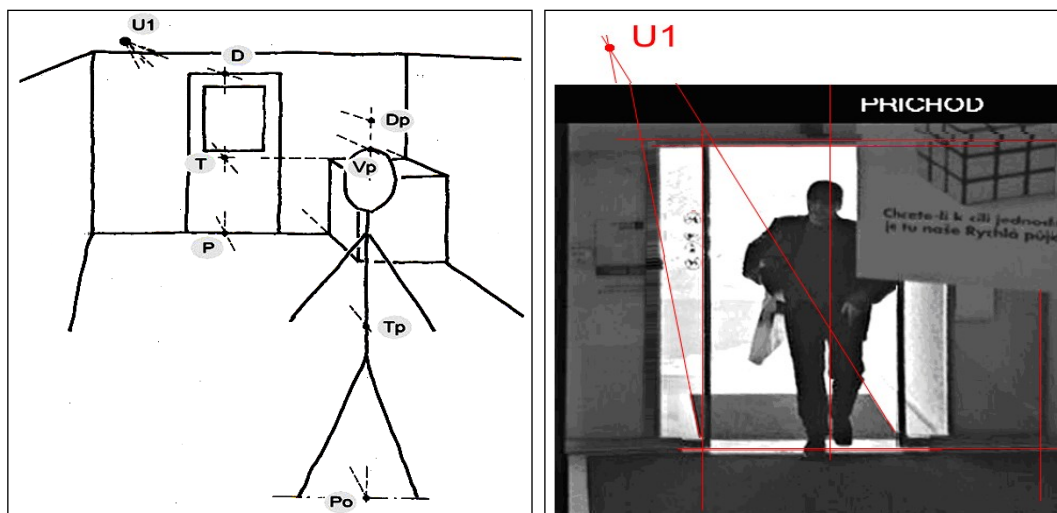
⁶⁸ Zdroj osobní archiv autora.

Příklad jednoúběžníkové perspektivy je na Obr. 29. Uvedený případ je velmi specifický a v praxi je možné se s ním setkat ve velmi malém počtu případů. Na uvedeném obrázku se jedná o fotografii ze záznamů PČR, pořízenou pro forenzní potřeby.



Obr. 29 Jednoúběžníková perspektiva a praktický příklad⁶⁹

Obdobná situace však nastává v případě, že druhý úběžník je velmi vzdálený a přímky v obrázku ve směru osy x je potom možné uvažovat za téměř rovnoběžné. Na výsledky případného pouze orientačního výpočtu to má minimální vliv. (Obr. 30.)

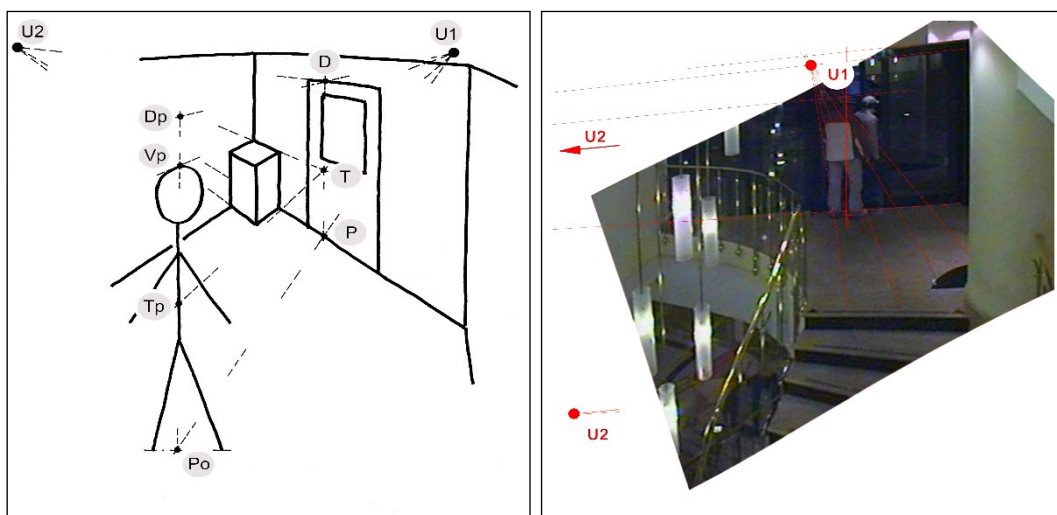


Obr. 30 Schéma jednoúběžníkové perspektivy a praktický příklad z kamerového záznamu⁷⁰

Dvouúběžníková perspektiva je znázorněna na Obr. 31. Tříúběžníková perspektiva, která je v praxi asi nejčastěji řešena, je znázorněna na Obr. 32.

⁶⁹ Zdroj osobní archiv autora.

⁷⁰ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 31 Schéma dvouúběžníkové perspektivy a praktický příklad z kamerového záznamu⁷¹

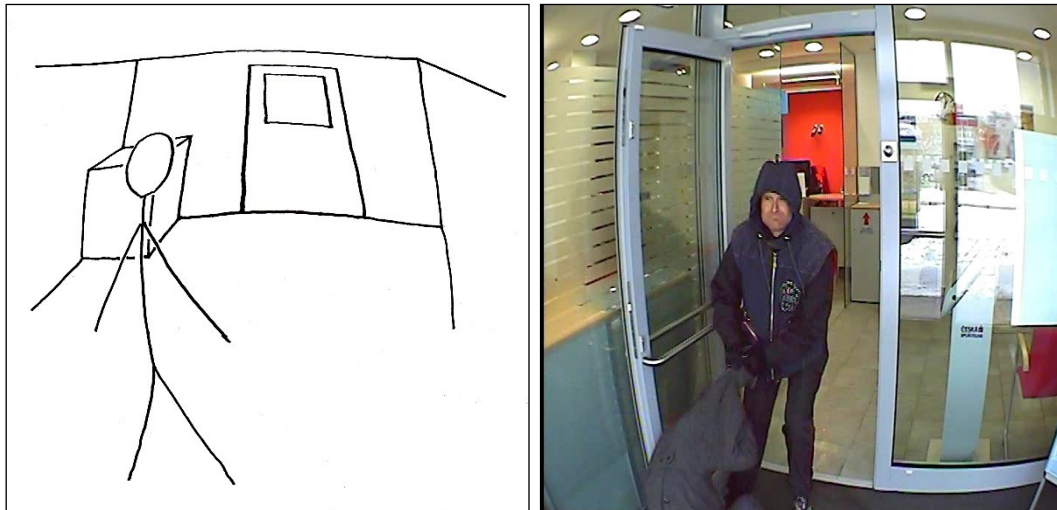


Obr. 32 Schéma tříúběžníkové perspektivy a praktický příklad z kamerového záznamu⁷²

Vzhledem k tomu, že jsou někdy u kamer pro snímání střeženého prostoru použity objektivy s nevhodnou ohniskovou vzdáleností, mohou nastat další možné kombinace zkreslení obrazu. Jedná se zejména o „poduškové“ zkreslení. Schéma i názorné příklady jsou na Obr. 33 a Obr. 34. Uvedená zkreslení je možné většinou bez problémů eliminovat v podstatě téměř všemi grafickými SW.

⁷¹ Zdroj osobní archiv autora.

⁷² Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 33 Schéma „poduškového“ zkreslení 1 a praktický příklad z kamerového záznamu⁷³



Obr. 34 Schéma „poduškového“ zkreslení 2 a praktický příklad z kamerového záznamu⁷⁴

Popis některých obrázků vypadá na první pohled poněkud složitě (např. *Obr. XY Postava pachatele „kamera Studená_024918_05_0001skut 010048“*), ale toto označení není samoúčelné. Značení obrázku totiž popisuje, co obrázek obsahuje (postava pachatele), název videosouboru, ze kterého byl obrázek vybrán (videosoubor „*kamera Studená_024918_05*“), číslo kamery městského kamerového systému v záznamu (kamera *0001*), stav obrázku (zda se jedná o obrázek nějakým způsobem upravený či neupravený - *skut* je neupravený) a strojový čas od začátku videosouboru (čas 1 min., 0,48 s, *010048*).

Tento způsob značení obrázků považují autoři pro svoji práci za optimální, neboť jim umožňuje kdykoliv přesně a hlavně rychle vyhledat obrázek jak na disku PC, tak i v originálních dynamických záznamech a nemusí zdlouhavě procházet celé záznamy (někdy i mnohahodinové).

⁷³ Zdroj osobní archiv autora.

⁷⁴ Zdroj osobní archiv autora.

Případ č. 1 – Loupežné přepadení v bance

V tomto případě se jednalo o loupežné přepadení v bance. Pachatel vstoupil těsně před polednem do vstupního prostoru banky v úmyslu zmocnit se finanční částky, namířil pistoli na bankovní úřednici a požadoval na ní vydání peněz. Ta mu ze strachu vydala veškerou hotovost, kterou měla v pokladně. Následně se obrátil na vedle stojícího bankovního úředníka a rovněž na něj namířil pistoli a přinutil jej k vydání hotovosti z pokladny, následně i s penězi v celkové výši kolem 700.000 Kč, které měl v bílé igelitové tašce, odešel.

Cílem znaleckého zkoumání bylo určit tělesnou výšku pachatele a další relevantní informace.

Pro určení velikosti postavy z dynamických obrazových záznamů pořízených v RFB Dejvice 18. 05. 2005 byl vybrán datový soubor „VSTUP“ a zvolen následující postup:

Z datového souboru „VSTUP“ byl vybrán okamžik, kdy postava prochází vstupními dveřmi v čase 11.52.51 dne 18. 05. 2005. V uvedený okamžik totiž postava provedla došlápnutí přesně na pomyslnou spojnicu levé a pravé stojky zárubní. Tato poloha došlápnutí značně zjednoduší a zpřesní výpočet výšky postavy. Uvedený okamžik byl označen jako „vstup 00 28 16“. (Obr. 35.)



Obr. 35 Vstup 00 28 16⁷⁵

Vzhledem k tomu, že uvedený snímek je „zkreslený“ vlivem umístění kamery (jsou zkreslené rovné linie - „rybí oko“) použitým objektivem s relativně malou ohniskovou vzdáleností, byl zvolen postup grafického „narovnání“ snímku. Tento postup zajistí, při kontrole rozměrů rovnoběžných svislých a vodorovných linií, možnost výpočtu výšky postavy a některého kontrolního rozměru (např. výšky dveří). Takto vzniklý obrázek byl označen jako „Obr. 36 Vstup 00 28 16-axo“.

⁷⁵ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 36 Vstup 00 28 16-axo⁷⁶

Pro další zpracování obrázku bylo nutné vložit pomocné přímky, které zajistí snadnější kontrolu rovnoběžnosti a umožní snadnější odečet hodnot z pravouhého souřadného systému, jehož počátek byl pro jednoduchost zvolen v levém horním rohu obrázku, kde se nalézá také zájmová postava. Takto upravený obrázek byl označen jako „Obr. 37 Vstup 00 28 16-axo-měření“.



Obr. 37 Vstup 00 28 16-axo-měření⁷⁶



Obr. 38 Body odečtu souřadnic na Obr. 37⁷⁶

V Obr. 37 byly pro odečet souřadnic stanoveny následující body: (Obr. 38.)

- A nadpraží zárubní
- B vrchní hrana ikony zákazu vstupu se zbraní
- C spodní hrana posuvného dveřního křídla
- D pomyslná spojnice levé a pravé stojky zárubní (průsečnice roviny dveřního křídla a podlahy)
- E vrchol hlavy

⁷⁶ Zdroj osobní archiv autora.

Hodnoty souřadnic jsou uvedeny v následující Tab. 4:

Tab. 4 Hodnoty souřadnic z Obr. 38

Bod	X	Y
A	4,90	2,69
B	4,58	5,43
C	4,90	15,49
D	4,90	15,63
E	9,07	4,06

Tab. 5 Vypočtené rozměry z Tab. 4 Hodnoty souřadnic z Obr. 38

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota Y [cm]
Δ_Y C-B	10,06	160,0
Δ_Y C-A	12,80	203,6
Δ_Y D-E	11,57	184,0
Δ_Y 1pixel	0,04	0,63

Hodnota Δ_Y C-B = 160,0 cm byla změřena 23. 11. 2005 na místě v bance. Kontrolní hodnota Δ_Y C-A = 203,6 cm, představující vzdálenost mezi podlahou (pomyslnou spojnicí levé a pravé stojky zárubní) a nadpražím, byla změřena 23. 11. 2005 na místě v bance a její skutečná hodnota je 205 cm. Rozdíl mezi skutečnou a vypočtenou hodnotou Δ_{Yskut} [cm] C-A = 1,4 cm je dán částečným zastíněním dveřního křídla schránkou (mechanismem), integrovanou s nadpražím.

Vypočtená hodnota Δ_Y D-E = 184 cm představuje výšku postavy při chůzi.

Ověřovací zkoušky proběhly 30. 11. 2005 se 2 figuranty (policisté) (Obr. 39) - oba praváci na rozdíl od postavy z Obr. 35 **Vstup 00 28 16**, (která je velmi pravděpodobně levákem) a jejichž cílem bylo zjištění vztahu mezi „vojenskou“ hodnotou výšky postavy (postava opřená patami, zády a hlavou o pevnou překážku – zed) a výškou postavy při specifickém pohybu chůze s napřahující rukou, ve které je držena zbraň (lehce skloněná hlava a mírné nahrbení postavy). Vyhodnocení záběrů se provádělo stejnou metodou jako u postavy z Obr. 35 **Vstup 00 28 16** a vypočtená hodnota se porovnávala s „vojenskou“ hodnotou výšky. Bylo zjištěno snížení postavy o cca 2 až 2,5 %.

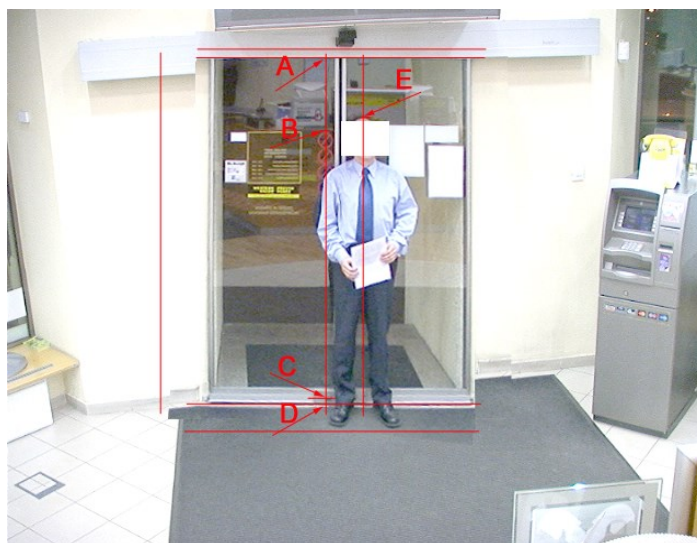


Obr. 39 Figuranti při ověřovacích zkouškách⁷⁷

Pro rozdíl $\Delta Y D-E = 184,0$ cm vypočtený z obrázku „vstup 00 28 16-axo-měření“ to představuje zmiňovanou „vojenskou“ výšku 187,7 až 188,6 cm. (Pro objektivitu je nutné přiznat toleranci $\pm 0,5$ pixelu v originálním obrázku, která představuje hodnotu 0,64 cm.)

Skutečná výška postavy na Obr. 35 je 187,4 až 188,9 cm (včetně pevně nasazené čepice kšiltovky a bot).

Pro ověření popsané metody byly 23. 11. 2005 na místě vstupních dveří v bance pořízeny kontrolní záběry s figurantem, jehož výška byla 172 cm (postava opřená patami, zády a hlavou o pevnou překážku – skleněné vchodové dveře), byl proveden kontrolní výpočet výšky postavy. (Obr. 40.)



Obr. 40 Kontrola metody - figurant⁷⁸

- A nadpraží zárubní
- B vrchní hrana ikony zákazu vstupu se zbraní
- C spodní hrana posuvného dveřního křídla
- D pomyslná spojnice levé a pravé stojky zárubní (průsečnice roviny dveřního křídla a podlahy)
- E vrchol hlavy

⁷⁷ Zdroj osobní archiv autora.

⁷⁸ Zdroj osobní archiv autora.

Hodnoty souřadnic jsou uvedeny v následující Tab. 6:

Tab. 6 Hodnoty souřadnic z Obr. 40

Bod	X	Y
A	10,26	1,55
B	10,26	3,85
C	10,26	12,27
D	10,26	12,45
E	11,46	3,42

Vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů z Obr. 40 jsou v Tab. 7.

Tab. 7 Vypočtené vzdálenosti z Obr. 40

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota Y [cm]
Δ_Y C-B	8,42	160,0
Δ_Y C-A	10,72	203,7
Δ_Y D-E	9,03	171,6
Δ_Y 1pixel	0,04	0,76

Kontrolní hodnota Δ_Y C-A, představující vzdálenost mezi podlahou (pomyslnou spojnicí levé a pravé stojky zárubní) a nadpražím byla vypočtena na = 203,7 cm. (skutečná výška změřena 23. 11. 2005 na místě v bance je 205 cm. Rozdíl mezi skutečnou a vypočtenou hodnotou $\Delta_{Yskut[cm]}$ C-A = 1.3 cm je dán částečným zastíněním dveřního křídla schránkou (mechanismem), integrovanou s nadpražím. (Patrno z Obr. 40.)

Vypočtená hodnota Δ_Y D-E = 171,6 cm představuje výšku stojícího figuranta. Rozměry 1 pixelu v originálním obrázku představují hodnotu 0,76 cm.

Vypočtená výška postavy figuranta z kontrolního obr. je 171,2 až 172,0 cm (včetně bot). Naměřená skutečná výška figuranta s botami je 172 cm.

Ze zpracovávaných souborů vyplynula některá další zajímavá fakta:



Obr. 41 Vstup 00 26 00⁷⁹

Při příchodu sahá pro zbraň **levou** rukou na pravou stranu. (Obr. 41.) Jedná se tedy s velkou pravděpodobností o leváka. Všechny další fáze jeho činnosti prokazují „šikovnější“ levou ruku. (Při psaní by ale mohl používat pravou ruku – přecvičování ve škole.) V dané situaci je tato pozice pro leváka výhodnější, protože pravou rukou, ve které drží tašku, tak zároveň přidržuje „šos“ kabátu, aby nebyla zbraň vidět. Při tomto způsobu vytažení a namíření zbraně většinou dojde k „přetažení“ mimo cíl, ale pro případnou střelbu na krátkou vzdálenost (což je tento případ) to tolik nehraje roli.



