Trasologická analýza stop vozidel s využitím softwaru LUCIA

Patrícia Liptáková

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav bezpečnostního inženýrství

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Patrícia Liptáková**
Osobní číslo:	**A22233**
Studijní program:	**B1032A020001 Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia:	**Prezenční**
Téma práce:	**Trasologická analýza stop vozidel s využitím softwaru LUCIA**
Téma práce anglicky:	**Traseologic analysis of vehicle traces using the LUCIA software**

Zásady pro vypracování

1. Vyjádřete základní pojmy související s trasologií.
2. Popište význam trasologie pro zajišťování stop z místa činu.
3. Sestavte katalog digitalizovaných trasologických stop dopravních prostředků.
4. Vytvořte postup analýzy stop v LUCIA Forensic.
5. Navrhněte úlohu do předmětu Forenzní vědy.

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

Seznam doporučené literatury:

1. KONRÁD, Zdeněk; PORADA, Viktor; STRAUS, Jiří a SUCHÁNEK, Jaroslav. *Kriminalistika: teorie, metodologie a metody kriminalistické techniky*. 2. rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2021. ISBN 978-80--7380-869-3.
2. PORADA, Viktor. *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*. 2. aktualizované a rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeňek, 2019. ISBN 978-80-7380-741-2.
3. SVOBODA, Ivo. *Kriminalistika*. Ostrava: Key Publishing, 2016. ISBN 97980-7418-259-4.
4. BUCK, Ursula; ALBERTINI, Nicola; NAETHER, Silvio a THALI Michael J. 3D documentation of footwear impressions and tyre tracks in snow with high resolution optical surface scanning. Online. *Forensic Science International*. 2007, roč. 171, č. 2-3, s. 157-164. ISSN 03790738. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.11.001.
5. WOO, T. Hugh a WU, Chun Liang. Determining the initial impact of rear-end collisions by trace evidence left on the vehicle from tires: A case report. Online. *Forensic Science International*. 2018, roč. 291, s. 17-22. ISSN 03790738. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.03.028.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michaela Mikuličová, Ph.D.**
Ústav elektroniky a měření

Datum zadání bakalářské práce: **11. prosince 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. června 2025**

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Fakulta aplikované informatiky
DĚKAN
L.S.

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan

Ing. Jan Valouch, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 11. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne ....

podpis autora

ABSTRAKT

Témou tejto bakalárskej práce je trasologická analýza stôp vozidiel s využitím software LUCIA Forensic s cieľom vytvorení návrhu laboratórnej úlohy do predmetu Forenzné vedy, ktorý je vyučovaný na Fakulte aplikovanej informatiky Univerzity Tomáše Bati v Zlíne. Bakalárska práca pojednáva hlavne o presnom zadokumentovaní, identifikácii a analýze trasologických stôp dopravných prostriedkov. Dáta získané v praktickej časti tejto bakalárske práce sú vložené do vytvoreného katalógu digitalizovaných trasologických stôp, ktorej úlohou bude tvoriť podklady pre spracovanie navrhnutej laboratórnej úlohy.

Kľúčové slová: databáza dopravných prostriedkov, LUCIA Forensic, miesto činu, stopy dopravných prostriedkov, stôp a porovnávacích odtlačkov, trasologická analýza, trasológia.

ABSTRACT

The topic of this bachelor's thesis is the traceological analysis of vehicle tracks using the LUCIA Forensic software, with the aim of creating a draft laboratory assignment for the *Forensic Sciences* course taught at the Faculty of Applied Informatics of Tomas Bata University in Zlín. The thesis primarily deals with the accurate documentation, identification, and analysis of traceological marks left by vehicles. The data obtained in the practical part of this bachelor's thesis are included in a created catalogue of digitized traceological tracks, the purpose of which is to serve as the basis for the proposed laboratory assignment.

Keywords: crime scene, LUCIA Forensic, traceological analysis, traceology, tracks and comparison prints, vehicle database, vehicle tracks.

Týmto by som chcela poďakovať všetkým, ktorí mi akýmkoľvek spôsobom pomohli v priebehu vypracovania tejto bakalárskej práce.

V prvom rade vyjadrujem veľké poďakovanie vedúcej bakalárskej práce Ing. Michaele Mikuličovej, Ph.D. za odborné vedenie, cenné rady, trpezlivosť, ochotu k opakovaným konzultáciám a časovú flexibilitu počas celého obdobia spracovania bakalárskej práce.

Poďakovanie patrí aj mjr. Mgr. Viere Spišákovej za odbornú pomoc a konzultácie z oblasti kriminalistiky a skenovania trasologických stôp pomocou TrasoScanu, a súčasne aj za odbornú pomoc pri využívaní funkcionalít softwaru LUCIA Forensic.

Veľké poďakovanie patrí aj mojej rodine za pomoc počas praktickej časti práce, najmä pri manipulácii s vozidlami a snímaní pneumatík. Zároveň im ďakujem za trpezlivosť a povzbudenie počas celého štúdia.

Na záver ďakujem všetkým, ktorí mi akokoľvek pomohli počas písania a realizácie tejto bakalárskej práce.

Prehlasujem, že odovzdaná verzia bakalárskej práce a elektronická verzia nahraná do IS/STAG sú totožné.

OBSAH

ÚVOD **11**
I TEORETICKÁ ČASŤ **12**
1 ZÁKLADNÉ POJMY **13**
1.1 KRIMINALISTIKA 13
1.2 KRIMINALISTICKÁ STOPA 13
1.3 KRIMINALISTICKÁ IDENTIFIKÁCIA 13
1.4 KRIMINALISTICKÁ SITUÁCIA 14
1.5 KRIMINALISTICKY RELEVANTNÁ UDALOSŤ 14
1.6 MIESTO ČINU 14
1.7 OBHLIADKA MIESTA ČINU 14
1.8 KRIMINALISTICKÁ DOKUMENTÁCIA 15
1.8.1 Fotografická dokumentácia 16
2 TRASOLÓGIA **22**
2.1 OBJEKTY TRASOLÓGIE 22
2.1.1 Stopy bosých a obutých nôh 22
2.1.2 Stopy ľudskej lokomócie 23
2.1.3 Stopy dopravných prostriedkov 24
2.1.4 Ine stopy podobného druhu 25
2.2 SKÚMANIE TRASOLOGICKÝCH STÔP 25
2.2.1 Stopy plošné a stopy objemové 26
2.2.2 Stopy statické a dynamické 26
2.3 ZAISŤOVANIE TRASOLOGICKÝCH STÔP 27
2.3.1 Zaisťovanie fotografovaním 27
2.3.2 In natura 28
2.3.3 Zaisťovanie pomocou želatínovej fólie 28
2.3.4 Zaisťovanie elektrostatických snímačom 28
2.3.5 Zaisťovanie odlievaním 29
2.3.6 Zaisťovanie 3D skenovaním 30
3 TRASOLOGICKÉ STOPY PNEUMATÍK **31**
3.1 DEZÉN A HĹBKA DEZÉNU PNEUMATIKY 32
3.2 ROZCHOD A RÁZVOR 35
3.3 INDIVIDUÁLNE ZNAKY PNEUMATÍK 36
4 SOFTWARE LUCIA FORENSIC **38**
4.1 INŠTALÁCIA A SPUSTENIE PROGRAMU 39
4.2 VYUŽITIE SOFTWAROVÝCH NÁSTROJOV V PRÁCI 41
II PRAKTICKÁ ČASŤ **42**
5 PREDMET A CIELE BAKALÁRSKEJ PRÁCE **43**