Obr. 42 Vstup 00 31 08⁷⁹

Z Obr. 42 je patrné, jak pachatel začíná zbraň stáčet pažbou ven od těla. Tato pozice podle názoru některých odborníků umožňuje lepší zaměřování cíle pro případnou střelbu na krátkou vzdálenost.

⁷⁹ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 43 Vstup 00 34 00⁸⁰



Obr. 44 Mob 1 00 04 16⁸¹

Na Obr. 43 a Obr. 44 je vidět úplně ploché držení zbraně. Dle názoru autorů se nejedná o začátečníka v zacházení se zbraní, ale o člověka, který má alespoň základní střelecký výcvik (nebo to odkoukal z filmů).

⁸⁰ Zdroj osobní archiv autora.

⁸¹ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 45 Vstup 00 36 00⁸²



Obr. 46 Mob1 00 06 16⁸²

Na Obr. 45 a Obr. 46 je zajímavá pozice vztyčeného malíčku při držení zbraně a míření. Z poskytnutých záběrů lze vysledovat takové vztyčení malíčku 2x.

Z předchozích obrázků (a mnoha jiných) je možné usuzovat, že se jedná velmi pravděpodobně o jednu z těchto zbraní (Obr. 47, Obr. 48):

⁸² Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 47 P.08 DWM 9 mm Luger⁸³



Obr. 48 Walther P38 9 mm Luger⁸³

⁸³ Zdroj osobní archiv autora.

Případ č. 2 – Určení výšky postavy ze záběrů bezpečnostní kamery a privátních fotografií

V případě krádeže vloupáním odcizili pachatelé velmi vysoké částky peněz, přesahující 1.000.000,- Kč. Pohyb pachatelů byl zachycen na průmyslovou kameru a současně byli náhodným svědkem zachyceni na mobil, byly pořízeny privátní fotografie. Cílem znaleckého zkoumání bylo zjištění tělesné výšky pachatelů.

Ke zpracování pro určení velikostí zájmových postav byly dodány dva typy souborů. Jednalo se o dynamický záznam z bezpečnostní kamery (s názvem FXL10200400063_04_22-VIII-07-15-10-00__600) a 2 soukromé fotografie pořízené zařízením se snímačem s rozlišením 2 Mpx (mobilní telefon), označené jako DSC00367 a DSC00368.

Po zhodnocení obou typů záznamů bylo vzhledem k velmi nízké kvalitě záznamu a velikosti postav vzhledem k velikosti snímku (Obr. 49) jednoznačně rozhodnuto pro zpracování jedné soukromé fotografie pořízené náhodně z okna budovy právě v době loupeže mobilním telefonem. (Obr. 50.)



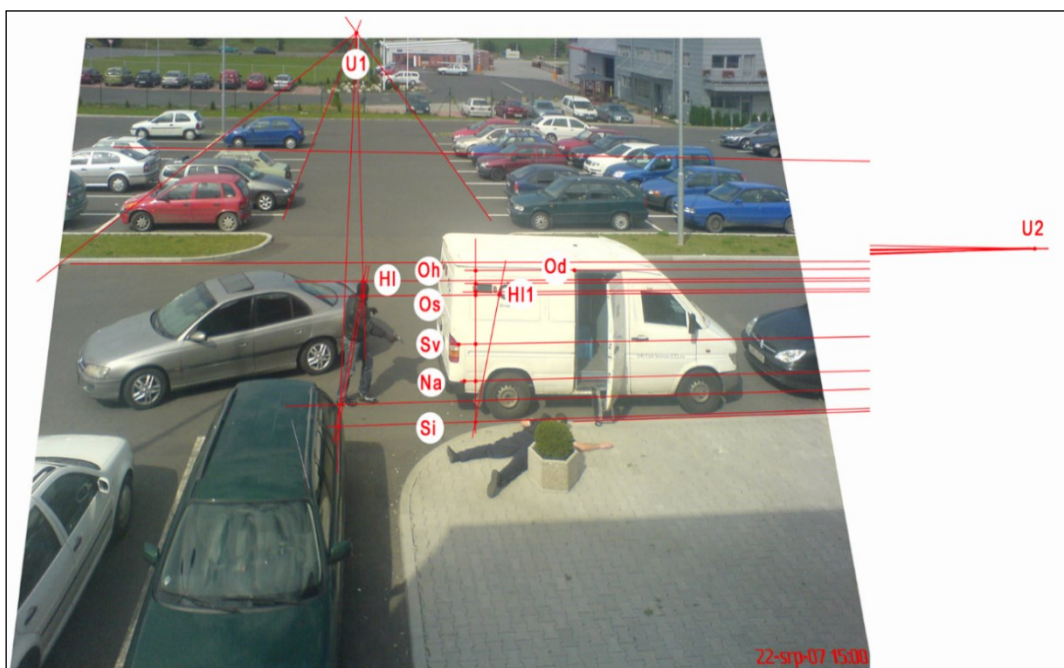
Obr. 49 Foto 05 42 89⁸⁴

⁸⁴ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 50 DSC00367⁸⁵

Postava na Obr. 50 je zachycena v okamžiku chůze, kdy stojí na P noze, L noha provádí švih ze zadní do přední polohy a nachází se v pozici cca o délku chodidla (stopy) před P nohou. Vzhledem k rychlosti pohybu, je trup postavy nakloněn mírně vpřed, hlava je vzpřímená. Protože je v uvedeném obrázku patrné axonometrické zkreslení ve všech třech osách, bylo toto zkreslení ve svislé ose (vzhledem k velmi velké vzdálenosti úběžníku ve svislé ose) graficky odstraněno. Do takto vzniklého obrázku byly zakresleny potřebné přímky pro odečet souřadnic a výpočet výšky a postava byla promítnuta do roviny P boční stěny automobilu. Úpravy v tomto obrázku jsou zobrazeny na Obr. 51.



Obr. 51 DSC00367 měření⁸⁶

⁸⁵ Zdroj osobní archiv autora.

⁸⁶ Zdroj osobní archiv autora.

U1, U2	úběžníky
Od	horní hrana otvoru bočních dveří – kontrolní rozměr (Obr. 52)
Oh	horní hrana okénka v boční stěně – kontrolní rozměr (Obr. 55)
Os	spodní hrana okénka v boční stěně – výškový etalon (Obr. 55)
Sv	rozhraní bílé a červené části krytu konc. svítilny kontrolní rozměr (Obr. 53)
Na	horní hrana zadní části nárazníku – kontrolní rozměr (Obr. 54)
Si	plocha silnice
HI	temeno hlavy zájmové postavy – zjišťovaný rozměr – kolmý průmět
HI1	temeno hlavy zájmové postavy – zjišťovaný rozměr – skutečná velikost



Obr. 52 Horní hrana otvoru bočních dveří⁸⁷



Obr. 54 Rozhraní bílé a červené části krytu koncové svítilny⁸⁷



Obr. 53 Horní hrana zadní části nárazníku⁸⁷



Obr. 55 Okénko v boční stěně⁸⁷

⁸⁷ Zdroj osobní archiv autora.

Rozměry, použité ve výpočtu, byly naměřeny na stejném vozidle, ve stejné zatíženém stavu v jakém bylo při přepadení (obsah paliva v nádrži, bez posádky a bez dalšího dodatečného zatížení), byly naměřeny dne 9. 1. 2008 v 13:50 na parkovišti firmy G4S.

Pro početně-grafické řešení byly z Obr. 51 odečteny potřebné souřadnice výškového etalonu – okénko v boční stěně a ostatních kontrolních rozměrů (Obr. 52 Horní hrana otvoru bočních dveří, 53, 54).

Odečtené hodnoty byly vloženy do tabulky (Tab. 8). Pro snadnější zpracování byl počátek souřadného systému zvolen v levém horním rohu obrázku.

Tab. 8 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů z Obr. 51

Bod	X	Y
Od	40,15	21,73
Oh	40,15	22,81
Os	40,15	etalon 23,53
Sv	40,15	27,83
Na	40,15	30,89
HI	40,15	23,76
Si	40,15	34,31
HI1	42,15	23,78

Protože je trup zájmové osoby nakloněn mírně vpřed (cca 10°), je nutné spočítat skutečnou výšku zájmové postavy v poměrné hodnotě podle vzorce:

$$|HI1;Si| = \sqrt{(x_{HI1}-x_{Si})^2 + (y_{HI1}-y_{Si})^2}$$

Po dosazení souřadnic příslušných bodů z Tab. 8 vychází:

$$|HI1;Si| = \sqrt{(42,15- 40,15)^2 + (23,78 - 34,31)^2} = 10,72$$

Vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů jsou v Tab. 9.

Tab. 9 Vypočtená výška zájmové postavy z Obr. 51

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota Y [cm]	Naměřená hodnota Y [cm]	Δ v cm mezi nam. a vyp. hodnotou
Δ_Y Si-Od	12,58	215,89	215,5	-0,39
Δ_Y Si-Oh	11,50	197,36	198,0	+0,64
Δ_Y Si-Os	10,78	etalon	185,0	-
Δ_Y Si-Sv	6,48	111,21	112,0	+0,79
Δ_Y Si-Na	3,42	58,69	59,5	+0,81
Δ_Y Si-HI	10,55	181,05	-	-
HI1;Si	10,72	183,97	-	-

Skutečná pravděpodobná výška (vztažená k etalonové výšce 185 cm) zájmové osoby z obr. 51 je 183,97 cm (-0,4 až +0,8 cm).

Uvedená výška postavy je včetně bot a nasazené kukly.

Případ č. 3 - Využití dynamického záznamu z kamerového systému při identifikaci osob - Loupežné přepadení v kasinu

Dne 10. 3. 2006 došlo k loupežnému přepadení jednoho ze stálých hráčů kasina v pětihvězdičkovém hotelu v centru Prahy. Dva pachatelé byli domluveni s krupiérem kasina na poskytování informací o tom, kolik uvedený hráč vyhrál. Před loupeží, která se odehrála mimo budovu kasina, se oba pachatelé šli podívat do kasina na podobu uvedeného hráče. Poté, co hráč kasino opustil, sledovali ho a v jedné okrajové části Prahy ho fyzicky napadli a odcizili mu tašku s velkou částkou peněz. Při napadení byl přepadený surově zbit a velmi vážně zraněn.

Pohyb pachatelů při „obhlídce“ hráče v kasinu byl zaznamenán kamerovým systémem a mohl tak posloužit pro další zpracování pro potřebu soudního líčení.

Záznam pořízený videokamerou uvnitř kasina byl pro praktické použití díky špatnému rozlišení a nevhodnému umístění kamery nepoužitelný. Jediný použitelný záznam byl z bezpečnostní kamery, která snímala vstupní dveře do hotelu. Na něm jsou zaznamenáni dva mladí muži, jak vcházejí do dveří. Po dvou minutách jsou zaznamenáni tou samou kamerou znovu, ale při odchodu z hotelu.

V průběhu vyšetřování byli oba muži obviněni. Přepadení sice nezapírali, ale na svoji obhajobu uváděli, že se v průběhu pohybu v kasinu převlékli a zpochybňovali celé přepadení a svalovali vinu jeden na druhého. Proto se Městský soud Praha rozhodl zadat vypracování nezávislého posudku, které mělo potvrdit nebo vyvrátit tvrzení obou pachatelů.

Jedinou možností pro vyvrácení nebo potvrzení výpovědí obou obviněných bylo porovnání výšek postav při vstupu do hotelu a při odchodu z hotelu při současné kontrole jejich oblečení.

Pro možnost porovnání velikostí obou zájmových postav podezřelých z ublížení na zdraví při vstupu do kasina, byly z dynamických obrazových záznamů pořízených bezpečnostní kamerou u vstupních dveří dne 10. 3. 2006 vybrány tyto obrázky: Obr. 56, Obr. 58 a Obr. 58. Vybrané obrázky umožní jednoduché porovnání velikosti obou postav a podle výšky některého objektu (např. změřené výšky dveří nebo výšky zábradlí - Obr. 56) určení jejich výšky.

Pro snazší porovnání výšky obou zájmových postav, byla do základního obrázku (Obr. 58) k postavě v barevné bundě vkopírována postava v bílé bundě z Obr. 57 a kontrolní rozměr (výška madla dveří). Samozřejmostí je, že jednotlivé části obrázku byly zcentrovány podle různých markantů (zábradlí, dveře, schody, sloup, tmavá půlkruhová dlaždice na podlaze vlevo od sloupu). Vzniklý vrstvený obrázek byl pojmenován jako Obr. 59.

Takto provedená úprava předpokládá, že v časovém rozmezí 03:20:34,78 hod až 03:20:44,37 hod. (cca 9,4 sec) nikdo nepohnul snímací kamerou a nezměnil parametry jejího nastavení (např. zoom). To je vzhledem k umístění a způsobu upevnění kamery nepravděpodobné a kontrola časově po sobě následujících obrázků to potvrzuje. (Pojmenování obrázků je odvozeno od zaznamenaného reálného času, zobrazovaného v dynamickém záznamu. Číslo v Obr. 58 Casino 03204182 tedy vyjadřuje, že kamera tento stav zaznamenala v 03 hod 20 min 41,82 sec.)



Obr. 56 Casino 03203478⁸⁸



Obr. 58 Casino 03204182⁸⁸



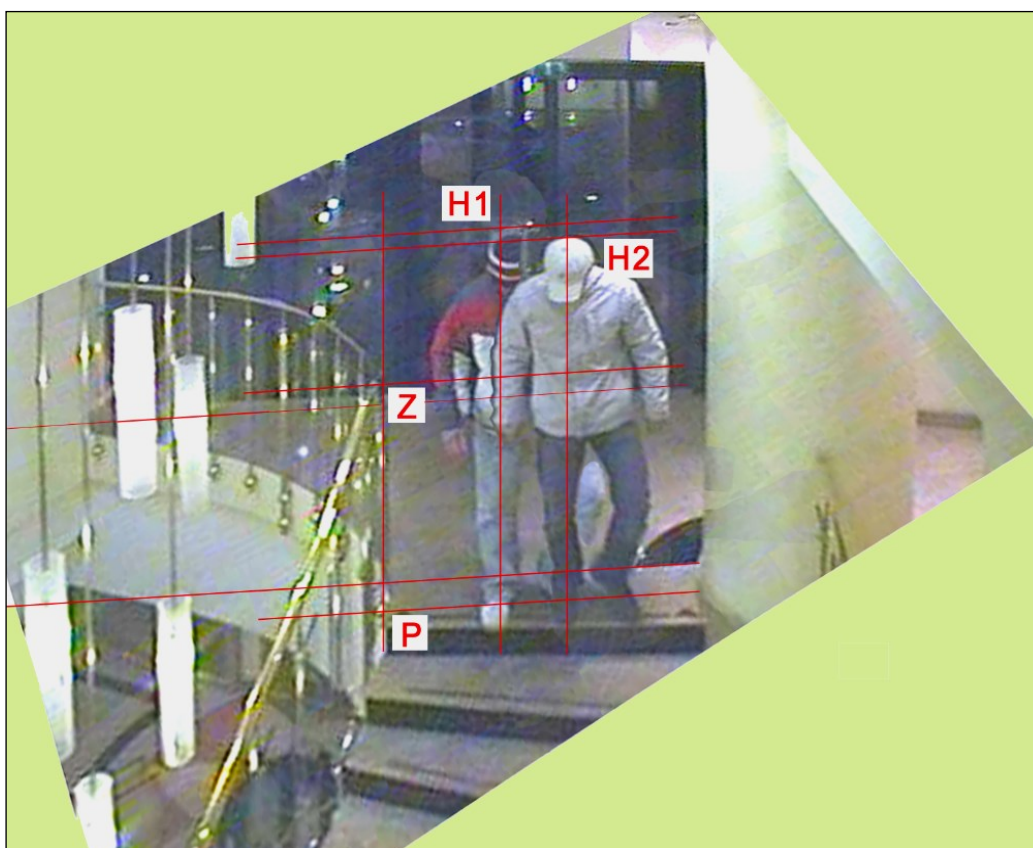
Obr. 57 Casino 03204437⁸⁸



Obr. 59 Casino 03204182-V⁸⁸

⁸⁸ Zdroj osobní archiv autora.

Vzhledem k tomu, že uvedený snímek je ve 3 osách axonometricky „zkreslený“ vlivem umístění kamery a jsou částečně zkreslené rovné linie použitým objektivem s relativně malou ohniskovou vzdáleností (tzv. „rybí oko“), byl zvolen postup matematicko-grafického „narovnání“ snímku do pravouhlé podoby se zachováním 2 axonometrických „zkreslení“. Tento postup zajistí, při kontrole rozměrů rovnoběžných svislých linií, možnost porovnání výšky obou zájmových postav. Takto vzniklý obrázek byl pojmenován „Obr. 60 Casino 03204182-V-P“. Jedná se o pracovní verzi, do které byly zkonstruovány potřebné přímky pro výpočet. Obě postavy se potom nacházejí ve stejné rovině jako etalonový rozměr – výška zábradlí.



Obr. 60 Casino 03204182-V-P⁸⁹

Porovnání výšky obou zájmových postav napomohla skutečnost, že obě postavy před sestupem po schodišti provedly došlap pravou nohou na hranu nejvrchnějšího schodu. To umožnilo jednoduché porovnání s výškou zábradlí, která byla v rovině došlapu na místě změřena a její hodnota je 105 cm.

Z pracovního obrázku Obr. 60 byly odečteny hodnoty souřadnic jednotlivých bodů nutných pro výpočet a jsou uvedeny v následující Tab. 10 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů z Obr. 60 (měřeno v rovině postavy v barevné bundě).

⁸⁹ Zdroj osobní archiv autora.

Tab. 10 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů z Obr. 60

Bod	X	Y
H1	160,67	10,26
H2	160,67	10,62
Z	160,67	14,05
P	160,67	19,86

Vypočtené skutečné vzdálenosti požadovaných bodů jsou v Tab. 11 Vypočtené skutečné vzdálenosti bodů z Obr. 60 Casino 03204182-V-P.

Tab. 11 Vypočtené skutečné vzdálenosti bodů z Obr. 60 Casino 03204182-V-P

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota Y [cm]
Δ_Y P-H1	9,60	173,5
Δ_Y P-H2	9,24	167,0
Δ_Y P-Z	5,81	105,0
Δ_Y H1-H2	0,36	6,5

Výška postavy daná hodnotou Δ_Y P-H1 = 173,5 cm je hodnota při skloněné hlavě. Experimentálním měřením pro tento případ bylo zjištěno, že sklon hlavy při pohledu dolů „na schody“ představuje hodnotu přibližně 5,5 až 6,5 cm. Skutečná výška postavy v barevné bundě je pravděpodobně **179,0 až 180,0 cm**.

Výška postavy daná hodnotou Δ_Y P-H2 = 167,0 cm je hodnota při skloněné hlavě. Měřením bylo zjištěno, že sklon hlavy při pohledu dolů „na schody“ představuje hodnotu přibližně 5,5 až 6,5 cm. Skutečná výška postavy v bílé bundě je pravděpodobně **172,5 až 173,5 cm**.

Rozdíl ve výškách obou zájmových postav při vstupu je přibližně **5,5 až 7,5 cm** s tím, že jednoznačně je vyšší postava v barevné bundě.

Při určení velikosti zájmových postav při odchodu bylo nutné zvolit odlišný postup.

Pro určení velikosti postavy v barevné bundě byl při odchodu vybrán Obr. 61, na kterém postava pevně stojí na obou chodidlech a určení její výšky bude zatíženo nejmenší chybou.

Pro určení velikosti postavy v bílé bundě byl při odchodu vybrán Obr. 62, na kterém postava pevně stojí na obou chodidlech a určení její výšky bude zatíženo nejmenší chybou.



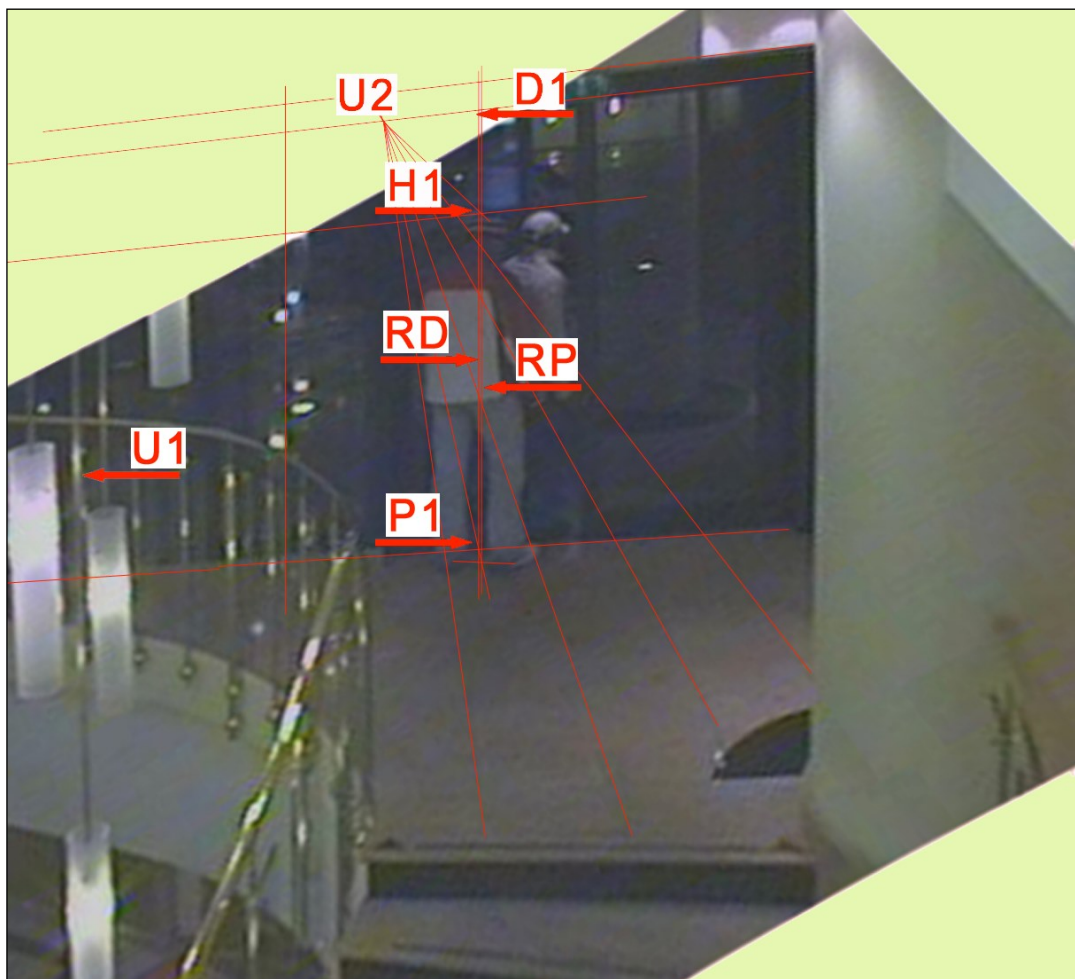
Obr. 61 Casino 03230279⁹⁰



Obr. 62 Casino 03225894⁹⁰

Vzhledem k tomu, že oba obrázky jsou pořizeny stejnou kamerou jako Obr. 58, byl zvolen naprosto stejný postup při jejich úpravách.

Takto upravené obrázky byly pojmenovány jako „Obr. 63 Casino 03230279P“ a „Obr. 64 Casino 03225894P“.



Obr. 63 Casino 03230279P⁹¹

⁹⁰ Zdroj osobní archiv autora.

⁹¹ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 64 Casino 03225894P⁹²

Hodnoty souřadnic potřebných bodů pro výpočet získané z „Obr. 63 Casino 03230279P“ jsou uloženy v Tab. 12.

Tab. 12 Hodnoty souřadnic potřebných bodů získané z Obr. 63 Casino 03230279P

Bod	X	Y
D1	174,56	15,49
H1	174,56	17,47
P1	174,56	23,91

Vypočtené skutečné vzdálenosti požadovaných bodů z Tab. 12 jsou uloženy v Tab. 13.

⁹² Zdroj osobní archiv autora.

Tab. 13 Vypočtené skutečné vzdálenosti požadovaných bodů z Tab. 12

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota Y [cm]
$\Delta_Y P1-H1$	6,44	180,1
$\Delta_Y P1-D1$	8,42	235,5

Vypočtená výška zájmové osoby (v barevné bundě) je **180,1 cm**.

Hodnoty souřadnic potřebných bodů pro výpočet získané z „Obr. 64 Casino 03225894P“ jsou uloženy v Tab. 14.

Tab. 14 Hodnoty souřadnic získané z Obr. 64 Casino 03225894P

Bod	X	Y
D2	27,35	15,38
H2	27,35	17,73
P2	27,35	24,36

Skutečné vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů z „Tab. 14 Hodnoty souřadnic získané z Obr. 64 Casino 03225894P“ jsou uloženy v Tab. 15.

Tab. 15 Skutečné vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů z Tab. 14 Hodnoty souřadnic získané z Obr. 64 Casino 03225894P

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota Y [cm]
$\Delta_Y P2-H2$	6,63	173,9
$\Delta_Y P2-D2$	8,98	235,5

Vypočtená výška zájmové osoby (v bílé bundě) z Obr. 63 je **173,9 cm**.

Rozdíl ve výškách obou zájmových postav při odchodu je přibližně **6,2 cm** s tím, že jednoznačně je vyšší postava v barevné bundě. Pokud by byla položena otázka, zda je možné, aby si postavy při odchodu mimo záběr kamery vyměnily bundy, je **odpověď ne**. Dokládají to předložené výpočty a také fakt, že to je nemožné stačit časově. To lze ilustrovat sérií následujících obrázků.



Obr. 65 Casino 03203990⁹³



Obr. 66 Casino 03205670⁹³

Obr. 65 Casino 03203990 ukazuje vstup zájmových postav do objektu v čase 3:20:39,90 hod.

Obr. 66 Casino 03205670 je posledním snímkem, který zachycuje postavu v bílé bundě, než zmizí ze záběru bezpečnostní kamery. Uvedený stav nastal v čase 3:20:56,70 hod.



Obr. 67 Casino 03224550⁹³



Obr. 68 Casino 03230342⁹³

Obr. 67 Casino 03224550 je prvním snímkem, který zachycuje postavu v bílé bundě, jak vchází do záběru bezpečnostní kamery. Uvedený stav nastal v čase 3:22:45,50 hod. Obr. 68 zobrazuje odchod zájmových postav z objektu v čase 3:23:03,42 hod.

Celkový čas, během kterého nebyla ani jedna postava v záběru, je tedy dán rozdílem časů Obr. 67 Casino 03224550 a Obr. 68 Casino 03230342 a jeho hodnota je: $3:20:56,70 - 3:22:45,50 = 0:01:48,80$ hod. (1 min, 48,80 sec. V tomto čase není navíc započítán čas, který je potřebný pro přesun od doby pořízení snímku zachyceného na Obr. 67 ke hracímu stolu a zpět, do záběru zachyceného na Obr. 68. Tato doba byla autory odhadnuta na cca 50 sec.). Během tohoto času by si obě postavy musely kompletně vyměnit oblečení – včetně kalhot, bundy, čepice a bot. Praktické provedení není možné. Dokládají to obrázky z příchodu obou osob a z jejich odchodu.

⁹³ Zdroj osobní archiv autora.

Vyšší postava je vždy – při příchodu i odchodu naprosto nezpochybnitelně oblečena v barevné bundě 3, světlých kalhotách (džíny) 2, světlé obuvi 1 a pruhované čepici – kulichu 4. Uvedený stav je zachycen na Obr. 69 Casino 03204182 – oblečení a Obr. 70 Casino 03230151 – oblečení.



Obr. 69 Casino 03204182 -
oblečení⁹⁴



Obr. 70 Casino 03230151 -
oblečení⁹⁴

Nižší postava je vždy nezpochybnitelně oblečena při příchodu i odchodu v bílé bundě 3, tmavých kalhotách (pravděpodobně džíny) 2, v tmavé obuvi 1 a světlé čepici – kšiltovce 4. Uvedený stav je zachycen na Obr. 71 Casino 03204437 – oblečení a Obr. 72 Casino 03230022 – oblečení.



Obr. 71 Casino 03204437 -
oblečení⁹⁴



Obr. 72 Casino 03230022 -
oblečení⁹⁴

⁹⁴ Zdroj osobní archiv autora.

Případ č. 4 - Ztotožnění postavy ze záběrů bezpečnostních kamer – Loupežné přepadení peněžního ústavu

V roce 2004 začátkem října došlo k přepadení pobočky České spořitelny v malé obci na okraji Prahy. Lupič si pod pohrůžkou použití zbraně vynutil vydání finanční hotovosti a z místa činu utekl. Velmi záhy po přepadení byl vytipován možný pachatel a poměrně rychle byl odsouzen k výkonu trestu odnětí svobody. Odsouzený se k činu nikdy nepřiznal a tvrdil, že je nevinný a na místě činu nikdy nebyl. Partnerka odsouzeného se s jeho uvězněním nesmířila a ke konci roku 2007 požádala o vypracování nového posudku s cílem porovnat výšku pachatele z videozáznamu (poskytnutého na datovém nosiči v rozlišení D1 PAL) z kamerového systému z doby přepadení v pobočce České spořitelny se skutečnou výškou odsouzeného.

Pro stanovení výšky osoby, která přepadení provedla, bylo nutné nalézt vhodný okamžik, kdy je v záznamu vidět celá postava a je (nejlepší stav) v jednooporové fázi (okamžik, kdy jedna noha jdoucí postavy je opřená o podlahu a druhá noha provádí švih ze zadní pozice do přední a nalézá se vedle nohy oporové). To je ideální poloha, neboť těžiště těla je v horním maximu (zároveň s temenem hlavy) a výpočet výšky je nejpřesnější. Není zatížen nijak výrazným zkreslením výšky postavy dané pohybem těžiště ve vertikálním směru. Takový okamžik se podařilo nalézt v záznamu ve chvíli, kdy je pachatel vidět při odchodu z pobočky České spořitelny

Pro určení velikosti pachatele trestného činu loupeže z dynamických obrazových záznamů pořízených 7. 10. 2004 v peněžním ústavu Česká spořitelna v Újezdu nad Lesy v Praze byl ze souboru **301_7_10**, který je vytvořen z dílčích souborů jednotlivých kamer **02HALA**, **03POKLADN1**, **04POKLADN2**, **05POKLADN3**, **07ODCHOD**, pro zpracování vybrán záznam **02HALA**.

Jako nejvhodnější okamžik určení velikosti postavy pachatele trestného činu loupeže je záběr z dílčího souboru **02HALA**, kdy pachatel trestného činu loupeže odchází z peněžního ústavu a nachází se v blízkosti posuvných vchodových dveří. V okamžik, určený časem 17hod 00min 41,562sec, se postava při chůzi nachází v okamžiku stoje na pravé noze a levá noha provádí švih ze zadní polohy do přední a je v okamžiku míjení pravé nohy. Tento okamžik je zachycen na Obr. 72.



Obr. 72 02HALA17 00 41 562⁹⁵

Při zpracování uvedeného obrázku bylo odstraněno nepatrné zkreslení „rybího oka“ a zkreslení ve vertikálním směru, neboť úběžník je velmi vzdálený a na výpočet to vzhledem k přesnosti měření nebude mít prakticky žádný vliv. (Obr. 73 02HALA17 00 41 562 AXO.)

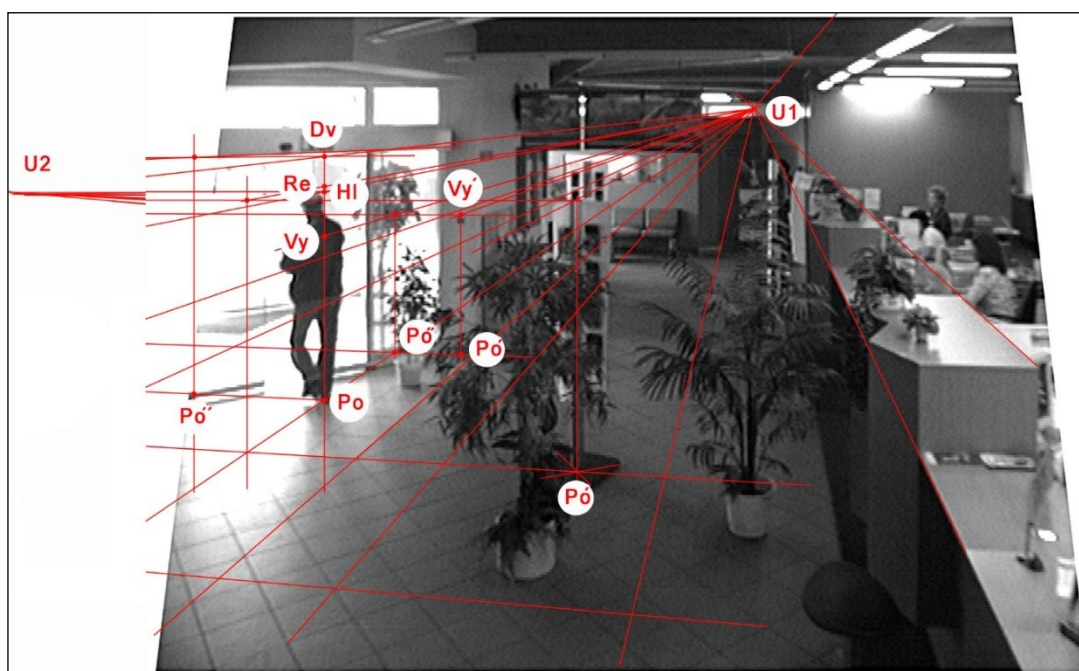


Obr. 73 02HALA17 00 41 562 AXO⁹⁵

⁹⁵ Zdroj osobní archiv autora.

Početně – grafické řešení bylo provedeno prostřednictvím úběžníků U1 a U2. Při dalším zpracování obrázku bylo nutné vložit pomocné přímky, které zajistí promítnutí potřebných rozměrů (etalonu i kontrolních) objektů do roviny měření (aplikace lineární perspektivy) a umožní odečet hodnot souřadnic potřebných bodů z pravoúhlého souřadného systému obrázku, jehož počátek byl pro jednoduchost zvolen v levém horním rohu obrázku.

Snímek se zakreslenými pomocnými přímkami a body určenými k odečtu hodnot potřebných souřadnic je na Obr. 74 02HALA17 00 41 562 AXO M.



Obr. 74 02HALA17 00 41 562 AXO M⁹⁶

Jako etalon byla zvolena výška viditelné spodní hrany nadpraží vstupních posuvných dveří od podlahy. Pro kontrolu výpočtu (kontrolní rozměr) bylo vhodně zvoleno porovnání s výškou horní hrany vypínače (na sloupu vpravo od posuvných vchodových dveří) a reklamní tabule (za prostředním květináčem). Výšky uvedených objektů byly zjištěny měřením na místě. Z „Obr. 74 02HALA17 00 41 562 AXO M“ byly odečteny a následně vypočteny hodnoty uvedené v Tab. 16 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů z Obr. 74 02HALA17 00 41 562 AXO M.

U1, U2	úběžníky
Dv	viditelná spodní hrana nadpraží vstupních posuvných dveří - etalon (210,5 cm)
HI	vrchní obrys hlavy s nasazenou čepicí (výška postavy)
Vy'	horní hrana vypínače - kontrolní rozměr (141,00 cm)
Vy	horní hrana vypínače - průmět do roviny postavy
Re'	vrchní hrana středové tyče reklamy
Re	vrchní hrana středové tyče reklamy - průmět do roviny postavy
Po'	body na podlaze v místech měření
Po''	pomocné „promítací“ body na podlaze
Po	bod dotyku pachatele s podlahou

⁹⁶ Zdroj osobní archiv autora.