6.1 VYTVÁRANIE A ZAISŤOVANIE STÔP Z MIESTA ČINU 45
6.2 VYTVÁRANIE POROVNÁVACÍCH ODTLAČKOV 48
6.3 ODLIEVANIE 54
6.3.1 Postup odlievania 55
6.3.2 Vytvorenie porovnávacieho 3D odtlačku 58
6.4 SNÍMANIE POMOCOU ŽELATÍNOVEJ FÓLIE 59
7 IDENTIFIKÁCIA A NÁSLEDNÁ ANALÝZA STÔP V SOFTWARE LUCIA FORENSIC 64
7.1 NAHRANIE, KALIBRÁCIA A PRÍPRAVA FOTOGRAFIÍ NA ANALÝZU 64
7.2 POSTUP A IDENTIFIKÁCIA STÔP VOZIDIEL V SOFTWARE LUCIA FORENSIC 69
7.3 POSTUP ANALÝZY A POTVRDENIE ZHODY STÔP V SOFTWARE LUCIA FORENSIC 71
8 NÁVRH LABORATÓRNEJ ÚLOHY DO PREDMETU FORENZNÝCH VIED 77
8.1 NÁVRH PRACOVNÉHO LISTU 77
8.2 MODEL VYPRACOVANIA LABORATÓRNEJ ÚLOHY 78
ZÁVER 85
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY 87
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK 91
ZOZNAM OBRÁZKOV 92
ZOZNAM PRÍLOH 95

ÚVOD

Prípady dopravných nehôd alebo iných trestných činov súvisiacich s vozidlami sú bežnou súčasťou kriminalistickej praxe. V tejto súvislosti má správne a precízne zadokumentovanie miesta činu zásadný význam pre vytvorenie databáz, v ktorých sú evidované stopy získané z miesta činu, podozrivé dopravné prostriedky a k nim prislúchajúce porovnávacie odtlačky. Takto spracované databázy sú využiteľné pri detailnej analýze a rekonštrukcii udalostí, ktoré sa odohrali počas páchania trestnej činnosti, čím môžu významne prispieť k odhaleniu potenciálnych páchateľov.

Cieľom tejto bakalárskej práce je na základe kompletnej analýzy a identifikácie trasologických stôp dopravných prostriedkov (pneumatík) vytvoriť a navrhnúť laboratórnu úlohu, ktorá bude slúžiť študentom pri výučbe predmetu Forenzné vedy. Daná úloha môže byť zároveň uplatnená aj v rámci odbornej praxe. Na tento účel bude použitý software LUCIA Forensic, ktorý poskytuje vhodné nástroje na digitálnu analýzu obrazových záznamov.

Táto práca je zameraná výlučne na spracovanie trasologických stôp vytvorených pneumatikami kolesových dopravných prostriedkov. Dôraz bol kladený na oboznámenie sa so softwarom LUCIA Forensic, pochopenie jeho funkcií a praktické využitie pri trasologickej analýze. V rámci práce bola skúmaná možnosť identifikácie prípadných zhôd medzi zaistenými stopami a porovnávacími odtlačkami. Zároveň boli vytvorené databázy, ktoré slúžia súčasne aj ako výučbový podkladový materiál pre študentov predmetu Forenzné vedy na Univerzite Tomáše Bati v Zlíne.

Bakalárska práca má okrem akademického využitia, aj možnú praktickú využiteľnosť a prínos v oblasti kriminalistiky.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 ZÁKLADNÉ POJMY

V tejto kapitole sú uvedené základné pojmy z oblasti kriminalistiky, vzhľadom na tému práce, s rozšírením o trasológiu.

1.1 Kriminalistika

Kriminalistika je vedecký odbor, ktorý sa venuje procesom spojených so vznikom, zánikom, vyhľadávaním, zabezpečovaním, analýzou a využívaním kriminalistických stôp, dôkazov a ďalších dôležitých informácií použiteľných v trestnom konaní. Na základe týchto poznatkov sú vypracované metódy, postupy a odporúčania, ktoré je možné uplatniť v kriminalistickej praxi. Pri týchto procesoch sú využívané rôzne metódy, technické prostriedky a postupy.

Okrem toho sa kriminalistika zaoberá aj metodikou vyšetrovania jednotlivých druhov trestných činov a významne prispieva k prevencii kriminality, čím napomáha znižovať riziko jej vzniku [1;2].

1.2 Kriminalistická stopa

Pod pojmom kriminalistická stopa sa rozumie každá zmena v materiálnom prostredí alebo v ľudskom vedomí, ktorá je vecne, obsahovo a miestne alebo časovo spojená s konkrétnou vyšetrovanou udalosťou. Kriminalistická stopa obsahuje dôležité informácie využiteľné v kriminalistike a je možné ju identifikovať [3;4].

V tejto bakalárskej práci sa za kriminalistickú stopu bude považovať predovšetkým odtlačok pneumatík dopravných prostriedkov, slúžiaci na identifikáciu konkrétneho vozidla, ktoré danú stopu vytvorilo.

1.3 Kriminalistická identifikácia

Proces, pri ktorom sa určuje, ktorý konkrétny objekt je pôvodcom kriminalistickej stopy, sa nazýva kriminalistická identifikácia. Kriminalistická identifikácia spočíva najmä v porovnávaní zaistených stôp a iných dôkazov s existujúcimi vzormi alebo databázami. Hlavným cieľom kriminalistickej identifikácie je preukázanie spojitosti medzi stopou a jej pôvodcom, čo môže mať podstatný význam pre vyšetrovanú udalosť. Výsledkom tohto procesu je potvrdenie alebo vylúčenie spojenia podozrivej osoby alebo predmetu s miestom činu, respektíve inými okolnosťami [5].

1.4 Kriminalistická situácia

V kriminalistickej praxi nastáva situácia, keď z hľadiska časovej osi bol spáchaný trestný čin. Používa sa na označenie konkrétneho miesta činu, respektíve iného miesta, ktoré priamo alebo nepriamo súvisí so spáchaním trestného činu, ako aj okolnosti a stav veci, ktoré danému činu predchádzali [2].

1.5 Kriminalisticky relevantná udalosť

Kriminalisticky relevantná udalosť je predmet skúmania, ktorý je presne zadefinovaný, je ohraničený materiálne, v priestore aj v čase a existuje nezávisle od vedomia osôb, ktoré ho analyzujú. Kriminalisticky relevantná udalosť vzniká v priamej súvislosti s kriminalistikou situáciou, má svoj priebeh a často zanecháva stopy, ktoré sú dôležité pre jej objasnenie [6].

Kriminalisticky relevantná udalosť môže vzniknúť či zaniknúť náhodne alebo plánovane, môže byť aj utajovaná a jej priebeh zvyčajne ovplyvňujú páchatelia úmyselným konaním. Na objasnenie kriminalisticky relevantnej udalosti sa využívajú špecifické kriminalistické metódy, prostriedky a postupy, ktoré umožňujú efektívne riešenie a dosiahnutie stanoveného cieľa v rámci vyšetrovania [6].

1.6 Miesto činu

Miesto činu je jedným zo základných pojmov v kriminalistike a trestnom práve a zohráva kľúčovú úlohu pri vyšetrovaní. Vo väčšine prípadov miesto činu predstavuje dôležitý a jediný zdroj informácií o vyšetrovanej udalosti. Pri objasňovaní trestnej činnosti miesto činu slúži ako východiskový bod a zároveň ako hlavné miesto, kde sa zhromažďujú dôkazy [6].

Každá činnosť páchateľa na mieste činu zanecháva stopy, ktoré odrážajú spôsob jeho konania, pohybu alebo použité prostriedky. Význam miesta činu pri vyšetrovaní závisí od množstva a kvality zanechaných stôp, pričom ich dôkladné preskúmanie a zadokumentovanie môže prispieť k odhaleniu a identifikácii páchateľa, a súčasne aj k zisteniu a popisu okolností spojených s vykonaním spáchaného skutku [6].

1.7 Obhliadka miesta činu

Obhliadka miesta činu je kriminalistická metóda založená na priamom pozorovaní miesta činu v reálnom čase. V priebehu obhliadky miesta činu dochádza k identifikácii, analýze, vyhodnocovaniu a dokumentácii materiálneho stavu alebo situácie objektov súvisiacich

konkrétnou vyšetrovanou udalosťou. Jej cieľom je získať dôkazy a relevantné informácie, ktoré môžu prispieť k objasneniu prípadu a prípadne byť využité aj v trestnom konaní [1].

Osoba poverená vyšetrovaním musí vykonávať obhliadku miesta činu v predpísaných krokoch a ich postupnosti, a to z dôvodu eliminácie poškodenia alebo znehodnotenia dôkazov, ktoré sa tam nachádzajú [7].

1.8 Kriminalistická dokumentácia

Kriminalistická dokumentácia zohráva významnú úlohu pri vyšetrovaní, pretože slúži na presné zaznamenanie miesta činu, ako aj stôp a dôkazov na mieste činu získaných. Pri zaisťovaní a dokumentovaní miesta činu je potrebné starostlivo zvážiť najvhodnejšie postupy, aby sa predišlo prípadnému poškodeniu alebo zničeniu stôp a dôkazov. Zaisťovanie preto vždy prebieha až po dôkladnom zadokumentovaní [5].

Kriminalistická dokumentácia musí spĺňať základné zásady, ako je verné a plastické zachytenie materiálnej situácie na mieste udalosti, umožnenie názorného pochopenia všetkých zdokumentovaných okolností a súvislostí, ako aj zaistení podkladov pre možnosť obnovy pôvodnej situácie v prípade potreby. Zároveň výstupy kriminalistickej dokumentácie musí poskytovať presný obraz o priebehu a výsledkoch vykonaných úkonov a fixovať použité metódy, spôsoby a prostriedky pri vyšetrovaní [5;8].

Kriminalistická dokumentácia využíva rôzne druhy metód a spôsobov, ktoré sú priamo prispôsobené konkrétnej situácii, skúmanému objektu alebo priamo vyšetrovanej udalosti.

Medzi zvyčajne používané metódy kriminalistickej dokumentácie patria:

- *„protokol,*
- *fotografická dokumentácia,*
- *topografická dokumentácia,*
- *filmový záznam,*
- *videodokumentácia a magnetofónový záznam,*
- *zaistenie vecí in natura,*
- *technický znalecký posudok,*
- *špeciálne spôsoby fixácie.“* [1]

Nižšie v bakalárskej práci bude podrobnejšie analyzovaná iba fotografická dokumentácia, ktorá je v kriminalistike využívaná ako jedna z najčastejších a najpraktickejších metód zachytávania dôkazov.

1.8.1 Fotografická dokumentácia

„Podľa rozsahu záberov sa rozlišujú tieto základné druhy dokumentačných fotografií:

- *orientačné fotografie,*
- *celková situačná fotografia,*
- *polodetailné fotografie,*
- *detailné fotografie,*
- *celková prehľadná fotografia.“* [5]

V praktickej časti bola využitá polodetailná a detailná fotografia. Keďže nejde o skutočný trestný čin, orientačná fotografia nemá pre bakalársku prácu podstatný význam a zároveň neovplyvňuje kvalitu výsledkov získaných z jej praktickej časti.

Orientačná fotografia

Orientačná fotografia slúži výlučne na širšiu orientáciu a vyhotovuje sa za účelom prepojenia vyšetrovaného miesta s okolitým prostredím, čím sa zabezpečuje, že v budúcnosti bude jednoznačne preukázateľné, že miesto, kde sa skutok odohral, sa nachádza v presne danom konkrétnom priestore [9].

Obrázok 1 zobrazuje lokalitu z hľadiska širších vzťahov. Pohľad na fotografii smeruje na východ, čo potvrdzuje aj poloha vychádzajúceho slnka nad horizontom. Zobrazená je asfaltová miestna komunikácia, ktorá umožňuje prístup na miesto činu z cesty prvej triedy I/18. Východne nad cestou sa nachádza pasienok, ktorého súčasťou je sieť poľných ciest, na jednej z ktorých bola zachytená stopa posudzovaného vozidla. Zo zobrazenej asfaltovej komunikácie je prístup na miesto činu zabezpečený poľnou cestou, ktorá sa napája na túto miestnu komunikáciu.



Obrázok 1 Orientačná fotografia

(zdroj: vlastné)

Celková situačná fotografia

Celková situačná fotografia zachytáva pôvodný stav miesta činu, poskytujúc prvý vizuálny pohľad na jeho usporiadanie a podmienky. Jej účelom je zdokumentovať celkový vzhľad miesta činu a základné vzťahy medzi jednotlivými objektmi na mieste činu [9].

Miesto činu sa nachádza na poľnej ceste, ktorá prechádza naprieč pasienkom a delí ho na dve polovice (viď obrázok 2). Vozidlo prešlo po tejto poľnej ceste a zanechalo stopy v oboch jazdných pruhoch, pričom viditeľnejšia je stopa kolies v pruhu smerom od cesty prvej triedy I/18 pokračujúc na juh. Na inkriminované miesto sa dostaneme zo severozápadnej strany, približne 150 metrov od asfaltovej miestnej komunikácie, ktorá je zobrazená na obrázku 2.



Obrázok 2 Celková situačná fotografia

(zdroj: vlastné)

Polodetailná fotografia

Polodetailná fotografia slúži na zachytenie dôležitých detailov miesta činu v primeranej mierke, vrátane objektov nachádzajúcich sa v jeho tesnej blízkosti [9].

Polodetailná fotografia na obrázku 3 zachytáva konkrétne dôležité detaily miesta činu, vrátane objektov, ktoré sa v tom čase nachádzali na ňom a v jeho blízkosti. Je tu jasne viditeľný blatný terén s drobnými a väčšími kameňmi, ako aj nešpecifikovaný predmet červenej farby. Tieto detaily môžu výrazne napomôcť pri identifikovaní vozidla, a to najmä možnosťou zachytenia sa zvyškov drobných fragmentov z terénu v dezéne pneumatiky podozrivého vozidla.



Obrázok 3 Polodetailná fotografia

(zdroj: vlastné)

Detailná fotografia

Po vyhotovení polodetailnej fotografie nasleduje vyhotovenie detailnej fotografie, ktorá zachytáva konkrétne detaily zistené na mieste činu. Detailná fotografia sa zameriava výlučne na jednotlivé stopy alebo predmety oddelené od ich okolia, ako sú napríklad odtlačky pneumatík a podobne [9].

Na danej fotografickej snímke (obrázok 4) je zobrazený konkrétny odtlačok pneumatiky do terénu, z ktorého je zreteľné, že ho vytvorilo osobné motorové vozidlo s väčšou šírkou plášťa pneumatiky, čím je možné na prvý pohľad usúdiť, že danú stopu mohlo vytvoriť napríklad vozidlo SUV.



Obrázok 4 Detailná fotografia

(zdroj: vlastné)

Celková prehľadná fotografia

Celková prehľadná fotografia sa vyhotovuje na záver dokumentovania a svojím obsahom je podobná celkovej situačnej fotografii. Hlavným rozdielom je, že na celkovej prehľadnej fotografii sú všetky dôležité predmety a stopy, ktoré sú očíslované a to pre ich lepšiu prehľadnosť [9].

Celková prehľadná fotografia v obrázku 5 zachytáva celkový prehľad stôp zachytených na mieste činu, ktoré sú označené arabskými číslicami. Číslom 1 (v strede snímky) je označená stopa vytvorená v pravom jazdnom pruhu, číslom 2 (v zadnej časti snímky) je označená stopa v ľavom jazdnom pruhu a číslom 3 (v prednej časti snímky) je označený bližšie nešpecifikovaný predmet červenej farby.