Tab. 16 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů z Obr. 74 02HALA17 00 41 562 AXO M

Bod	X	Y
Dv	138,76	4,89
HI	138,76	5,98
Vy	138,76	5,82
Re	138,76	7,34
Po	138,76	12,35

Vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů a výška pachatele jsou v Tab. 17 Vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů a výška pachatele z Tab. 16 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů z Obr. 74 02HALA17 00 41 562 AXO M.

Tab. 17 Vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů a výška pachatele z Tab. 16 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů z Obr. 74 02HALA17 00 41 562 AXO M

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota Y [cm]	Naměřená hodnota [cm]	Odchylka nam. -vyp. [cm]
Δ_Y Dv-Po	7,46	210,5	210,5	Etalon
Δ_Y HI-Po	6,37	179,7	-	-
Δ_Y Vy-Po	5,01	141,4	141,0	-0,4
Δ_Y Re-Po	6,53	184,3	183,5	-0,8

Vypočtené hodnoty jsou při porovnání s hodnotami naměřenými o 0,4 až 0,8 cm větší než skutečné. Uvedené rozdíly mohou být způsobeny nepřesnostmi v odečtu jednotlivých pixelů na obrázku. Je proto třeba připustit toleranci - 0,8 cm (výpočet byl proveden pomocí SW, který je vlastnictvím autorů).

Na základě předchozího výpočtu je možné konstatovat, že výška pachatele z „Obr. 72 02HALA17 00 41 562“ je **179,7^{-0,8} cm. (178,9 až 179,7 cm.)**

Uvedená výška postavy je včetně bot, nasazené čepice a mírného nahrbení postavy při chůzi. „Snížená výška“ postavy na obrázku v žádném případě nemůže přesáhnout výšku reklamní cedule, která je 183,5 cm.

Po ověřovacích zkouškách, které proběhly ke konci listopadu 2005 se 2 figuranty (policisty), jejichž cílem bylo zjištění vztahu mezi „vojenskou“ hodnotou výšky postavy (postava opřená patami, zády a hlavou o pevnou překážku – zeď) a výškou postavy při specifickém pohybu chůze ve které je lehce skloněná hlava a mírné nahrbení postavy bylo zjištěno standardní snížení výšky postavy o cca 2,0 % až 2,5 %⁹⁷ (viz. Případ č. 1 – Loupežné přepadení v bance).

⁹⁷ Uvedeno např. v: STRAUS – JONÁK, *Kriminalistická a technická analýza bipedální lokomoce*, Praha 2007, ISBN 978-80-7251-268-3.

V roce 2014 byla provedena nová série měření s 55 figuranty (studenty) ve věkovém rozmezí 19 až 30 roků se stejným cílem a uvedený údaj byl upřesněn na hodnotu 1,5 % až 2,0 %. Nejčastěji se vyskytovala hodnota 1,5 %. Hodnota 2,5 % byla výjimečná. Vyhodnocení záběrů se provádělo stejnou metodou, jako u postavy z „Obr. 72 02HALA17 00 41 562“ a vypočtená hodnota se porovnávala se skutečnou „vojenskou“ hodnotou výšky postavy.

Pokud by bylo uvažováno snížení výšky pachatele trestného činu loupeže na spodní hranici tolerance (1,5 %), pak je skutečná „**vojenská tělesná výška**“ **181,6 až 182,4 cm (včetně bot a nasazené čepice)**.

Při odečtení výšky podrážky (u pánských bot sportovního typu cca 2,5 cm) a pokrývky hlavy (u pokrývky použité pachatelem cca 0,5 cm), vychází výška pachatele loupežného přepadení na **178,6 až 179,4 cm**.

Uvedený údaj v žádném případě nekorresponduje se skutečnou „vojenskou tělesnou výškou“ odsouzeného, **kteřá je 168,5 cm** (je tedy o 10 až 11 cm menší než postava pachatele).

Vzhledem k tomu, že si soud objednal další posudky, bylo nařízeno nové měření a porovnání s několika figuranty a osobou odsouzeného, u kterých byla oznámena skutečná výška postavy až po předložení nového výpočtu.

Novému pokusnému měření bylo přítomno několik nestranných pozorovatelů, kteří dohlíželi na regulérnost měření.

Pokusné měření a stanovení tělesné výšky

Pro určení výšky postav z dynamického obrazového záznamu pořízeného 17. 6. 2011 v peněžním ústavu v Újezdu nad Lesy v Praze při pokusném měření byl zpracován soubor „**cs-novosibrinska**“.

Pokusu se zúčastnili 3 figuranti a osoba odsouzená. Pro vlastní měření byl ze záznamu vybrán vždy okamžik, který přibližně odpovídá situaci, za které byl zpracováván původní výpočet. (osoba, u které byla počítána výška, se nacházela při odchodu v bezprostřední blízkosti vstupních dveří. „Obr. 72 02HALA17 00 41 562“)

V původním výpočtu byla jako „etalonová“ výška brána viditelná spodní hrana nadpraží vstupních posuvných dveří od podlahy (210,5cm) a jako kontrolní rozměr výška horní hrany vypínače (na sloupu vpravo od posuvných vchodových dveří) a reklamní tabule. Výšky uvedených objektů byly opět zjištěny měřením na místě (se stejnými hodnotami jako ve výpočtu původním)

Pozn.

Při novém měření nebylo možné využít jako druhý kontrolní rozměr reklamní tabuli, neboť byla trvale zakryta květináčem s rostlinou a nikdo si toho nevšiml (Obr. 75). Z tohoto důvodu nebyl kontrolní rozměr výšky reklamní tabule zahrnut do nového výpočtu.



Obr. 75 Trvalé zakrytí kontrolního rozměru – reklamní tabule⁹⁸

Přesto, že byly všechny osoby, které se pokusného měření zúčastnily jako figuranti, označeny na zádech štítkem s pořadovým číslem, nebylo toto označení v kamerovém záznamu čitelné, a proto jsou zpracovávány obrázky označeny popisem osoby (Obr. 76 až Obr. 79).

⁹⁸ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 76 Tmavé triko⁹⁹



Obr. 77 Kabát⁹⁹



Obr. 78 Pružované triko⁹⁹



Obr. 79 Bílé triko (odsouzený)⁹⁹

⁹⁹ Zdroj osobní archiv autora.

Každý obrázek byl pro výpočet výšky řešen jako samostatná matematicko geometrická konstrukce. Zároveň bylo u všech uvedených obrázků odstraněno axonometrické zkreslení v ose z (provedena kontrola naprosto shodné axonometrické úpravy u všech obrázků), zkonstruovány úběžníky **U1** a **U2** a ostatní potřebné přímky nezbytné pro odečtení potřebných souřadnic pro výpočet výšky postavy a pro kontrolu správnosti výpočtu.

Ve všech následujících obrázcích, vztahujících se k tomuto řešení, je vždy označen písmeny **HI** horní obrys hlavy (včetně pokrývky hlavy), písmenem **V** obrys horní hrany vypínače (vpravo od dveří) – slouží jako kontrolní údaj správnosti výpočtu, písmeny **Dv** spodní obrys nadpraží vstupních dveří, písmeny **Po** průsečík svislice z míst **HI**, **V** a **Dv** s podlahou. Písmena označená 2 čárkami (např. „**Dv''**“) jsou průměty příslušných bodů do roviny odečtu souřadnic a písmena bez čárek (např. „**Dv**“) jsou místa odečtu souřadnic nutných pro výpočet (Obr. 80 až Obr. 83).



Obr. 80 Tmavé triko – měření¹⁰⁰

¹⁰⁰ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 81 Kabát – měření¹⁰¹



Obr. 82 Pruhované triko – měření¹⁰¹

¹⁰¹ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 83 Bílé triko – měření (odsouzený)¹⁰²

Z Obr. 80 až Obr. 83 byly odečteny všechny potřebné souřadnice jednotlivých bodů a uloženy do příslušných tabulek (Tab. 18–Tab. 25).

Jako **etalon** byla zvolena opět výška viditelné spodní hrany nadpraží vstupních posuvných dveří od podlahy (**210,5 cm**). Jako **kontrolní rozměr** byla použita výška horní hrany vypínače „V“ od podlahy vpravo od vstupních posuvných dveří (**141,0 cm**).

Výpočet výšky postavy z „Obr. 80 Tmavé triko – měření“

Tab. 18 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů z Obr. 80

Bod	X	Y
Dv	8,10	2,45
Hl	8,10	3,85
V	8,10	5,73
Po	8,10	12,58

Vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů z Obr. 80 jsou uloženy v Tab. 19.

¹⁰² Zdroj osobní archiv autora.

Tab. 19 Vypočtená výška postavy z Obr. 80

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota [cm]	Skutečná hodnota [cm]
Δ Dv-Po	10,13		210,5
Δ Hl-Po	8,73	181,41	
Δ V-Po	6,85	142,34	141,00

Na základě předchozího výpočtu je možné konstatovat, že vypočtená výška postavy v Obr. 80 je **181,41 cm**^{1,34} cm.

Uvedená výška postavy je **včetně bot, nasazené čepice a mírného nahrbení postavy při chůzi.**

Při akceptování spodní hranice tolerance (1,5 %), je skutečná „vojenská tělesná výška“ 182,8 – 184,17 cm (včetně bot a nasazené čepice), Pokud se odečte výška podrážky (u pánských bot sportovního typu cca 2,5 cm) a pokrývka hlavy (u použité pokrývky cca 0,5 cm), vychází skutečná výška figuranta z Obr. 76 (zaokrouhlená na celé milimetry) na 179,8 až 181,2 cm, **což koresponduje s jeho skutečnou „vojenskou“ výškou 179,0 cm.**

Rozdíl 0,8 až 1,2 cm je patrně způsoben malým „naražením“ pokrývky hlavy, což dokumentuje i údaj uvedený v rekapitulaci, kde jsou uvedeny hodnoty vypočtené a skutečně naměřené.

Výpočet výšky postavy z „Obr. 81 Kabát – měření“

Tab. 20 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů z Obr. 81

Bod	X	Y
Dv	12,34	2,74
Hl	12,34	4,44
V	12,34	6,12
Po	12,34	12,54

Vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů z Obr. 81 jsou v Tab. 21.

Tab. 21 Vypočtená skutečná výška postavy z Obr. 81

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota [cm]	Skutečná hodnota [cm]
Δ Dv-Po	10,08		210,5
Δ Hl-Po	8,70	175,55	
Δ V-Po	6,80	141,43	141,0

Na základě předchozího výpočtu je možné konstatovat, že vypočtená výška postavy v Obr. 81 je **175,55 cm^{-0,43}** cm.

Uvedená výška postavy je **včetně bot, nasazené čepice a mírného nahrbení postavy při chůzi.**

Pokud bude uvažováno snížení výšky postavy na spodní hranici tolerance (1,5 %), pak je skutečná „vojenská tělesná výška“ 177,8–178,2 cm (včetně bot a nasazené čepice).

Při odečtení výšky podrážky (u pánských bot sportovního typu cca 2,5 cm) a pokrývka hlavy (u použité pokrývky cca 0,5 cm), vychází výška figuranta z Obr. 77 - (zaokrouhlená na celé milimetry) na **174,8 až 175,2 cm, což dobře koresponduje s jeho skutečnou „vojenskou“ výškou 174,0 cm.**

Výpočet výšky postavy z „Obr. 82 Pruhované triko – měření“

Tab. 22 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů z Obr. 82

Bod	X	Y
Dv	95,1	3,09
Hl	95,1	5,01
V	95,1	6,42
Po	95,1	13,22

Vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů z Obr. 82 jsou v Tab. 23.

Tab. 23 Vypočtená skutečná výška postavy z Obr. 82

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota [cm]	Skutečná hodnota [cm]
Δ Dv-Po	10,13		210,5
Δ Hl-Po	8,17	170,60	
Δ V-Po	6,80	141,0	141,30

Na základě předchozího výpočtu je možné konstatovat, že vypočtená výška postavy v Obr. 82 je **170,60 cm^{-0,30}** cm.

Uvedená výška postavy je **včetně bot, nasazené čepice a mírného nahrbení postavy při chůzi.**

Pokud by bylo uvažováno snížení výšky postavy na spodní hranici tolerance (1,5 %), pak je skutečná „vojenská tělesná výška“ 172,9 až 173,2 cm (včetně bot a nasazené čepice).

Pokud se odečte výška podrážky (u pánských bot sportovního typu cca 2,5 cm) a pokrývka hlavy (u použité pokrývky cca 0,5 cm), vychází výška figuranta z Obr. 78 - (zaokrouhlená na celé milimetry) na **169,9 až 170,2 cm, což dobře koresponduje s jeho skutečnou "vojenskou" výškou 170,0 cm.**

Výpočet výšky postavy z „Obr. 83 Bílé triko – měření (odsouzený)“

Tab. 24 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů z Obr. 83

Bod	X	Y
Dv	7,02	2,66
HI	7,02	4,47
V	7,02	5,93
Po	7,02	12,66

Vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů z Obr. 83 jsou v Tab. 25.

Tab. 25 Vypočtená skutečná výška postavy z Obr. 83

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota [cm]	Skutečná hodnota [cm]
Δ Dv-Po	10,00		210,5
Δ HI-Po	8,19	172,40	
Δ V-Po	6,73	141,67	141,00

Na základě předchozího výpočtu je možné konstatovat, že vypočtená výška postavy z Obr. 83 je **172,40 cm^{-0,67}** cm. Uvedená výška postavy je **včetně bot, nasazené čepice a mírného nahrbení postavy při chůzi.**

Pokud by bylo uvažováno snížení výšky postavy na spodní hranici tolerance (1,5 %), pak je skutečná „vojenská tělesná výška“ 171,73 až 172,4 cm (včetně bot a nasazené čepice).

Při odečtení výšky podrážky (u pánských bot sportovního typu cca 2,5 cm) a pokrývky hlavy (u použité pokrývky cca 0,5 cm), vychází výška postavy z Obr. 79 (zaokrouhlená na celé milimetry) na **168,73 až 169,4 cm, což koresponduje s jeho skutečnou "vojenskou" výškou 168,5 cm.**

Výška podrážky pánských bot sportovního typu byla měřena mnohokrát při řešení velkého množství jiných zadání a pro výpočet **nebyla měřena záměrně**. Použitím uvedené hodnoty (získané mnoha měřeními) se **porovnáním se skutečnými výškami** figurantů potvrdilo, že se jedná o hodnotu reálnou a použitelnou při mnoha jiných výpočtech a za daných podmínek naprosto dostačující.

Porovnání vypočtených a skutečných hodnot výšky je uvedeno u popisků Obr. 84 až Obr. 87.

Stěžejní jsou údaje **Vypočtená "voj. výška" bez bot a bez čepice** a údaj **Naměřená "voj. výška" bez bot a bez čepice**. Z popisů obrázků je naprosto jasné i bez dlouhých komentářů, že vypočtené a naměřené hodnoty skutečné výšky postav se liší nepatrně a jsou pro rozhodnutí o vině či nevině dostatečné.

Porovnání vypočtených a skutečných hodnot výšky



Obr. 84 Tmavé triko¹⁰³

Vypočtená výška při chůzi: 181,20 cm^{-1,34 cm}
Vypočtená "voj. výška" s botami a s čepicí: 183,2 až 184,2 cm
Naměřená skutečná "voj. výška" s botami a čepicí: 184,0 cm
Vypočtená "voj. výška" bez bot a bez čepice: 180,2 až 181,2 cm
Naměřená "voj. výška" bez bot a bez čepice: 179,0 cm



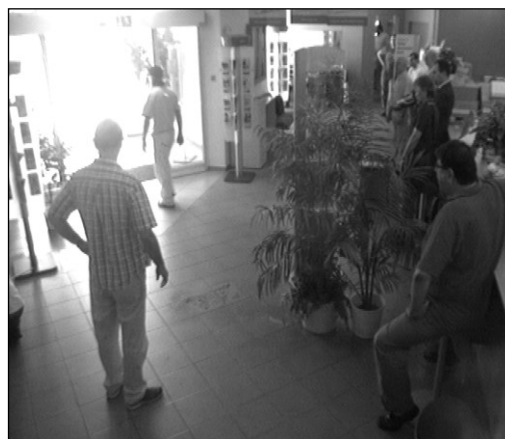
Obr. 85 Kabát¹⁰³

Vypočtená výška při chůzi: 175,55 cm^{-0,43 cm}
Vypočtená "voj. výška" s botami a s čepicí: 177,8 až 178,2 cm
Naměřená skutečná "voj. výška" s botami a čepicí: 177,5 cm
Vypočtená "voj. výška" bez bot a bez čepice: 174,8 až 175,2 cm
Naměřená "voj. výška" bez bot a bez čepice: 174,0 cm



Obr. 86 Pruhované triko¹⁰³

Vypočtená výška při chůzi: 170,60 cm^{-0,30 cm}
Vypočtená "voj. výška" s botami a s čepicí: 172,9 až 173,2 cm
Naměřená skutečná "voj. výška" s botami a čepicí: 172,5 cm
Vypočtená "voj. výška" bez bot a bez čepice: 169,9 až 170,2 cm
Naměřená "voj. výška" bez bot a bez čepice: 170,0 cm



Obr. 87 Bílé triko (odsouzený)¹⁰³

Vypočtená výška při chůzi: 172,40 cm^{-0,67 cm}
Vypočtená "voj. výška" s botami a s čepicí: 171,7 až 172,4 cm
Naměřená skutečná "voj. výška" s botami a čepicí: 171,5 cm
Vypočtená "voj. výška" bez bot a bez čepice: 168,7 až 169,4 cm
Naměřená "voj. výška" bez bot a bez čepice: 168,5 cm

¹⁰³ Zdroj osobní archiv autora.

Případ č. 5 - Zvláštní případ identifikace osoby – Krádež bankomatu

V tomto případě bylo zajímavé využití kamerového záznamu, o kterém se předpokládalo, že nebude pro vyšetřování a soudní řízení příliš vhodný.