Obrázok 5 Celková prehľadná fotografia

(zdroj: vlastné)

2 TRASOLÓGIA

Trasológia je dôležitou súčasťou kriminalistiky, ktorá sa zameriava na zaisťovanie a skúmanie stôp pohybu vytvorených osobami, dopravnými prostriedkami a predmetmi, v niektorých prípadoch aj zvieratami. Trasológia sa zameriava na skúmanie týchto stôp z hľadiska ich vonkajšej štruktúry, pričom sú sledované ich hlavné morfologické znaky. Trasológia zohráva významnú úlohu pri zhromažďovaní dôkazov získaných z miesta činu a zaoberá sa analýzou nielen viditeľných stôp, ale aj takzvaných latentných stôp, ktoré nie sú voľným okom ihneď rozpoznateľné. Na odhalenie ako viditeľných, tak aj latentných stôp je potrebné použiť špeciálne metódy a techniky, ako sú napríklad fotografovanie, odlievanie vtlačkov sadrou či zaisťovanie pomocou želatínovej fólie [10].

Aby trasologické dôkazy mohli byť spoľahlivo použité v procese vyšetrovania, musia byť správne zaistené a zadokumentované. Takýto postup zabezpečí, že dôkazy zostanú zachované a bude ich možné porovnať s inými stopami alebo údajmi z dostupných alebo vytvorených databáz [10;11].

Trasológia je neoddeliteľnou súčasťou kriminalistiky a dôkazy z nej získané a zadokumentované bývajú kľúčové pre úspešné vyšetrovanie a objasnenie prípadu.

2.1 Objekty trasológie

Objekty trasológie sa zameriavajú na skúmanie a identifikovanie rôznych druhov stôp, ktoré boli zanechané na mieste činu. Podľa [10] sa objekty skúmané trasológiou delia na stopy bosých a obutých nôh, stopy ľudskej lokomócie, stopy dopravných prostriedkov a iné stopy podobného druhu (napr. stopy uší, zubov, pier, rukavíc, zvierat, oporných palíc, čela, lakťov, kolena, tkanín atď.).

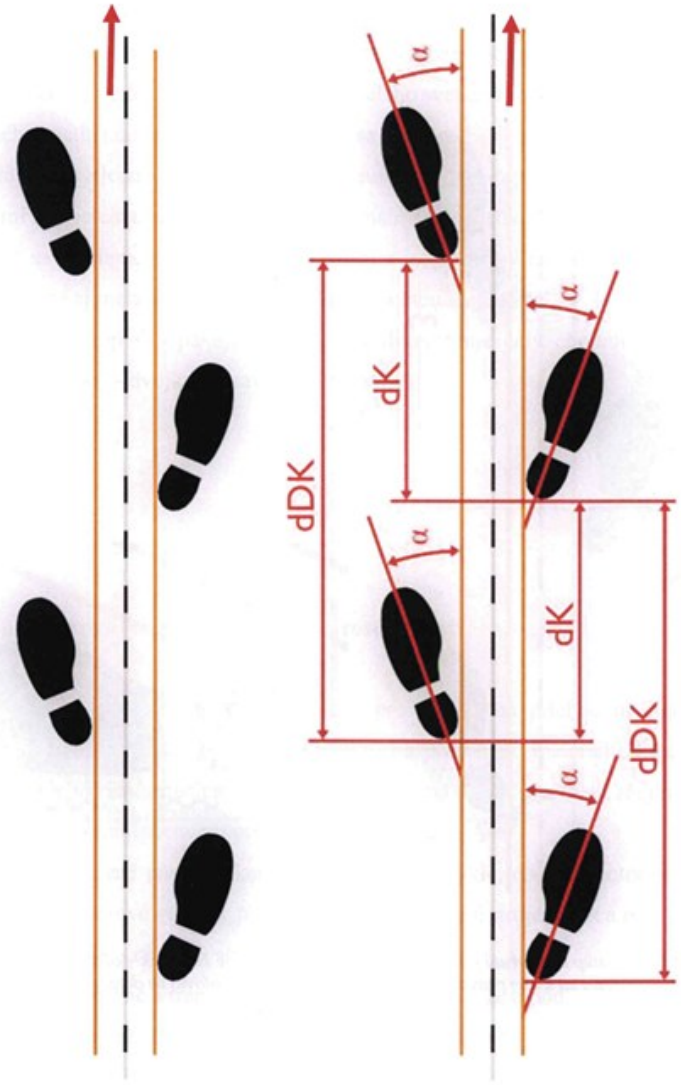
2.1.1 Stopy bosých a obutých nôh

Stopa bosých alebo obutých nôh vzniká pri dotyku chodidla alebo jeho obutia (odevu) s povrchom a predstavuje odtlačok vonkajšej štruktúry chodidla (stupaje), podošvy topánky alebo inej časti obuvi. Tieto odtlačky môžu vzniknúť pri chôdzi, behu alebo skoku a môžu byť zachytené na rôznych povrchoch a materiáloch. Vo všeobecnosti každá stopa obsahuje dva základné typy znakov, všeobecné a špecifické. Tie spolu vytvárajú súhrn znakov, ktoré určujú jej originalitu. Všeobecné znaky vyjadrujú veľkosť, tvar a rozmery, čím charakterizujú daný druh chodidla, respektíve obuvi, ktoré sa v rovnakej kombinácii u iných objektov nevyskytujú. Špecifické znaky presne identifikujú konkrétny objekt a sú preň jedinečné [12].

2.1.2 Stopy ľudskej lokomócie

Stopy ľudskej lokomócie predstavujú zachytenie pohybového aktu človeka, ktorý vzniká ako prejav pohybového stereotypu a jedinečnosti každého jedinca. Najbežnejšími príkladmi ľudskej lokomócie sú chôdza a beh, ďalej sa môže jednať napríklad o plíženie, plazenie, šplh, kĺzanie a podobne. Ako iné označenie záznamu (stôp) ľudskej lokomócie je výraz chodníček alebo cestička lokomócie. U každého jedinca je možné popísať špecifiká dané stavbou tela a zdravotným stavom (napr. dĺžka kroku, štýl chôdze, krívanie, modifikácie chodidla apod.), čo má za následok aj iný chodníček alebo cestu lokomócie [13].

Kompletnou analýzou lokomócie je možné určiť výšku, váhu, typ chôdze človeka. Pre presnejšiu identifikáciu páchateľa je potrebné, aby chodníček obsahoval aspoň štyri stopy. Obrázok 6 zobrazuje funkčný vzťah medzi dĺžkou kroku a vzdialenosťou medzi stopami. Pri hodnotení sa sleduje dĺžka kroku (dK), teda vzdialenosť medzi dvoma stopami tej istej nohy, a dvojkroková vzdialenosť (dDK), ktorá predstavuje vzdialenosť medzi stopami oproti stojacich nôh. Tieto údaje prispievajú ku identifikácii konkrétnej osoby [11].



Obrázok 6 Stopy ľudskej lokomócie

(zdroj: [11])

2.1.3 Stopy dopravných prostriedkov

Jedným z nástrojov páchateľa využívaným na príchod a únik z miesta činu, respektíve aj na prevoz odcudzených predmetov či zaistených osôb, sú dopravné prostriedky, teda vozidlá. Vozidlo môže byť v niektorých prípadoch použité aj priamo na spáchanie trestného činu, čo je napríklad zrazenie osoby s cieľom ju usmrtiť, prípadne spôsobiť jej ujmu na zdraví [11].

Dopravné prostriedky zvyčajne po sebe zanechávajú na mieste činu stopy, ktoré posudzujeme z viacerých hľadísk ich vzniku a pôvodu.

„Z hľadiska svojho pôvodu sa stopy dopravných prostriedkov delia do skupín:

- *stopy pneumatík jazdných kolies, motocyklov, automobilov, traktorov a pod.*
- *stopy gumených alebo železných obručí kolies poľnohospodárskych a iných strojov*
- *stopy pásových vozidiel*
- *snehových vozidiel (lyží a saní).“* [11]

2.1.4 Ine stopy podobného druhu

Ďalšou skupinou trasologických stôp sú iné stopy podobného druhu, medzi ktoré patria odtlačky pier, uší, kolien, lakťov, pästí a ďalších častí tela. Tieto stopy sú vytvárané v prípade, že odrážajú tvar a vlastnosti objektu, ktorý ich zanechal. Môžu sa vytvoriť pri kontakte s iným povrchom, napríklad keď je páchateľ opretý o zaprášenú stenu alebo sa dotkne určitého predmetu. Najčastejšie vznikajú otlačením, pričom niektoré môžu mať plošný charakter, ako napríklad odtlačky kolien, lakťov alebo rukavíc [10].

2.2 Skúmanie trasologických stôp

Kriminalistické stopy v praxi poskytujú dôležité informácie o priebehu vyšetrovaného incidentu. Hoci ide o udalosti, ktoré sa odohrali v minulosti, ich dôsledky majú význam aj v súčasnosti, čo ovplyvňuje priebeh vyšetrovania. Analýza stôp spočíva v identifikácii hlavných morfologických znakov objektov, ktoré ich vytvorili, a to porovnaním týchto znakov s porovnávacími odtlačkami. Tento proces pomáha pri presnom určovaní pôvodu stôp a prispieva k objasneniu skúmanej udalosti [15]. Pre skúmanie trasologických stôp sa v praxi využívajú rôzne porovnávacie metódy, ktorých úlohou je získať čo najviac informácií o stope s cieľom nájsť čo najpresnejšiu zhodu medzi obrazom stopy a obrazom porovnávacieho odtlačku [14;15].

Obrazom stopy sa rozumie zadokumentované zobrazenie konkrétnej stopy, napríklad odtlačok pneumatiky v prachu. Stopa pri obhliadke miesta činu je najčastejšie zadokumentovaná fotograficky s priložením meradla pre zjednotenie mierky obrazu stopy s mierkou obrazu porovnávacieho odtlačku. Porovnávací odtlačok je definovaný ako vzorová stopa, ktorá je zadokumentovaná napríklad odfotografovaním podozrivého objektu alebo jeho časti, slúžiaca na porovnanie s obrazom stopy získanej z miesta činu, s cieľom potvrdiť alebo vylúčiť ich zhodu. Na porovnávacie účely sa najčastejšie využíva metóda prekrytia zobrazenia a metóda geometrickej konštrukcie. V niektorých prípadoch sa uplatňuje aj bodovacia metóda [10].

Skúmanie trasologických stôp vytvorených dopravnými prostriedkami je charakterizované identifikačnými a individuálnymi znakmi. Identifikačné znaky sú spoločné napríklad pre určitý model alebo sériu pneumatík (ako je typ a vzor dezénu) alebo pre konkrétny typ vozidiel (napríklad osobné autá, SUV a podobne) [16].

Z pohľadu delenia stôp v kriminalistickej praxi ich rozdeľujeme na stopy pamäťové a stopy materiálne. Pamäťové stopy sú vytvorené ľudskými zmyslami a zachytené v pamäti osôb majúcich čo do činenie s kriminalisticky relevantnou udalosťou, pričom takéto stopy majú charakter napr. zapísaného vyprávania. S ohľadom na tému práce nebude táto kategória ďalej rozoberaná. Materiálne stopy vznikajú vonkajším zásahom na nejakom objekte a je možné ich zachytiť a skúmať exaktnými metódami bez prítomnosti pôvodca tejto stopy [16].

„Materiálne stopy sa delia na:

- *objemové a plošné,*
- *statické a dynamické.“* [17]

2.2.1 Stopy plošné a stopy objemové

Stopy plošné sú také stopy, u ktorých je možné popísať iba ich šírku a dĺžku, zatiaľ čo ich hĺbka či výška sú zanedbateľné – typicky sa jedná o odtlačky predmetov na hladkom povrchu. Dané stopy môžu byť viditeľné ale aj latentne. K plošným stopám patrí napríklad odtlačok pneumatiky vozidla na hladkom povrchu, akým je betón, linoleum, kartón a podobne [17].

Objemové stopy sú stopy, u ktorých je možné popísať šírku, dĺžku a hĺbku alebo výšku [17]. Objemovými stopami sú napríklad priestorové odtlačky pneumatiky v snehu, blate a podobne.

2.2.2 Stopy statické a dynamické

Stopy statické a stopy dynamické sa odlišujú na základe spôsobu pohybu objektu, ktorý stopu vytvoril, vo vzťahu k povrchu, na ktorom sa stopa nachádza, to znamená k nositeľovi stopy.

Stopa statická vzniká, keď objekt zostáva voči povrchu nehybný, pričom je zachovaný presný tvar dotyku objektu s povrchom. To znamená, že kontaktom objektu s povrchom nedochádza k žiadnemu pohybu a stopa si zachováva svoju presnú štruktúru a kopíruje tvar objektu. Príkladmi statických stôp sú odtlačky topánok, ktoré sú položené na mieste, ako napríklad odtlačky topánok na chodníku, alebo odtlačky pneumatík stojaceho vozidla.

Dynamická stopa je opakom statickej stopy, keďže je vytvorená pohybom objektu po povrchu. Tento pohyb spôsobuje čiastočnú deformáciu stopy vzhľadom k povrchu, čo predstavuje určité skreslenie stopy. Základnými skresľujúcimi faktormi sú dĺžkové skreslenie, plošné skreslenie, pretiahnutie alebo rozmaz [18;19]. Príkladom dynamických stôp sú stopy jazdy vozidla (zachytená dráha pneumatík) alebo stopy po šmyku.

2.3 Zaisťovanie trasologických stôp

Zaisťovanie trasologických stôp predstavuje jeden z najdôležitejších krokov pri ich skúmaní a analýze. Tento proces začína precíznou dokumentáciou stôp priamo na mieste činu, ktorú je možné vytvoriť viacerými metódami.

Správne zaistenie stôp je nevyhnutné, aby mohlo slúžiť ako jeden z použiteľných dôkazov. Je potrebné, aby sa so stopami zaobchádzalo opatrne, aby nedošlo k ich poškodeniu a zníženiu ich výpovednej hodnoty, čo by mohla ovplyvniť celkové vyšetrovanie. Jednou zo základných úloh pri zaisťovaní stôp je zabezpečenie ich ochrany pred poškodením a znehodnotením [17].

„Za účelom zabránenia poškodenia a znehodnotenia sa viditeľné a zviditeľnené trasologické stopy ďalej zaisťujú, pri zohľadnení vlastností stopy a podkladu, na ktorom sa nachádzajú, nasledovnými metódami:

- *fotografovaním s priloženým meradlom primeranej veľkosti,*
- *v origináli – in natura, zaistenie s nosičom stopy,*
- *snímaním na želatínové fólie,*
- *elektrostaticky,*
- *odlievaním“* [11].

2.3.1 Zaisťovanie fotografovaním

Pri fotografickom zaisťovaní trasologických stôp je nevyhnutné, aby bolo ku každej stope priložené meradlo. Dĺžka meradla sa volí podľa najväčšieho rozmeru stopy v jej pozdĺžnej alebo priečnej rovine tak, aby bol zachytený jej kompletný obraz čo najpresnejšie. Správne umiestnenie meradla pri fotografickom zaisťovaní stopy má veľký význam pri jej kalibrácii a následnej transformácii na porovnávací odtlačok [10;15].

Na zdokumentovanie stôp fotografovaním sa najčastejšie používajú digitálne fotoaparáty so základným objektívom s ohniskovou vzdialenosťou do 50 mm. Pre forenzné skúmanie je potrebné docieliť, aby získaný snímok bol maximálne ostrý a zachytávajúci čo najviacej detailov. To je možné docieliť zaistením dobrého osvetlenia a fixovaním fotoaparátu na statíve [11].

2.3.2 In natura

Stopy in natura sú stopy zaistené v ich pôvodnej podobe. Pred samotným zaistením sa stopy najprv dôkladne zadokumentujú fotografickou metódou. Spôsob zaistenia stôp in natura sa používa v prípadoch, keď nehrozí riziko poškodenia stopy počas prepravy, pretože zahŕňa jej odobratie spolu s časťou terénu [11].