V obci Studená v pobočce Čs. spořitelny došlo 25. 8. 2009 v 02:50 hod. ke krádeži bankomatu. Pachatelé si vypáčením vstupních dveří vytvořili přístup k bankomatu, který uvázali za osobní automobil AUDI a vytrhli jej. Bankomat vzhledem k jeho váze nebyli schopni do vozu naložit (velmi pravděpodobně s naložením počítali, neboť automobil byl v provedení kombi), uvázali jej za automobil „na lano“ a odtáhli pryč. Celá jejich loupež trvala cca 3 minuty a byla zaznamenána městským kamerovým systémem. Za použití záznamu z kamerového systému byl jeden z pachatelů za půl roku kriminalisty „vytipován“ a dopaden. Bylo ale nutné mu trestnou činnost prokázat. Jako velmi nadějná pro usvědčení se ukázala prověrka na místě činu, která byla natáčena jedním z kriminalistů videokamerou a samozřejmě snímána také městským kamerovým systémem. Všechny potřebné videozáznamy byly zaslány k posouzení z hlediska forenzní biomechaniky.

Ke zpracování (pro ztotožnění postavy pachatele a postavy podezřelého) byly dodány 4 složky se soubory. Jedna složka obsahovala záznam z městského kamerového systému v době přepadení pobočky finančního ústavu (Kamerový systém), tři složky obsahovaly soubory z rekonstrukce přepadení (Kamerový systém-prověrka na místě činu, Prověrka na místě, Garáže). Ze složky „Kamerový systém“ byl ze souboru „kamera Studená_024918_05.avi“ vybrán okamžik, kdy osoba pachatele přechází po chodníku vlevo od vstupních dveří. Uvedený okamžik je na obr. 88. Jedná se o postavu na chodníku vlevo od vstupních dveří.



Obr. 88 Postava pachatele „kamera Studená_024918_05_0001skut 010048“¹⁰⁴

Vzhledem k velmi malému zobrazení postavy v obrázku (výška postavy tvoří pouze 1/6 výšky obrázku), nebyla výška postavy pachatele brána jako relevantní, ale

¹⁰⁴ Zdroj osobní archiv autora.

jen orientační, protože by to mohlo do porovnání vnést určitou chybu a celý posudek znevěhodnit.

Proto se ukázalo jako vhodnější porovnat graficky postavu pachatele na Obr. 88 s výškou postavy podezřelé osoby zaznamenané městským kamerovým systémem při rekonstrukci na Obr. 89.

Protože od doby přepadení do doby rekonstrukce nebylo s kamerou městského kamerového systému manipulováno (to lze jednoduše prokázat překrytím obrázků z doby přepadení a z doby rekonstrukce), je grafické porovnání celkem jednoduché. K uvedenému porovnání byl ze záznamu městského kamerového systému z doby rekonstrukce vybrán okamžik, kdy postava podezřelé osoby přechází po chodníku stejným způsobem jako osoba pachatele v době přepadení. Uvedený okamžik je zachycen na Obr. 89.



Obr. 89 Postava podezřelé osoby „20100216_105400_05_0001reko 010472krok¹⁰⁵

Oba uvedené obrázky bylo nutné graficko-matematicky upravit tak, aby bylo odstraněno zkreslení objektivem s malou ohniskovou vzdáleností („rybí oko“). Tak byly zhotoveny obrázky Obr. 90 a Obr. 91.

¹⁰⁵ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 90 Postava pachatele „kamera Studená_024918_05_0001skut 010048 RO¹⁰⁶



Obr. 91 Postava podezřelé osoby „20100216_105400_05_0001reko 010472krok RO¹⁰⁶

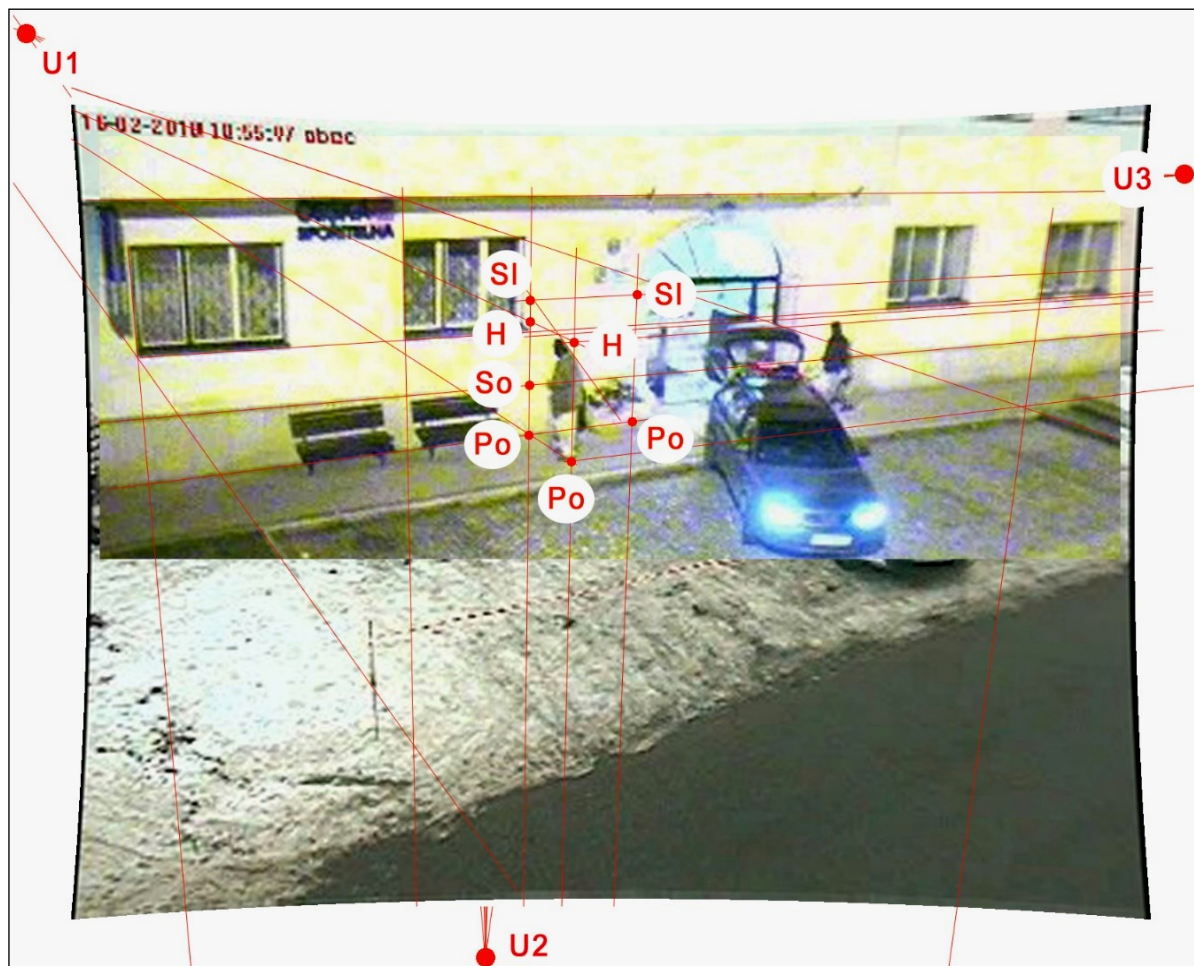
Z horní části Obr. 90 byla vytvořena maska s kalibračními otvory (rohy oken, hrana soklu vlevo od vstupních dveří a protilehlé rohy okna vpravo od vstupních dveří), která je na Obr. 92. (Kruhové otvory jsou v masce proto, aby ji bylo možné precizně „usadit“ na podkladový Obr. 91.)



Obr. 92 Maska¹⁰⁶

¹⁰⁶ Zdroj osobní archiv autora.

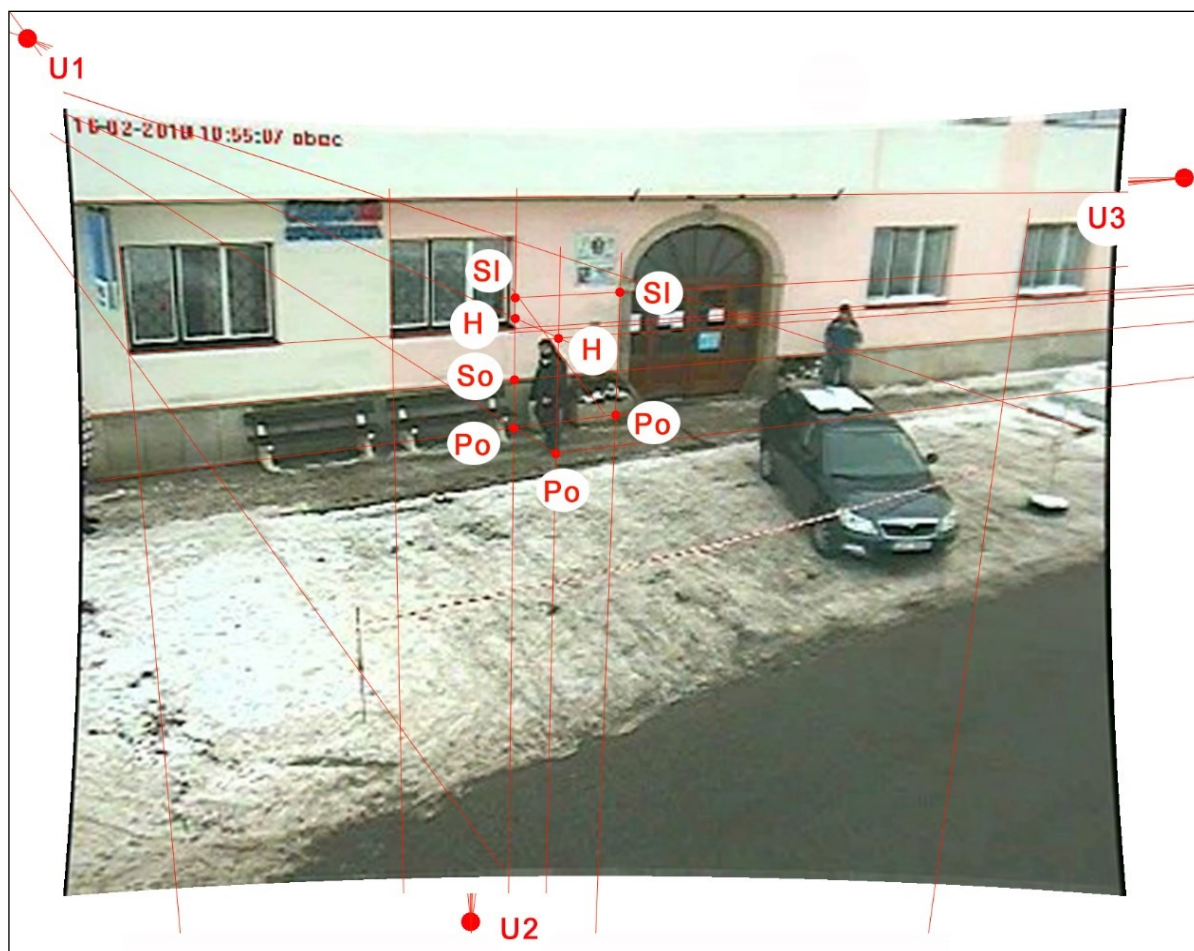
Pro grafické porovnání velikosti postav v Obr. 90 a Obr. 91 byl jako podklad zvolen Obr. 91 (neboť je pořízen za denního světla a je kontrastnější světlejší). Na něj byla proto nakopírována „maska“ z Obr. 92. Vzniklá sestava je na Obr. 93, kde je vidět maska na podkladovém obrázku. (Ve spodní části Obr. 93 je dobře vidět část podkladového Obr. 91.)



Obr. 93 Podklad + maska¹⁰⁷

Na Obr. 94 je znázorněna sestava, kdy je maska potlačena a zůstává viditelný obrázek podkladový a potřebné konstrukční přímky včetně úběžníků.

¹⁰⁷ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 94 Podklad – maska potlačena¹⁰⁸

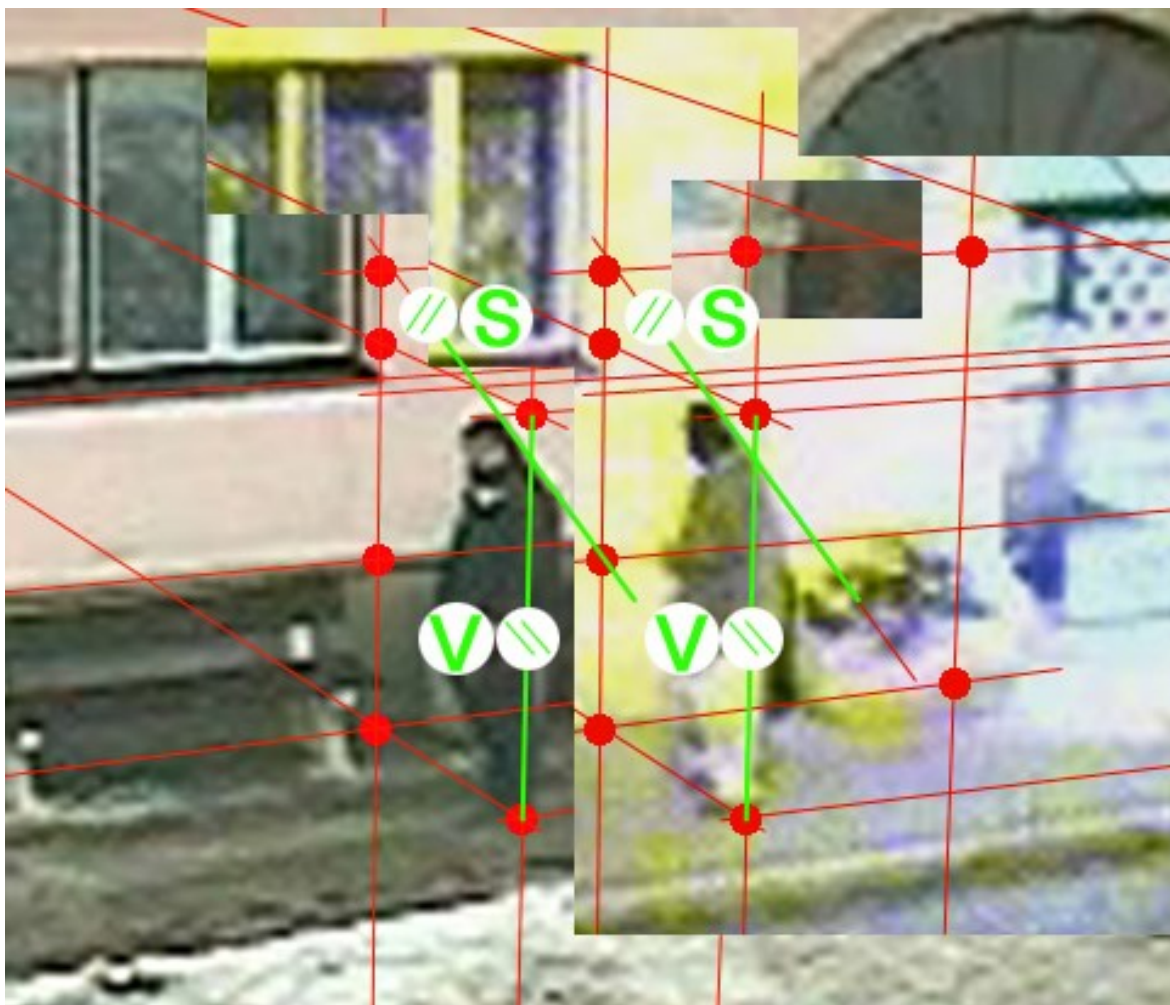
V obou obrázcích je tudíž shodné značení kontrolovaných veličin.

U1, U2, U3	úběžníky
SI	výška spodní hrany osazení L sloupku u vstupních dveří od země Po
So	výška horní hrany soklu L části budovy od země Po
Po	plocha země (chodník)
H	temeno hlavy zájmové postavy – zjišťovaný rozměr – kolmý průmět

Z obou obrázků byl proveden výřez tak, že byla maska **posunuta cca o 0,8 m** doprava. (Obr. 95.) Tím je možné shlédnout postavy na základním obrázku i masce současně. Po tomto posunu je patrné, že:

- Postava pachatele ze záznamu kamerového systému v době přepadení a postava podezřelého ze záznamu v době rekonstrukce jsou **shodně vysoké** (v Obr. 95 přímký označené V).
- Postava pachatele ze záznamu kamerového systému v době přepadení a postava podezřelého ze záznamu v době rekonstrukce mají při chůzi **naprosto shodně ohnutá** (nahrbená) **záda** (v Obr. 95 přímký označené S).

¹⁰⁸ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 95 Zvětšený výřez s posunutím¹⁰⁹

Pro zajímavost byl proveden pouze orientační výpočet výšky postavy na obrázcích. (Vzhledem k tomu, že byla graficky prokázána stejná výška, byl výpočet proveden pouze u Obr. 94.)

Potřebné údaje nutné k výpočtu byly odečteny z Obr. 94 a uloženy do Tab. 26.

Tab. 26 Hodnoty souřadnic jednotlivých bodů odečtené z Obr. 94

Bod	X	Y
SI etalon	6,52	3,63
H	6,52	3,82
Po	6,50	4,42
So	6,51	23,78

¹⁰⁹ Zdroj osobní archiv autora.

Vypočtené vzdálenosti požadovaných bodů a tedy i výška podezřelého z Obr. 94 jsou v Tab. 27

Tab. 27 Vypočtená výška postavy podezřelého Obr. 94

Vzdálenost bodů	Δ	Vypočtená hodnota Y [cm]	Naměřená hodnota Y [cm]	Δ v cm mezi nam. a vyp. hodnotou
Δ SI-Po etalon	1,26	213,00	213,00	-
Δ H-Po	1,07	180,89	-	-
Δ So-Po	0,47	79,46	78,00	1,46

!!Vzhledem k velmi malým rozměrům zaznamenané postavy v kamerovém záznamu, je výpočet nutné považovat pouze jako orientační!!

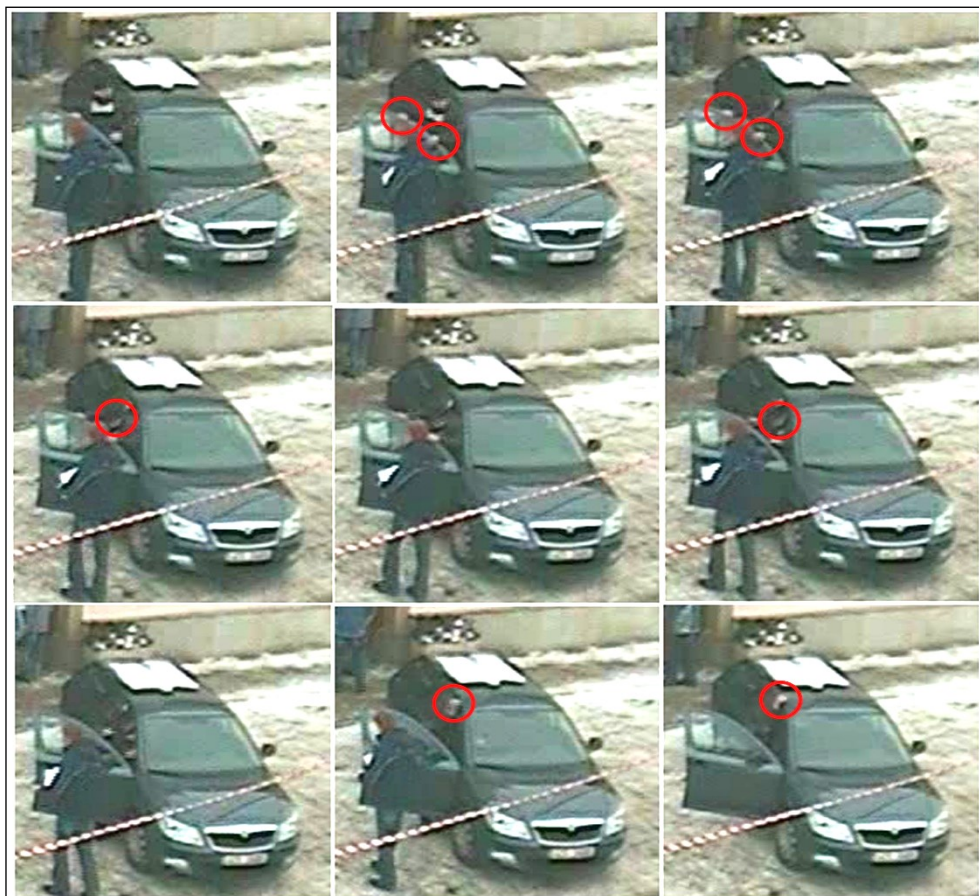
Skutečná **pravděpodobná výška** (vztažená k etalonové výšce 213 cm) **postavy pachatele** z Obr. 88 a **postavy podezřelého** z Obr. 89 je **180,89 cm (\pm 1,46 cm)**. Uvedená výška postavy je **včetně bot, nasazené kukly**.

Další velmi **zajímavý identifikační prvek pro ztotožnění obou postav** (tedy postavy pachatele z Obr. 88 a postavy podezřelého z Obr. 89, byl shledán v nasedání do auta. Postava totiž nasedá do auta tak, že se **oběma rukama přidržuje otevřených dveří** auta, obě nohy má venku a usedá na sedadlo tak, že k sedadlu „couvá“ (vzhledem k výšce a „silnější“ postavě se musí přikrčit a sklonit hlavu). Po dosednutí na sedadlo teprve nohy postupně „vtahuje„ do kabiny automobilu. Pro snadnější usazení a „narovnání se“ na sedadle si vydatně pomáhá L rukou, kterou **se chytá za střechu automobilu**. Jedná se o nasednutí doporučené některými ortopedy, které má ulevit kloubům nohy (zejména kloubu kyčelnímu) po úrazu, operaci nebo při vrozené vadě. Je to způsob nasedání, který je mladými řidiči řídce praktikován. Jedná se tedy pravděpodobně o starší postavu.

Uvedený způsob nasedání dokládá Obr. 96 zhotovený z kamerového záznamu v době přepadení (zájmová osoba nasedá do vozu AUDI, kterým z místa činu na místě spolujezdce odjíždí), Obr. 97 zhotovený z kamerového záznamu městského kamerového systému pořízeného v době rekonstrukce a pro detailnější pohled i Obr. 98, který je pořízen ze záznamu přenosnou kamerou v době rekonstrukce.

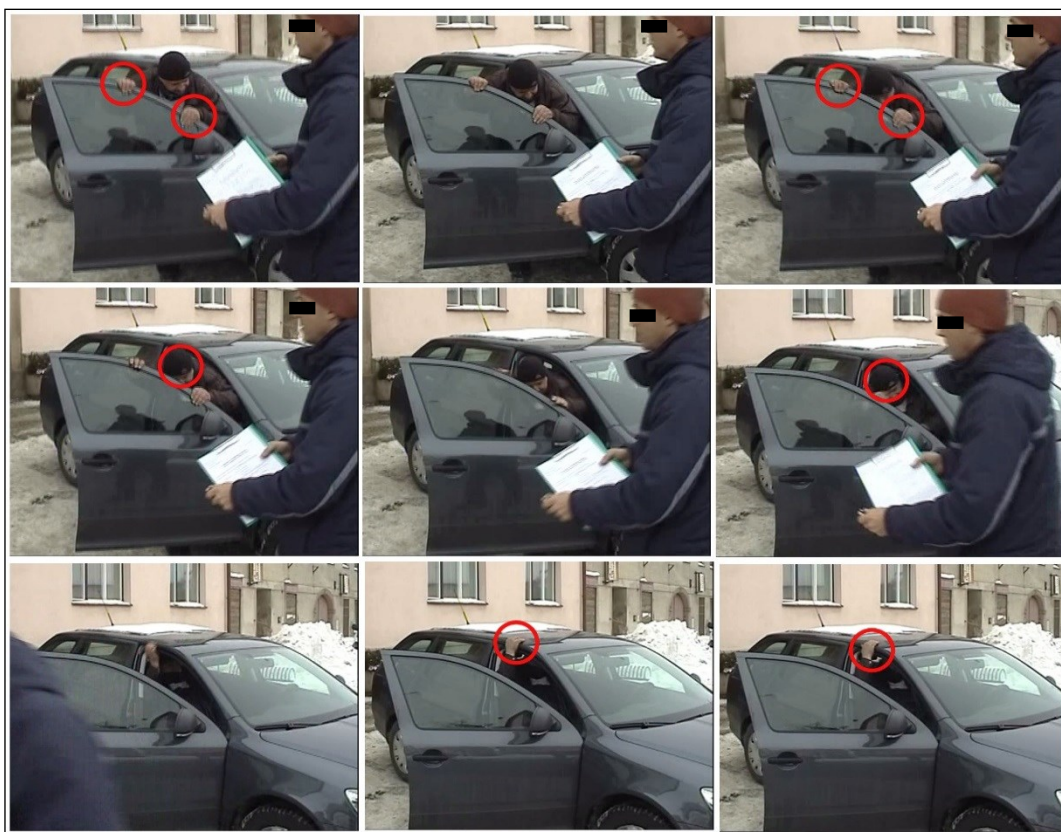


Obr. 96 Nasedání – přepadení¹¹⁰



Obr. 97 Nasedání – rekonstrukce¹¹⁰

¹¹⁰ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 98 Nasedání – ruční kamera¹¹¹

Po zhlédnutí obrázků postav z nasedání do automobilu, **shodnosti výšek a charakteristického ohnutí zad při chůzi** je tedy jasné, že s velmi vysokou pravděpodobností (možno říci jistotou) **je osoba pachatele a osoba podezřelého jedna a ta samá.**

¹¹¹ Zdroj osobní archiv autora.

Případ č. 6 - Identifikace osoby – Vloupání do budovy GŠ

Armáda v České republice zažila v červenci 2010 velké překvapení. Do budovy generálního štábu, která má patřit k nejpřísněji hlídaným budovám v republice a kde sídlí kompletní velení české armády, se vloupal zloděj. Za více jak sedm desítek let, co štáb stojí, se nic podobného nestalo.



Obr. 99 Areál budov GŠ AČR¹¹²

Pachatele, který se do areálu GŠ (Obr. 99 Areál budov GŠ AČR) dostal otevřeným oknem v prvním patře, „poznala“ z kamerového záznamu (který byl po několika dnech po vloupání zveřejněn v televizi) jeho bývalá partnerka a oznámila to policii. Policie tedy podezřelého člověka, který byl označen jako pachatel, zatkla. O několik týdnů později se ale ukázalo, že podezřelý je velmi pravděpodobně nevinný. Bylo to však nutné potvrdit nebo vyvrátit.

Předložený stručný článek ukazuje, že díky velmi jednoduchému zpracování záznamů z kamerového systému, se podařilo dosáhnout relativně rychlého (po několika týdnech) propuštění nevinného.

Ke zpracování byly dodány 2 videosoubory. Na jednom byl zachycen **pachatel (A VTS_01_1.VOB** ze dne 16. 7. 2010) a na druhém (**VTS_01_1.VOB** ze dne 6. 8. 2010) byla zachycena **osoba podezřelá** při rekonstrukci na místě činu.

Z obou videosouborů byly vybrány okamžiky, kdy se pachatel a osoba podezřelá nacházejí ve stejné nebo velmi podobné pozici a poloze.

První porovnání je věnováno posouzení výšky osoby pachatele a osoby podezřelé. K tomu byly vybrány 2 snímky, na kterých jsou obě osoby zachyceny bezpečnostní kamerou na téměř stejném místě zezadu a z větší vzdálenosti. Osoba pachatele je znázorněna na Obr. 100 a osoba podezřelá na Obr. 101.

¹¹² Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 100 Osoba pachatele při rekonstrukci při průchodu chodbou zády k bezpečnostní kameře¹¹³

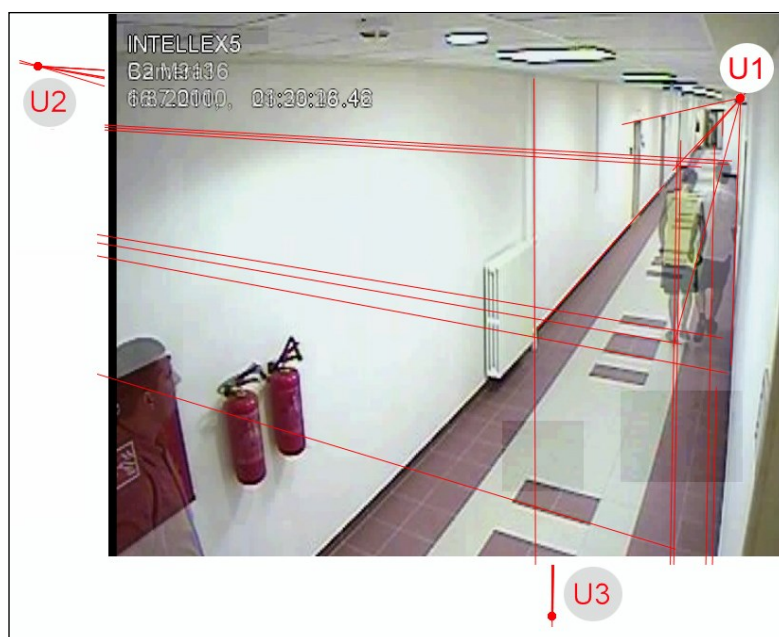


Obr. 101 Osoba podezřelá při rekonstrukci při průchodu chodbou zády k bezpečnostní kameře¹¹³

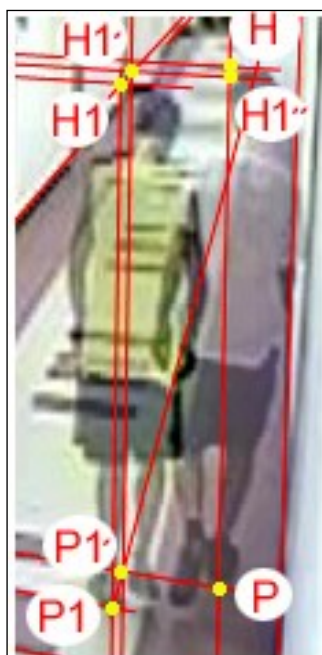
¹¹³ Zdroj osobní archiv autora.

Oba obrázky se liší pouze tím, že osoba pachatele je cca o 1 dlaždici (tedy cca o 30 cm) více vzdálena od kamery a je cca o 1 dlaždici (tedy cca o 30 cm) blíže k P stěně chodby.

Z uvedených obrázků byla vytvořena sestava, ve které byl Obr. 100 použit jako podklad a Obr. 101 jako maska, která byla částečně zprůhledněna (na 50 %). To umožnilo oba obrázky vzájemně precizně vycentrovat a do vzniklé sestavy zakreslit potřebné přímky pro porovnání výšek postav pachatele a podezřelého promítnutím postavy podezřelého do roviny postavy pachatele. (Obr. 102.)



Obr. 102 Sestava z Obr. 100 a Obr. 101, kde Obr. 100 slouží jako „maska“¹¹⁴



Obr. 103 Detail postav z Obr. 102. Zvětšeno 3x¹¹⁴

¹¹⁴ Zdroj osobní archiv autora.

Z uvedeného obrázku je zřejmé, že výška pachatele a osoby podezřelé jsou téměř shodné. To je možné vidět na Obr. 103, kde jsou obě postavy z Obr. 102 trojnásobně zvětšeny. Je možné odhadnout, že rozdíl ve výškách obou postav na obrázku (v obrázku označeno úsečkou **H**, **H1''**) je cca 4,5 až 5 cm (vyšší je postava pachatele). Pokud se bude eliminovat výška postavy podezřelé zmenšením skloněním hlavy (cca 2,5 cm – mnohokrát ověřeno praktickými zkouškami) a rozdíl ve výškách podpatků podrážek obuvi obou postav (cca 1,5 cm – osoba podezřelá je obuta do pantoflí a osoba pachatele do sportovní obuvi), je pravděpodobný rozdíl ve výškách obou postav minimální – **0,5 až 1 cm**. To je pro určení výšky z uvedených, poměrně nekvalitních obrázků, nepodstatné

Z dodaných videozáznamů byly proto vybrány další snímky (Obr. 104 a Obr. 105), které zachycují pachatele a podezřelého při průchodu chodbou čelem k bezpečnostní kameře. Na obou obrázcích je osoba pachatel i osoba podezřelého zachycena při chůzi, kdy se **L** noha dotýká patou podlahy (pachatel), případně ji má již téměř celou plochou lehce opřenou o podlahu (podezřelý). (Na podstatě snímků to nic nemění.)



Obr. 104 Pachatel při průchodu chodbou čelem k bezpečnostní kameře¹¹⁵

¹¹⁵ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 105 Podezřelý při průchodu chodbou čelem k bezpečnostní kameře¹¹⁶

Po zhodnocení snímků je velmi dobře vidět, že pachatel má zakřivenou **L** nohu do „**O**“. Na Obr. 104 označeno písmenem „**N**“.

U osoby podezřelé tomu tak není a jeho noha je rovná. Na Obr. 105 označeno písmenem „**N₁**“.

Rozdílné je také držení rukou při chůzi. Ruce pachatele při chůzi jsou výrazně otočeny dlaněmi dozadu (v Obr. 104 označeno písmenem „**R**“) a ruce osoby podezřelé při chůzi stočení dlaní vzad nevykazují (v Obr. 105 označeno písmenem „**R₁**“).

Další snímky, které byly porovnávány, byly pořízeny v okamžiku, kdy se pachatel otočil **VPRAVO** a připravoval se na „vykopnutí“ dveří. V tento okamžik je zřetelně vidět profil obličeje pachatele z **P** strany. Téměř rovný a delší nos bez výrazného „prohnutí“ navazuje na plochu „kolmého“ čela (v Obr. 106 označeno písmenem „**C**“).

Z uvedeného Obr. 106 je také patrné „ustupování“ brady vzad (označeno písmenem „**B**“) a vzad „vyklenutá“ (konvexní) prostřední část **P** ucha (v Obr. 106 označeno písmenem „**U**“).

¹¹⁶ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 106 Profil pachatele z P strany před vykopnutím dveří¹¹⁷

Na Obr. 107 je osoba podezřelá při rekonstrukci před dveřmi v té samé pozici, jako osoba pachatele z Obr. 106. V uvedený okamžik je z **P** strany zřetelně vidět profil obličeje osoby podezřelé. Nos s nepatrným „hrbolkem“ pod kořenem nosu navazuje na mírně vzad ustupující čelo lehkým „prohnutím“ u kořene nosu. Mírně zapadlé oči dávají vyniknout nadočnicovým obloukům (v Obr. 107 označeno písmenem „**C₁**“). Z Obr. 107 je také patrné, že brada neustupuje vzad (označeno písmenem „**B₁**“) a prostřední část **P** ucha je výrazněji „prohnutá“ (konkávní) k ušnímu otvoru (v Obr. 107 označeno písmenem „**U₁**“).



Obr. 107 Profil podezřelé osoby z P strany před dveřmi¹¹⁷

Na Obr. 108, který zachycuje pachatele při průchodu chodbou, kdy je otočen zády k bezpečnostní kameře, je zřetelně vidět „stáčení“ rukou dlaněmi vzad a výrazné ohnutí paže v lokti (obdobně jako na Obr. 104).

¹¹⁷ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 108 Pachatel při průchodu chodbou zády k bezpečnostní kameře¹¹⁸

Na Obr. 109, je zachycena osoba podezřelá při průchodu chodbou. Osoba je otočena zády k bezpečnostní kameře. Na snímku je patrný „volný“ pohyb ruky s dlaní rovnoběžnou se směrem chůze a uvolněné paže (v Obr. 109 označeno písmenem „R₁“).



Obr. 109 Podezřelý při rekonstrukci při průchodu chodbou zády k bezpečnostní kameře¹¹⁸

¹¹⁸ Zdroj osobní archiv autora.

Přesto, že jsou obě postavy zhruba stejně vysoké, další poznatky jsou **naprosto dostatečným důkazem** k tomu, aby bylo možné prohlásit, že pachatel (Obr. 100) a osoba podezřelá (Obr. 101) **nemohou být a v žádném případě nejsou jedna a tatáž osoba.**

Podezřelá osoba byla z vazby propuštěna a do současné doby (léto 2017) se skutečného pachatele nepodařilo dopadnout.