Zaistenie in natura je vhodné najmä v situáciách, keď je potrebné vykonať podrobnú analýzu v laboratóriu. Ak hrozí, že počas transportu stopy dôjde k jej poškodeniu, respektíve znehodnoteniu, volí sa iný spôsob zaistenia (napr. fotograficky, na fóliu, odliatím) [11].

2.3.3 Zaisťovanie pomocou želatínovej fólie

Zaisťovanie pomocou želatínovej fólie je efektívne na snímanie stôp, ktoré sa nachádzajú na hladkých povrchoch. Je to preto, že fólia musí dokonale priľnúť k povrchu, aby zachytila aj najjemnejšie detaily stopy [11;20]. Tento typ stôp sa rovnako ako u zaisťovania in natura, najprv zadokumentuje fotografickou metódou.

Postup odberu vzorky pomocou želatínovej fólie bude vysvetlený nižšie v práci, keďže sa táto technika zaistenia stopy podrobne vykonáva a rozoberá v jej praktickej časti.

2.3.4 Zaisťovanie elektrostatických snímačom

Elektrostatický snímač je využívaný na zaisťovanie plošných a prašných stôp, a to najmä tam, kde nie je vhodné použiť iný spôsob, ako je zaisťovanie pomocou želatínovej fólie. Touto metódou sa zaisťujú stopy vznikajúce napríklad zaprášenou podrážkou, ktorá zanecháva po sebe odtlačok na čistom povrchu a naopak [21]. Tento spôsob zaisťovania stôp nebol pri vzniku tejto práce použitý.

Princíp zaisťovania stôp pomocou elektrostatického snímača spočíva pri využívaní elektrického napätia, ktoré vytvára elektrostatické pole medzi špeciálnou fóliou a povrchom, na ktorom sa nachádza stopa. Špeciálna fólia (hliníková) sa uloží na povrch, z ktorého je potrebné zaistiť stopu. Z prístroja je generované vysoké napätie, ktoré je následne

privádzané do fólie pomocou troch oddelených elektród zvyčajne vyrobených z mosadze (mosadz je zliatina mede a zinku a je vysoko vodivá). Prachové častice stopy, nachádzajúce sa pod nevodivou stranou fólie, sú nabité kladným čiže opačným nábojom ako je nabitá fólia. Z tohto dôvodu dochádza k priťahovaniu prašných častíc stopy na nevodivú stranu fólie, čo vytvorí zrkadlový obraz pôvodného odtlačku stopy na fólii. Pre vyladenie výsledného odtlačku stopy je potrebné opatrne z fólie vylúčiť rôzne väčšie predmety, ako sú hrubý piesok, kamienky a podobne [22]. Typickým zariadením pre túto metódu je elektrostatický snímač prašných stôp ESP900 (viď obrázok 7).



Obrázok 7 Elektrostatický snímač prašných stôp ESP900 so súpravou príslušenstva

(zdroj: [22]*)*

2.3.5 Zaisťovanie odlievaním

Odlievaním sa zaisťujú priestorové alebo objemové stopy, ako sú napríklad vtlačky pneumatík do mäkkého terénu a podobne. Po dôkladnom fotografickom zadokumentovaní sa objemové trasologické stopy zaisťujú materiálom ako je sadra, alebo inými na to určenými odlievacími hmotami (Lukopren, Dentalstone apod.). Pri odlievaní je vtlačok vypĺňaný odlievacou hmotou, ktorá je schopná presne kopírovať a uchovávať jeho typické znaky, pričom výsledkom je 3D odtlačok stopy [20,23].

Pri odlievaní sadrou môže dôjsť k poškodeniu niektorých špecifických detailov stopy, čo spôsobuje hlavne reakcia pri jej vytvrdnutí. Ak sú stopy vytvorené v snehu, môže dochádzať aj k narušeniu pôvodného tvaru odtlačku z dôvodu deformácie stopy pri tepelnej reakcii vznikajúcej pri vytvrdzovaní sadry, čo môže viesť k strate dôležitých identifikačných znakov. Ako alternatíva sa môže použiť odlievanie sírou, no táto metóda naráža na problémy hlavne pri nízkych teplotách, kde vysoká teplota roztavenej síry môže pretekať cez odtlačok, čo spôsobuje deštrukciu stopy [23].

2.3.6 Zaisťovanie 3D skenovaním

Na prekonanie problémov pri zaisťovaní stôp odlievaním sa v súčasnej kriminalistike začali uplatňovať aj modernejšie metódy, medzi ktoré patrí hlavne 3D optické skenovanie. Táto technológia nielen eliminuje predchádzajúce rizika, ale zároveň umožňuje detailnú dokumentáciu trasologických stôp bez ich narušenia. Digitálne modely získané touto metódou môžu byť následne analyzované a porovnávané s podozrivými pneumatikami, obuvou alebo inými skúmanými objektami [24].

3 TRASOLOGICKÉ STOPY PNEUMATÍK

Pneumatiky alebo pásy dopravných prostriedkov zanechávajú pri pohybe alebo zastavení stopy na rôznych povrchoch, pričom ich vznik je spôsobený rotáciou kolies alebo pohybom pásov pri tomto type vozidla. Môže nastať aj taký prípad, ak pri dlhodobom odstavení vozidla dôjde k odtlačeniu pneumatiky alebo pásu do povrchu, na ktorom je to vozidlo odstavené. Takto vytvorené stopy môžu mať rôzny objemový alebo plošný charakter, najmä v závislosti od mechanických vlastností podložky [11].

Stopy dopravných prostriedkov, najmä teda pneumatík, sú vo všeobecnosti považované za významný dôkazový materiál získaný z miesta činu. Pri rekonštrukcii dopravných nehôd je veľký význam pripisovaný detailnej analýze ich dezénu, smeru otáčania a ďalších charakteristických znakov [11;25].

Pneumatika je vzduchom plnená pružná súčasť dopravného prostriedku, ktorá má zvyčajne tvar toroidu a je umiestnená na vonkajšom obvode kolesa. Zabezpečuje kontakt vozidla s vozovkou, prenáša sily medzi kolesom a povrchom cesty, tlmí nerovnosti a prispieva k stabilite a riadeniu vozidla. Na jej výrobu sa najčastejšie používa vulkanizovaná guma, oceľové výstuže a ďalšie syntetické materiály. V súčasnosti sú bežné bezdušové aj dušové verzie pneumatík [26].

Konštrukcia pneumatiky sa skladá z piatich hlavných častí, podľa obrázku 8, a tými sú:

- *„**Behúň pneumatiky** - je horná vrstva pneu, ktorá je v kontakte s vozovkou. Jeho úlohou je zabezpečiť dostatočnú priľnavosť k vozovke, odolávať opotrebovaniu a chrániť vnútornú kostru pred nárazmi. Behúň je vyrobený z gumy s rôznymi prísadami, ako sú sadze, síra alebo kremík. Tvar a vzorka behúňa sa líši podľa typu pneumatiky (letné, zimné, terénne) a ovplyvňuje jazdné vlastnosti, ako sú brzdná dráha, valivý odpor alebo hlučnosť.*
- ***Rameno pneumatiky** - je malý zošikmený okraj, ktorý spája behúň a bočnicu. Rameno slúži na rozloženie síl medzi behúňom a bočnicou a zabraňuje deformácii pneumatiky pri zatáčaní alebo brzdení. Rameno je vystužené textilnými alebo oceľovými kordmi.*
- ***Bočnica** - je veľmi odolná časť spájajúca pätku pneumatiky s behúňom, resp. ramenom. Bočnice chránia pneumatiku pred poškodením spôsobeným nárazom na obrubník alebo inú prekážku. Bočnica tiež znižuje tepelné namáhanie pneumatiky*

tým, že pohlcuje časť energie vzniknutej pri deformácii pneumatiky. Bočnica je vyrobená z gumy s vysokou elasticitou.

- ***Kostra** - je vnútorné vystuženie pneumatiky, ktoré určuje jej tvar a pevnosť. Kostra sa skladá z niekoľkých vrstiev kordov (vlákien) z textílie, ocele alebo iných materiálov. Kordy sú usporiadané do uhla vzhľadom k osi pneumatiky. Podľa toho sa rozlišujú diagonálne a radiálne pneumatiky.*
- ***Pätky** - sú časti pneumatiky, ktoré sa pripevňujú k ráfiku. Zaisťujú pevné spojenie medzi pneumatikou a diskom. Ich úlohou je teda brániť vysunutiu pneumatiky z pneu ráfika pri zatáčaní alebo brzdení. Pätky sú vyrobené z gumy s vysokou pevnosťou.*
- ***Pätné lano** - je oceľový krúžok, ktorý je umiestnený vo vnútri pätky pneumatiky. Jeho úlohou je udržať pätku v kontakte s ráfikom a zabrániť jej roztiahnutiu alebo zmršteniu. Pätné lano je obalené gumou, ktorá chráni kordy pred koróziou.*“ [27]



Obrázok 8 Časti pneumatiky

(zdroj:[27])

3.1 Dezén a hĺbka dezénu pneumatiky

Dezén pneumatiky je odborný termín pre vzor, ktorý sa nachádza na behúňu pneumatiky. Podľa dezénu je možné rozpoznať typ pneumatiky, je možné určiť, či ide o zimný alebo letný

vzor pneumatiky, a podľa smeru dezénu je vo väčšine prípadov možné špecifikovať správnosť umiestnenia pneumatiky na vozidle [28].

Hĺbka dezénu predstavuje vertikálnu vzdialenosť medzi dnom drážky dezénu a povrchom behúňa pneumatiky a udáva sa v milimetroch. Minimálna hĺbka dezénu v súlade s § 40a zákona č. 361/2000 Sb. ČR, zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu) [29] je stanovená pre osobné vozidlá s maximálnou prípustnou hmotnosťou do 3500 kg na 4 mm pre zimné pneumatiky a 1,6 mm pre letné pneumatiky. Hĺbka dezénu je jedným z parametrov plášťa pneumatiky, ktorý sa mení v dôsledku jeho opotrebovania, napríklad prevádzkou. Ak je možné hĺbku dezénu zachytiť (odmerať, sňať) v stope, táto môže byť použitá pre identifikáciu vozidla [11;30].

Základné typy dezénu (viď obrázok 9) sú [31]:

- **Symetrický** – Pneumatika s týmto dezénom môže byť na vozidle ľubovoľne nasadená, otáčaná a menená. Jej vlastnosti zostávajú rovnaké bez ohľadu na jej orientáciu vzhľadom k pohybu (smeru jazdy) vozidla.
- **Asymetrický** – Pneumatiky s asymetrickým dezénom majú rozdielny profil na vonkajšej a vnútornej strane. Preto je dôležité dodržať označenie na bočnici „outside“ (vonkajšia strana) a „inside“ (vnútorná strana) a podľa toho správne osadiť pneumatiku na vozidle.
- **Smerový** – Pri pneumatikách so smerovým dezénom je nevyhnutné dodržať smer otáčania, ktorý je štandardne označený šípkou na bočnici pneumatiky.

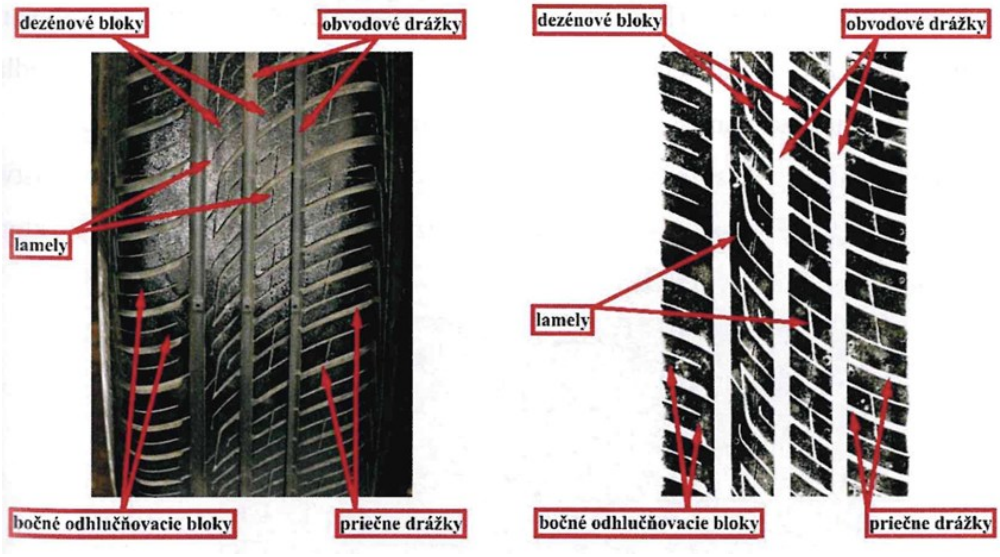


Obrázok 9 Základné typy dezénu: symetrický (vľavo), asymetrický (stred) a smerový (vpravo).

(zdroj: [38])

Jednotlivé časti dezénu (viď obrázok 10) sú [32]:

- **Dezénové bloky** sú výstupky na dezéne, ktorých úlohou je zabezpečiť dobrú priľnavosť dezénu k povrchu a odolnosť proti šmyku. Tvar a veľkosť dezénových blokov sa môže líšiť.
- **Obvodové drážky** sú kanáliky umiestnené v smere otáčania pneumatiky, ktoré slúžia na odvádzanie vody medzi vozovkou a pneumatikou.
- **Priečne drážky** sú kanáliky na pneumatike umiestnené kolmo na smer otáčania. Ich úlohou je zvýšiť priľnavosť pneumatiky a zefektívniť odvádzanie vody.
- **Lamely** sú jemné zárezy v dezénových blokoch slúžiaci pro lepší kontakt pneumatiky s vozovkou.
- **Bočné odhlučňovacie bloky** sa nachádzajú na bokoch pneumatiky a ich úlohou je zníženie hluku.



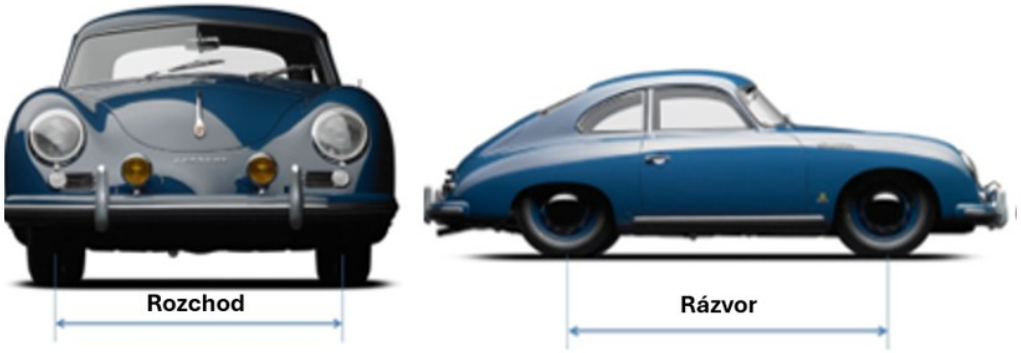
Obrázok 10 Dezén pneumatiky na samotnej pneumatike (vľavo) a na jej odtlačku (vpravo)

(zdroj:[11])

3.2 Rozchod a rázvor

Rozchod kolies definuje osovú vzdialenosť pneumatík, ktorá je meraná naprieč vozidlom (viď obrázok 11 vľavo). Meria sa od stredu odtlačku pneumatiky na pravej strane vozidla po stred odtlačku pneumatiky na ľavej strane, a to na prednej aj zadnej náprave zvlášť [20].