Uvedená pasáž si neklade za cíl provádět složité teoretické porovnání. Stačilo pouhé podrobné a pečlivé prohlédnutí předložených kamerových záznamů.

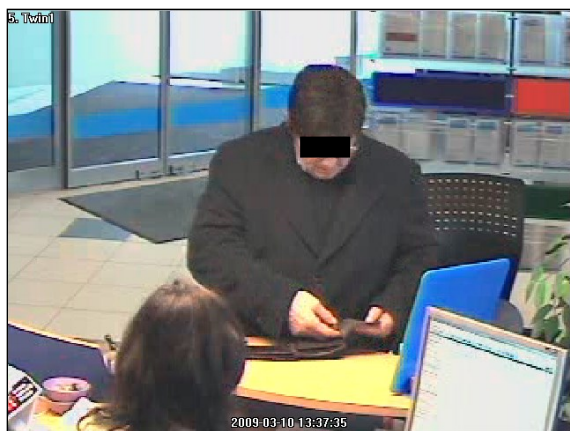
Případ č. 7 - Identifikace zájmové osoby a osoby z rekonstrukce

Zajímavý případ byl řešen v případě podvodného chování v peněžním ústavu v Olomouci. Pachatel v převlečení byl zaznamenán na videokameru a dále byl vytipovaný pachatel zaznamenán při rekonstrukci na tutéž kameru.

K posouzení byly předloženy dva videosoubory, označené „10-03-09-ro“ (je na něm zachycen pachatel na místě činu) a „Olomouc_Jeremenkova_250“ (na kterém je obviněný při rekonstrukci při třech pokusech: bez úpravy zevnějšku – čas 15:57:42 až 15:58:49, s upraveným zevnějškem I – čas 16:02:32 až 16:03:49 a s upraveným zevnějškem II – čas 16:05:15 až 16:06:46).

Prvním znakem, který byl kontrolován u postavy pachatele (Obr. 110) a obviněného (Obr. 111), byla geometrie kloubu palce P ruky. Byl posuzován okamžik, kdy na obou záznamech postava vyndává potřebné doklady z peněženky (náprsní peněženky). Zvětšené detaily kloubu palce P ruky pachatele a obviněného jsou znázorněny na Obr. 112 Detail palce P ruky z Obr. 110 a Obr. 113 Detail palce P ruky z Obr. 111. Z obrázků detailu je patrné, že výrazný kloub a charakteristické „prohnutí“ palce jsou na obou snímcích téměř shodné.

Obdobné prohnutí je patrné i u dalších záběrů z rekonstrukce, kdy je obviněný bez úpravy zevnějšku, tak i u obviněného s upraveným zevnějškem II (časový úsek 16:05:15 až 16:06:46). Podle uvedených geometrických charakteristik, je možné prohlásit, že ruka na Obr. 110 a ruka na Obr. 111 patří **velmi pravděpodobně jedné a té samé osobě**.



Obr. 110 10-03-09-ro – 13:37:35¹¹⁹



Obr. 111 Olomouc_Jeremenkova
_25082011- 16:03:37¹¹⁹

¹¹⁹ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 112 Detail palce P ruky z
Obr. 110¹²⁰

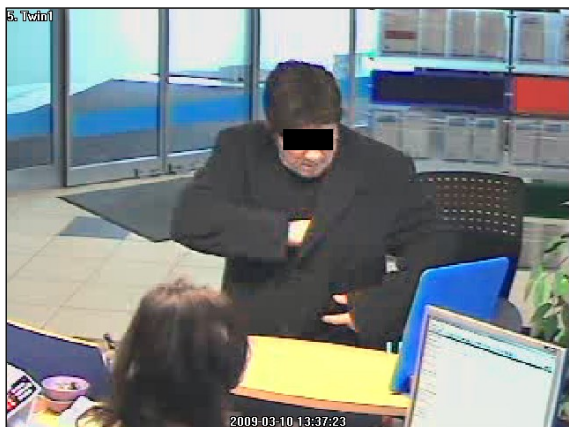


Obr. 113 Detail palce P ruky z
Obr. 111¹²⁰

Dalším znakem, který byl kontrolován u postavy pachatele a obviněného, byla geometrie prohnutí palce L ruky. Byl posuzován okamžik, kdy na obou záznamech postava pachatele (Obr. 114) a obviněného (Obr. 115) vydává potřebné doklady z peněženky (náprsní kapsy) a L rukou si přidržuje kabát. Zvětšené detaily prohnutí palce L ruky jsou znázorněny na Obr. 116 (pachatel) a Obr. 117 (obviněný).

Z obrázků detailu je zřetelně vidět výrazné prohnutí palce (konkávní prohnutí horní hrany palce), které je na obou snímcích téměř shodné. Podle uvedených geometrických charakteristik, je možné prohlásit, že ruka na Obr. 114 a ruka na Obr. 115 **patří velmi pravděpodobně jedné a té samé osobě.**

Obdobné prohnutí palce L ruky je patrné i u dalších záběrů z rekonstrukce, kdy je obviněný bez úpravy zevnějšku, tak i u obviněného s upraveným zevnějškem II (časový úsek 16:05:15 až 16:06:46). Toto prohnutí je patrné při všech manipulacích s peněženkou (náprsní peněženkou).



Obr. 114 10-03-09-ro – 13:37:23¹²⁰



Obr. 115
Olomouc_Jeremenkova_25082011
- 16:03:29¹²⁰

¹²⁰ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 116 Detail palce L ruky z Obr. 114¹²¹



Obr. 117 Detail palce L ruky z Obr. 115¹²¹

Dalším znakem, ve kterém se pohyby rukou postavy pachatele a obviněného shodují, je „sepnutí rukou v pěst“ v době, kdy je postava opřená lokty o stůl. Obě ruce tvoří „pěst“, ale prsty (vyjma palců) nejsou překřížené. (P ruka obemyká ruku L, která je sevřená do pěsti. Obr. 118, Obr. 122 a Obr. 126.) Na Obr. 120, Obr. 124 a Obr. 128 jsou detaily překřížení palců, které však dlouho netrvá a pachatel i obviněný je po cca 1 vteřině „přesouvají“ do polohy rovnoběžně vedle sebe. Uvedené přesunutí palců do rovnoběžné polohy je nejvýraznější v okamžiku zachyceném na Obr. 119 a Obr. 123.

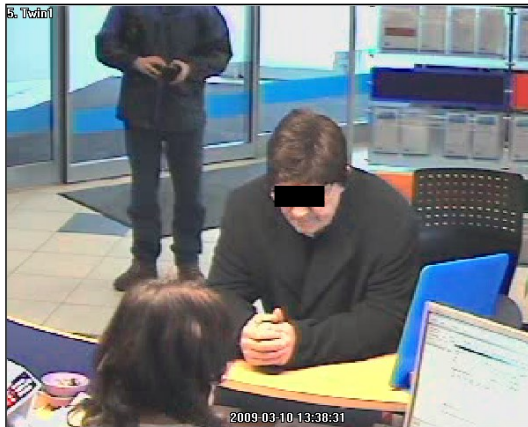
Pozice, která je zachycená na Obr. 127 zachycuje okamžik „přesouvání“ do polohy rovnoběžné, ale vzhledem k nízkému počtu snímků za vteřinu, který kamerový systém zachycuje, není tento proces zachycen celý.

Na Obr. 121 a Obr. 125 jsou detaily rovnoběžného držení palců, na Obr. 129 detail, kdy palce nejsou ještě zcela rovnoběžné.

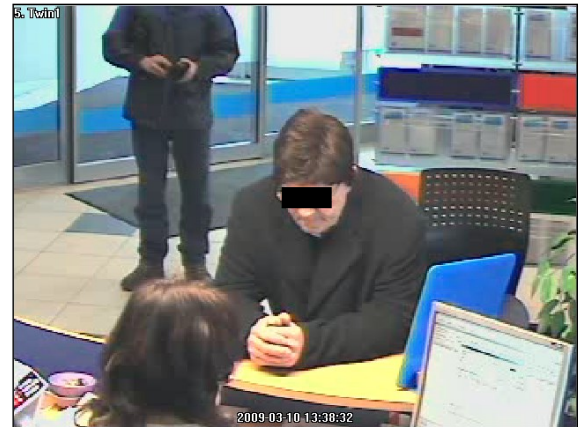
Stejně „sepnutí rukou v pěst“ je patrné i na snímku, který zachycuje obviněného bez úpravy zevnějšku při rekonstrukci. Přesunutí palců „rovnoběžně vedle sebe“ není však nijak výrazné. Lze se ovšem domnívat, že pokud by byla pro celý úkon rekonstrukce v tento okamžik dodržena stejně dlouhá doba jako tomu bylo v ostatních případech, ke stejnému rovnoběžnému postavení palců by došlo také (náznaky chování tomu nasvědčují).

Zcela totožné „sepnutí rukou v pěst“ a následné přesunutí palců do rovnoběžné polohy, které je uvedeno na Obr. 118, Obr. 119, Obr. 122 a Obr. 123, je možné zachytit i v dalších záběrech z rekonstrukce u obviněného s upraveným zevnějškem II (časový úsek 16:05:15 až 16:06:46). (Obrázky nejsou v textu uvedeny.)

¹²¹ Zdroj osobní archiv autora.



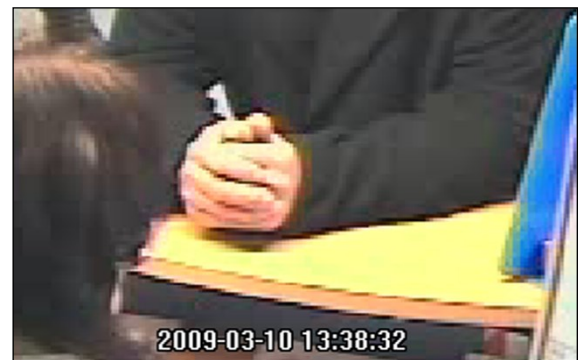
Obr. 118 10-03-09-ro – 13:38:31¹²²



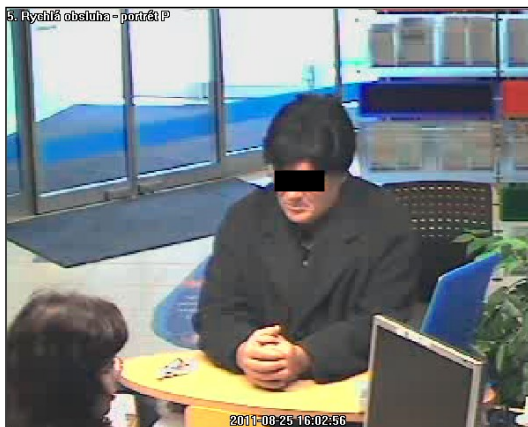
Obr. 119 10-03-09-ro – 13:38:32¹²²



Obr. 120 Detail rukou z
Obr. 118¹²²



Obr. 121 Detail rukou z Obr. 119¹²²

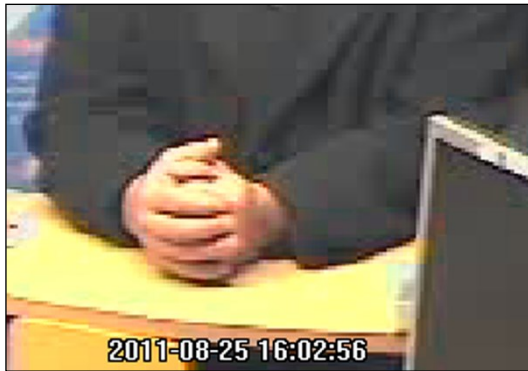


Obr. 122 Olomouc_Jeremenkova _
25082011- 16:02:56¹²²

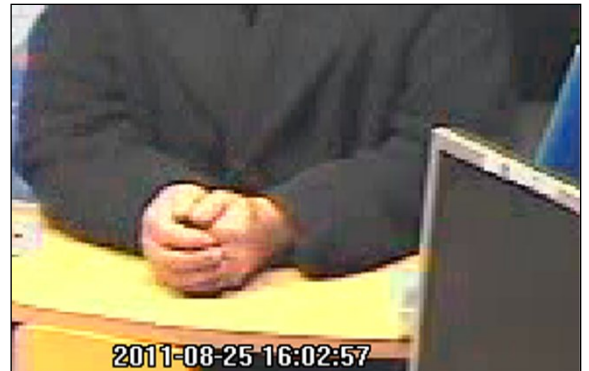


Obr. 123 Olomouc_Jeremenkova_
25082011-16:02:57¹²²

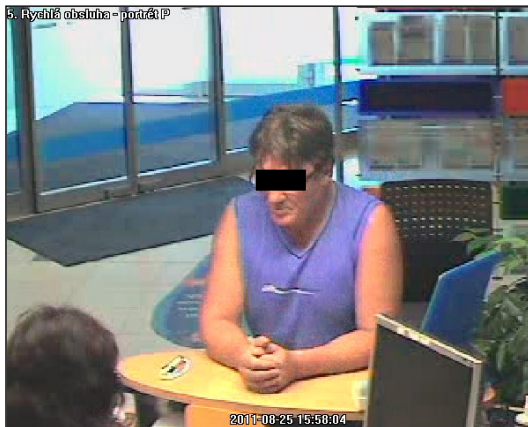
¹²² Zdroj osobní archiv autora.



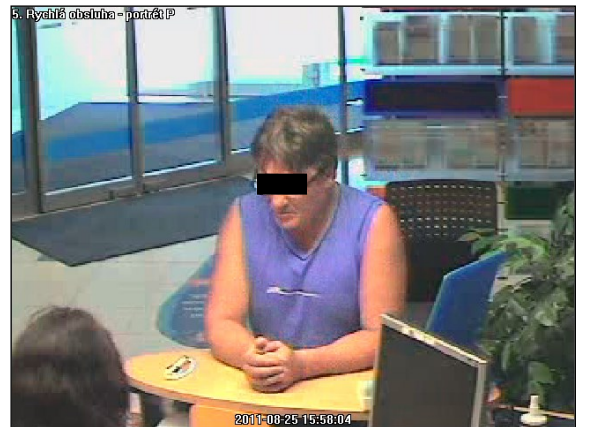
Obr. 124 Detail rukou z Obr. 122¹²³



Obr. 125 Detail rukou z Obr. 123¹²³



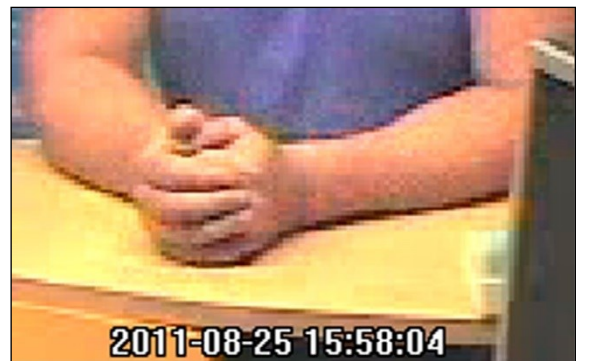
Obr. 126 Olomouc_Jeremenkova_25082011- 15:58:04a¹²³



Obr. 127 Olomouc_Jeremenkova_25082011-15:58:04¹²³



Obr. 128 Detail rukou z Obr. 126¹²³



Obr. 129 Detail rukou z Obr. 127¹²³

Na základě skutečností popsaných výše a znázorněných na Obr. 118 až Obr. 129 je možné konstatovat, že se na **všech obrázcích** (tedy i záběrech) **jedná pravděpodobně o jednu a tu samou osobu.**

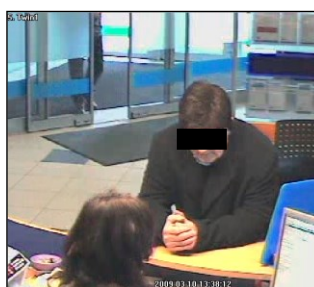
Dalším pozoruhodným detailem je podvědomé „škubání“ rukou sepnutých v pěst. Toto „škubání“ je patrné jak v kamerovém záznamu pachatele, (Obr. 130, Obr. 131 a Obr. 132, detaily rukou sepnutých v pěst s vyznačenou velikostí „škubnutí“ jsou na Obr. 133, Obr. 134 a Obr. 135), tak i v záznamech při rekonstrukci s obviněným, kdy

¹²³ Zdroj osobní archiv autora.

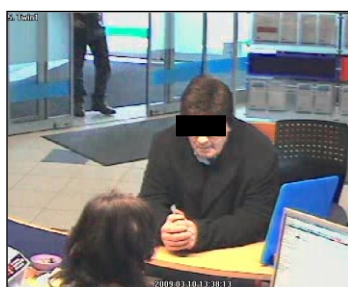
je nejzřetelnější v záběrech obviněného bez úpravy zevnějšku. (Obr. 136, Obr. 137 a Obr. 138, detaily rukou sepnutých v pěst s vyznačenou velikostí „škubnutí“ jsou na Obr. 139, Obr. 140 a Obr. 141.)

V záběrech obviněného s upraveným zevnějškem I – čas 16:02:32 až 16:03:49 a s upraveným zevnějškem II – čas 16:05:15 až 16:06:46 je uvedené škubnutí velmi málo zřetelné a proto z něj nebyly extrahovány žádné obrázky.

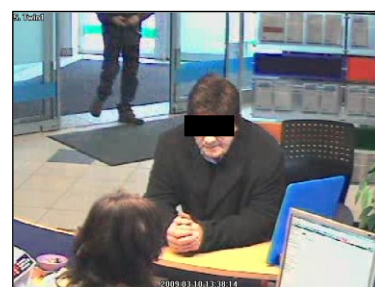
Na základě skutečností popsanych výše a znázorněných na Obr. 130 až Obr. 141 je opět možné konstatovat, že pachatel i obviněný jsou velmi pravděpodobně **jedna a ta samá osoba.**



Obr. 130 10-03-09-ro
– 13:38:12¹²⁴



Obr. 131 10-03-09-ro
– 13:38:13¹²⁴



Obr. 132 10-03-09-ro
– 13:38:14¹²⁴



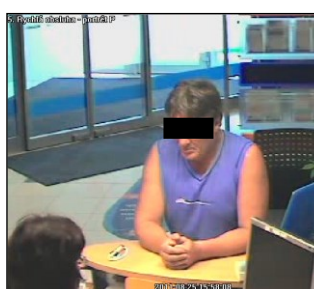
Obr. 133 Detail pohybu
rukou z Obr. 130¹²⁴



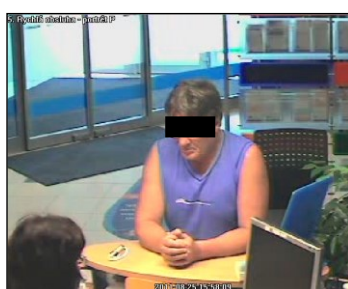
Obr. 134 Detail pohybu
rukou z Obr. 131¹²⁴



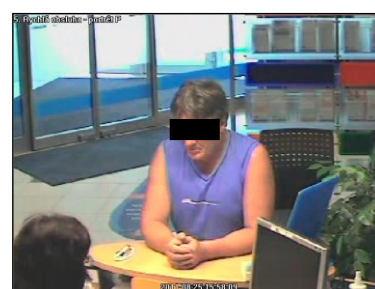
Obr. 135 Detail pohybu
rukou z Obr. 132¹²⁴



Obr. 136
Olomouc_Jeremenkova
25082011- 15:58:08¹²⁴



Obr. 137
Olomouc_Jeremenkova
25082011-15:58:09a¹²⁴



Obr. 138
Olomouc_Jeremenkova
25082011-15:58:09b¹²⁴

¹²⁴ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 139 Detail pohybu rukou z Obr. 136¹²⁵



Obr. 140 Detail pohybu rukou z Obr. 137¹²⁵



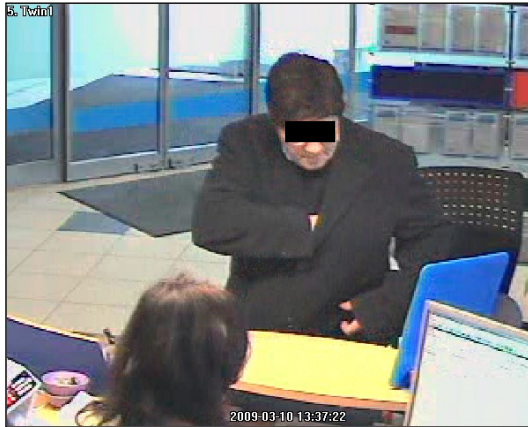
Obr. 141 Detail pohybu rukou z Obr. 138¹²⁵

Vzhledem k tomu, že na žádném ze záběrů není vhodný okamžik, ze kterého by bylo možné výšku pachatele vypočítat a porovnat s výškou obviněného (jednalo se o záběr obviněného s upraveným zevnějškem I – čas 16:02:32 až 16:03:49), bylo provedeno pouze „grafické“ porovnání.

Pro uvedené porovnání bylo nutné snímek z rekonstrukce natočit ve směru hodinových ručiček a rozměrově „zkalibrovat“ (podle velikosti dveří, rozměrů dlaždic), neboť v době mezi pořízením snímků pachatele a záběry z rekonstrukce uplynulo cca 18 měsíců a bylo změněno umístění kamery.

Z výsledku grafického porovnání je zřejmé, že **výška pachatele** z Obr. 142 a **obviněného** zachyceného na Obr. 143 je **totožná**. Výsledné porovnání je znázorněno na Obr. 144.

¹²⁵ Zdroj osobní archiv autora.



Obr. 142 10-03-09-ro – 13:37:22¹²⁶



Obr. 143 Olomouc_Jeremenkova_25082011- 16:03:29¹²⁶



Obr. 144 Porovnání výšky postav z Obr. 33 10-03-09-ro – 13:37:22 a z Obr. 34 Olomouc_Jeremenkova_25082011- 16:03:29¹²⁶

Jako závěr celého procesu „posouzení ztotožnění pachatele a osoby obviněného“ je možné konstatovat, že se **s velkou pravděpodobností na všech záběrech jedná o jednu a tu samou osobu.**

Pozn.

Všechny obrázky, které jsou v publikaci uvedené, jsou pouze informativní pro tento text a **rozměrově a rozlišením** se v žádném případě neshodují s obrázky, které byly pro grafické a matematické zpracování použity.

¹²⁶ Zdroj osobní archiv autora.

4. Závěr

Analýzou literárních údajů, vlastních experimentálních a empirických zkušeností můžeme stanovit základní informace o možných chybách a identifikačním zkoumání lidské lokomoce. Existuje množství příčin, které mohou způsobit chyby při sběru dat a omezit přesnost určení identity. Můžeme hovořit o **vnitřních a vnějších podmínkách ovlivňujících přesnost identifikace**. Některé identifikační metody vycházejí z předpokladu, že se většina vnitřních a vnějších podmínek se nemění. To ovšem není pravda v mnoha životních situacích. V analýze chůze lze rozlišovat vnitřní a vnější faktory, které výrazně ovlivňují analýzu chůze.

Vnitřní faktory:

- **Rychlost chůze.** Pokud osoba kráčí pomaleji nebo rychleji, dochází jak ke změně způsobu chůze, délce kroku a frekvenci pozice těla, mění se také rychlost pohybu paží.
- **Povrch.** Pokud osoba kráčí po hladkém povrchu bez nerovností, pak je způsob chůze opakovatelný a periodický. Pokud ovšem povrch není hladký, musí chodec přemýšlet nad způsobem chůze v důsledku opatrnosti a zákonitě se způsob chůze změní.
- **Fyzický stav chodce.** Chodec může změnit chůzi v důsledku fyzických příčin. Ke změnám dochází například v těhotenství, při únavě (tělesné i duševní) nebo při opilosti sledované osoby. Osoba může změnit způsob chůze také v důsledku zranění.
- **Nesení zátěže.** Pokud osoba něco přenáší, dochází k ovlivnění jejího postoje a dynamiky chůze. Také dochází k tomu, že zavazadlo samo o sobě změní fyzické hranice osoby. V případě, že zavazadlo je neseno, informace o švihů rukou při chůzi nejsou použitelné.
- **Různé oblečení.** Nošení například sukně místo kalhot ovlivní siluetu a skrývá data, která jsou zjistitelná z pohybu nohou. Dále obutí osoby také ovlivňuje postoj a způsob chůze (např. pokud osoba kráčí ve vysokých podpatcích, její způsob chůze je jiný, než pokud jde například v holínkách).

Vnější faktory:

- **Úhel nastavení kamery.** Změna úhlu kamery má drastický efekt na dynamiku chůze. Dynamika chodce je velmi odlišná, když je osoba pozorována zepředu v porovnání s bočním pohledem. Problém je obvykle vyřešen použitím několika záznamů z různých úhlů nebo jednodušeji použitím obrázků pouze ze stejného úhlu.
- **Světelné podmínky.** Světelné podmínky ovlivňují kvalitu snímků extrahovaných z videosekvence a mohou způsobit chyby při určování siluety.
- **Kontrast mezi oblečením a pozadím.** Pokud je kontrast mezi pozadím a oblečením osoby příliš malý, může být těžké zjistit hranice objektu. To zase přináší problémy k extrakci siluety. Barva oblečení zřídka ovlivní tento proces, protože se nejčastěji používají binární obrázky.

Literatura

1. ABDELKADER, C. B., CUTLER, R., NANDA, H., DAVIS, L. EigenGait: Motion-Based Recognition Using Image Self-Similarity, *LNCS 2091*, 2001, pp. 289-294.
2. BOBICK, J., DAVIS, J. The recognition of human movement using temporal templates. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 23(3), March 2001.
3. CAVAGNA, G., MARGARIA, R. Mechanics of Walking. *Journal of Applied Physiology*, 1, 1966.
4. COLLINS, R., GROSS, R., SHI, J. Silhouette-based Human Identification from Body Shape and Gait, *Proc. IEEE Conf. FG '02*, 2002, pp. 366-371.
5. DEUTSCHER, J., BLAKE, A., REID, I. Articulated body motion capture by annealed particle filtering, *Proc. Conf. Computer Vision and Pattern Recognition 2000*, 2, pp. 1144-1149.
6. DEUTSCHER, J., BLAKE, A., NORTH, B., BASCLE, B. Tracking through singularities and discontinuities by random sampling, *Proc. 7th Int. Conf. Computer Vision*, 1999, pp. 1144-1149.
7. DUNGL, P. *Ortopedie a traumatologie nohy*. Praha: Avicenum, 1989.
8. GROSS, R., SHI, J. The CMU Motion of Body databas bhe. *Technical report CMU-RI-TR-01-18*. Robotic Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburg, PA, 6, 2001.
9. HENZE, A. *Dreidimensionale biomechanische Modellierung und die Entwicklung eines Regels zur Simulation zweibeinigen Gehens*. Diss., Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen, 2002.
10. CUTLER, R., DAVIS, L. Robust real-time periodic motion detection, analysis, and applications. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(8):781–796, 2000.
11. JANDA, V., POLÁKOVÁ, Z., VÉLE, F. *Funkce hybného systému*. Praha: SZN, 1966.
12. JOHANSSON, G. Visual motion perception. *Scientific American*, (232):76–88, 1975.
13. JOHANNSON, G. Visual Perception of Biological Motion and a Model for its Analysis, *Perception and Psychophysics*, 14, 1973, pp. 201-211.
14. JONÁK, J., STRAUS, J., TALLO, A., KRAJNÍK, V. Využití záznamů z bezpečnostních kamer ve forenzní praxi. Policejní akademie České republiky v Praze, Akadémia Policajného zboru v Bratislave . Praha 2008, Tribun EU, Brno, 166 s., ISBN 978-80-7399-643-7.
15. KALE, A., RAJAGOPALAN, A. N., SUNDARESAN, CUNTOOR, A. N., ROYCHOWDHURY, A., KRUGER, V., CHELLAPPA, R. Identification of Humans Using Gait, *IEEE TIP* (forthcoming), 2004.
16. KARAS, V. *Biomechanika pohybového systému člověka*. Praha: UK, 1978.
17. KUČERA, M. *Kvalitativní a kvantitativní změny bipedální lokomoce v průběhu vývoje*. Praha: UK, 1985.
18. LITTLE, J., BOYD, J. Recognizing people by their gait: The shape of motion. *Videre*, 1(2), 1998.

19. LEE, L. Gait analysis for recognition and classification. Intelligence Laboratory Massachusetts Institute of Technology Cambridge, Massachusetts. 2006.
20. LEE, L., GRIMSON, W. E. L. Gait analysis for recognition and classification. *Proceedings of the IEEE Conference on Face and Gesture Recognition*, 2002, pp. 155–161.
21. LYNNERUP, N, VEDEL, J. Person Identification by Gait Analysis and Photogrammetry. *J. Forensic Sci.*, 50, 1, p. 112-118.
22. MURRAY, M. P. DROUGHT, A. B., KORY, R. C. Walking Patterns of Normal Men, *Journal of Bone and Joint Surgery*, 46-A(2), 1964, pp. 335-360.
23. MUSIL, J. a kol. *Kriminalistika*. Praha: Naše vojsko, 1994.
24. MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. *Kriminalistika*. Praha: C.H. Beck, 2001.
25. MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J. *Kriminalistika*. Praha: C.H. Beck, 2004.
26. NOVACHECK, T. F. The biomechanics of running. *Gait and Posture*. 1998, 7, pp. 77–95.
27. NIXON, M. S., et. al. Automatic Gait Recognition, *In: A. K. Jain, et al. Eds., Biometrics: Personal Identification in Networked Society*, pp. 231-250, Kluwer, 1999.
28. NIXON, M. S., CARTER, J. N., NASH, J. M., HUANG, P. S., CUNADO, D. Stevenage, S.V. Automatic gait recognition. *In Motion Analysis and Tracking (Ref. No. 1999/103), IEE Colloquium on*, pages 3/1–3/6, 1999.
29. NIXON, M. S., TAN, T. N., CHELLAPPA, R. *Human Identification Based on Gait*. Springer-Science+Business Media Inc., 2006.
30. PJEŠČAK, J. a kol. *Kriminalistika*. Praha: Naše vojsko, 1986.
31. POLANA, R., NELSON, R. Detecting activities. *In: CVPR*, 1993.
32. PORADA, V. *Teorie kriminalistických stop a identifikace*. Praha: Academia, 1987.
33. PORADA, V., STRAUS, J. Nový pohled na pojem "Kriminalistická stopa". *Policajná teória a prax*. Bratislava : APZ, 1, 1999.
34. PORADA, V., STRAUS, J. Kriminalistická stopa. *Kriminalistika*, 1999, č. 3.
35. PORADA, V., STRAUS, J. Nové aspekty zkoumání kriminalistické stopy a identifikace. *Soudní inženýrství*. 1999, č. 1.
36. PORADA, V., ŠIMŠÍK, D. a kol. *Identifikace osob podle dynamického stereotypu chůze*. Karlovy Vary: Vysoká škola Karlovy Vary, 2010. ISBN 978-80-87236-01-7.
37. PORADA, V., ŠIMŠÍK, D. ed. *Identifikace osob na základě projevu lokomoce člověka*. Sborník z mezinárodního semináře a průběžné oponentury projektu výzkumného úkolu : Vysoká škola Karlovy Vary 8. - 10. prosince 2008. Karlovy Vary: Vysoká škola Karlovy Vary, 2009. ISBN 978-80-87236-00-0.
38. PROTIVINSKÝ, M. Kriminalistická stopa. *Acta Universitatis Carolinae Iuridica Monographia XXIII*, Praha: UK Praha, 1976.
39. RAK, R., PORADA, V., MESÁROŠ, M. Biometrical identification. *In Digital Forensic Forum Prague 2007*, Institut of Criminalistics and Forensic Science – College of Karlovy Vary, Risk Analysis Consultants Computer Forensic Institute. Prague: RAC, 2008, s. 183-214.

40. RAK, R., PORADA, V. Locomotion. Based Forensic Identification of Persons and its Digital Consequences. In Digital Forensic Forum Prague 2007, Institute of Criminalistics and Forensic Science – College of Karlovy Vary, Risk Analysis Consultants Computer Forensic Institute. Prague: RAC, 2008, s. 215-230.
41. RAK, R., MATYÁŠ, V., ŘÍHA, Z. *Biometrie a identita člověka*. Praha: Grada, 2008.
42. SHAKHNAROVICH, G., LEE, L., DARRELL, T. *Integrated face and gait recognition from multiple views*. In CVPR, 2001.
43. YOO, J., NIXON, M., HARRIS, C. J. *Extracting Gait Signatures based on Anatomical Knowledge*. University of Southampton, SO17 1BJ, UK, 2006.
44. SABOUNE, J., CHARPILLET, F. *Markerless human motion capture for gait analysis*. INRIA-LORIA, B. P. 239, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy, France 2006.
45. SAMOJLOV, G. A. *Osnovy kriminalističeského učení o navykch*. Moskva: VŠ MVD, 1968, 118 s.
46. SELIGER, V., VINAŘICKÝ, R., TREFNÝ, Z. *Fysiologie tělesných cvičení*. Praha: Avicenum, 1980, 345 s.
47. STEVENAGE, S. V., BIZON, M. S., VINCE, K. Visual Analysis of Gait as a Cue to Identity, *Applied Cognitive Psychology*, 13(6), 1999, pp. 513-526.
48. STRAUS, J. a kol. *Úvod do kriminalistiky*. 2. vydání. Plzeň: vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2006.
49. STRAUS, J. *Kriminalistické stopy s biomechanickým obsahem*. Praha: PA ČR, 2001.
50. STRAUS, J., JONÁK, J. Lokomoce člověka z hlediska forezní biomechaniky. *Pohybové ústrojí*, 11, 2004, č. 1-2, s. 130-131.
51. STRAUS, J., JONÁK, J. Je možné identifikovat osobu podle pohybového projevu lokomoce? *Policajná teória a prax*, 3, 2005, s. 109-120.
52. STRAUS, J., JONÁK, J. *Kriminalistická a technická analýza bipedální lokomoce*. Praha: PA ČR, 2007, 160 s., ISBN 978-80-7251-268-3.
53. STRAUS, J., PORADA, V. *Systém kriminalistických stop*. Praha: PA ČR, 2006.
54. VANĚK, M., HOŠEK, V., RYCHTECKÝ, A., SLEPIČKA, P. *Psychologie sportu*. Praha: SPN, 1980, 180 s.
55. YAM, C-Y., NIXON, M. S., CARTER, J. N. Automated Markerless Analysis of Human Walking and Running by Computer Vision, *Proc. World Cong. Biomechanics*, 2002.
56. YAM, C-Y., NIXON, M. S., CARTER, J. N. Automated Person Recognition by Walking and Running via Model- Based Approaches, *Pattern Recog.* 37 (forthcoming), 2004.
57. ZACIORSKIJ, V. M., ALEŠINSKIJ, S. J., JAKUMIN, N. A. *Biomechaničeskije osnovy vynoslivosti*. Moskva, Fizkultura i sport, 1982.

Summary

The monograph discusses the main scientific approaches to solving the problem. The authors analyzed a total of seven cases, case reports. According to video analysis, it is possible to contribute to the investigation of criminal offenses.

At present, the person's body-to-walk identification is very promising. There is no commercially available product yet and most research is currently focused on basic research.

When compared to other biometric identification methods, walking has many benefits. One of these is that shots taken using a video camera used for identification can be recorded at a relatively low resolution. It follows that Walking Identification is a non-invasive method, and tracking can be performed at a relatively long distance without the person knowing that it is being monitored. The main drawback of identifying a person by walking is that even if each person has a theoretically unique gait in ideal conditions, changing conditions can cause more variation in one person than between two different people. Simultaneously available methods were tested on small files only, and it is debatable whether "walking signature" is unique enough for large databases. People can deliberately change the way they walk, and these circumstances lead to discussions as to how accurate tracking can really be.

By analyzing the literary data, our own experimental and empirical experiences, we can provide basic information about possible errors and identification of human locomotor. There are a number of causes that can cause errors in data collection and limit the accuracy of identity determination. We can talk about internal and external conditions influencing the accuracy of identification.

Poznámky