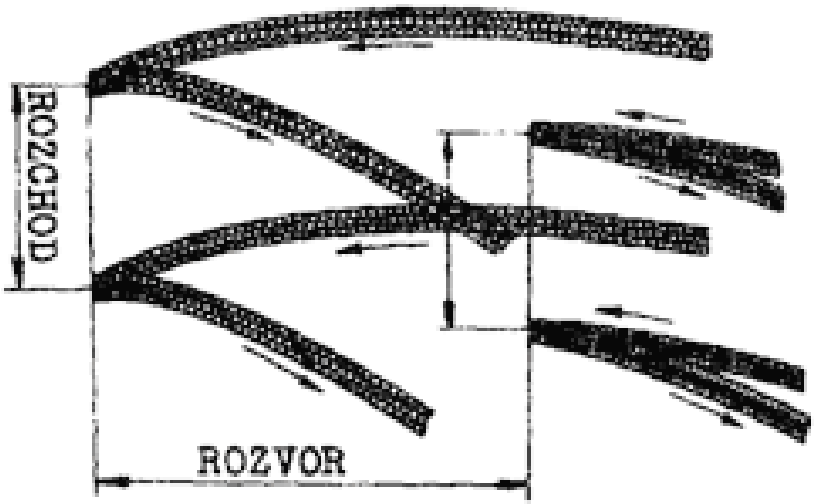
Rázvor predstavuje vzdialenosť medzi prednou a zadnou nápravou vozidla (viď obrázok 11 vpravo). Meranie dĺžky rázvoru sa vykonáva na miestach, kde sú jazdné stopy prerušené z dôvodu státia vozidla pri jeho otáčaní alebo cúvaní. Zistí sa meraním vzdialenosti medzi koncami stôp pravej zadnej a pravej prednej pneumatiky. Meranie je možné potvrdiť opakovaním na druhej (ľavej) strane stopy. Preto je nevyhnutné, aby pri posudzovaných stopách boli viditeľné odtlačky vzorov pneumatík na oboch nápravách vozidla. Ak sa zistí, že vozidlo menilo smer svojej jazdy na viacerých miestach, je potrebné vykonať opakované merania a vylúčiť možné chyby. Meranie sa tradične vykonáva napnutým komparovaným oceľovým pásmom s milimetrovým delením na presne určené referenčné body, čím je možné dosiahnuť jeho čo najpresnejšiu hodnotu [33].



Obrázok 11 Rozchod a rázvor automobilu

(zdroj: [39])

Na obrázku 12 je schematicky znázornený rozchod a rázvor vozidla vytvorený prostredníctvom stôp pneumatík.



Obrázok 12 Schéma stôp rozchodu a rázvoru

(zdroj: [40])

3.3 Individuálne znaky pneumatík

Každý materiálny objekt má svoje jedinečné vlastnosti a znaky, ktoré ho odlišujú od ostatných. Individuálne znaky pneumatík tvoria ich výrobné charakteristiky (vlastnosti dezénu, rozmery pneumatík a ich určenie) a stopy ich používania v prevádzke, ako sú rôzne opotrebenia či defekty plášťa alebo behúňa. Tieto znaky vznikajú bežným používaním vozidla a zahŕňajú škrabance, zádery, trhlinky, stopy po kamienkoch či ostrých a zahrotených predmetoch (klince, drôty, skrutky atď), ako aj známky po záplatách či iných

opravách. Individuálne znaky pneumatík môžu byť taktiež dôsledkom náhleho brzdenia, poškodenia pri jazde alebo pri opravách. Práve tieto detaily sú jedinečné pre každú pneumatiku a môžu slúžiť na jej presnú identifikáciu. V odbornej praxi sa tieto znaky nazývajú aj markanty a zohrávajú dôležitú úlohu pri analýze stôp na mieste činu [3;14].

Markanty ako trhlinky, škrabance, rezy na pneumatikách, klince, kamienky, stopy po klincoch alebo záplaty, vznikajú bežným používaním motorového vozidla. Trhlinky sa môžu vyskytovať na plášti pneumatiky, ale aj na jej dezéne. Škrabance a rezy sú typické pre poškodenie pneumatiky [34].

Stopy po bodných predmetoch a kamienkoch vznikajú zvyčajne bežným opotrebovaním pneumatiky pri prevádzke vozidla, môžu však vzniknúť tiež umelým zásahom, napríklad opravou pneumatiky po defekte alebo úmyselným poškodením [34].

Pri porovnávacích odtlačkoch je vo väčšine prípadov možné presne identifikovať typ markantu, pričom jeho poloha je na pneumatika unikátna, čo znamená, že je minimálna pravdepodobnosť existencie dvoch rôznych pneumatík s rovnakým markantnom na rovnakom mieste. Na základe týchto jedinečných znakov, je možné upresniť zhodu porovnávacieho odtlačku so stopou na mieste činu, alebo ju vyvrátiť. Niektoré typy markantov využité v práci sú zobrazené na obrázku 13.



Obrázok 13 Ukážky markantov pneumatík – škrabanec (vľavo), trhlinka (vpravo), klinec (dole)

(zdroj: [41;42;43])

4 SOFTWARE LUCIA FORENSIC

LUCIA Forensic je nástroj určený na analýzu, identifikáciu a porovnávanie obrazov. Obsahuje širokú škálu nástrojov, ktoré pokrývajú rôzne fázy práce so stopami, ako je zlepšovanie kvality fotografií, snímok alebo skenov stôp, dokumentáciu, porovnávanie snímok a prípravu záverečných správ. Software ponúka funkcie prispôsobené potrebám rôznych forenzných disciplín, ako sú analýza odtlačkov prstov, stôp topánok alebo vozidiel, značiek nástrojov, podpisov a rukopisov a iné [35].

Software LUCIA Forensic bol vyvinutý spoločnosťou Laboratory Imaging s.r.o. (pre logo spoločnosti viď obrázok 14). Táto spoločnosť, založená v roku 1991, sa okrem iného zameriava na vývoj a dodávku laboratórnych systémov využívaných vo vede, biomedicíne, kriminalistike a priemysle, vrátane softwaru Lucia Forensic. Spoločnosť vyvinula aj iné produkty, ako sú:

- *„**BalScan** – balistický identifikačný systém pre rutinné skenovanie a porovnávanie striel a nábojníc,*
- ***ToolScan** – systém pre kriminalistické skúmanie mechanoskopických stôp,*
- ***TrasoScan** – systém pre trasológiu a daktyloskopiu,*
- ***DactyScope** – systém pre porovnávanie a skúmanie odtlačkov prstov,*
- ***UniScope** – motorizovaný 3D-skenovací systém s multispektrálnym osvetľovačom,*
- ***LUCIA RI** – systém pre zisťovanie indexu lomu skla malých črepov imerznou metódou,*
- ***LUCIA MSP** – systém pre mikrospektroskopiu na kriminalistické využitie.“* [36]

Obrázok 14 Logo vývojárskej
spoločnosti Laboratory Imaging s.r.o.

(zdroj:[37])

4.1 Inštalácia a spustenie programu

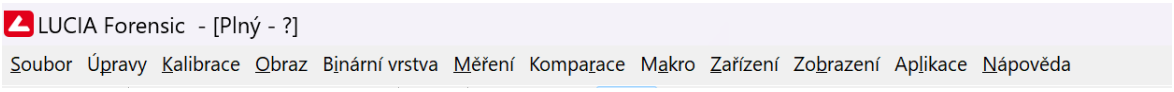
Na inštaláciu softwaru LUCIA Forensic je potrebné iba inštalačné DVD. Počas inštalácie je možné vybrať dodatočné moduly a zariadenia, ako napríklad kamerový systém. Takisto je možné dodatočne doinštalovať moduly, ak je zakúpená licencia. Po dokončení inštalácie je potrebné pripojiť hardwarový kľúč HASP (viď obrázok 15) do USB portu počítača, pretože tento kľúč obsahuje informácie o zakúpených licenciách a bez neho nie je možné aplikáciu spustiť. Po pripojení kľúča je možné software spustiť a začať s jeho používaním [37].



Obrázok 15 Hardwarový HASP kľúč

(zdroj: vlastné)

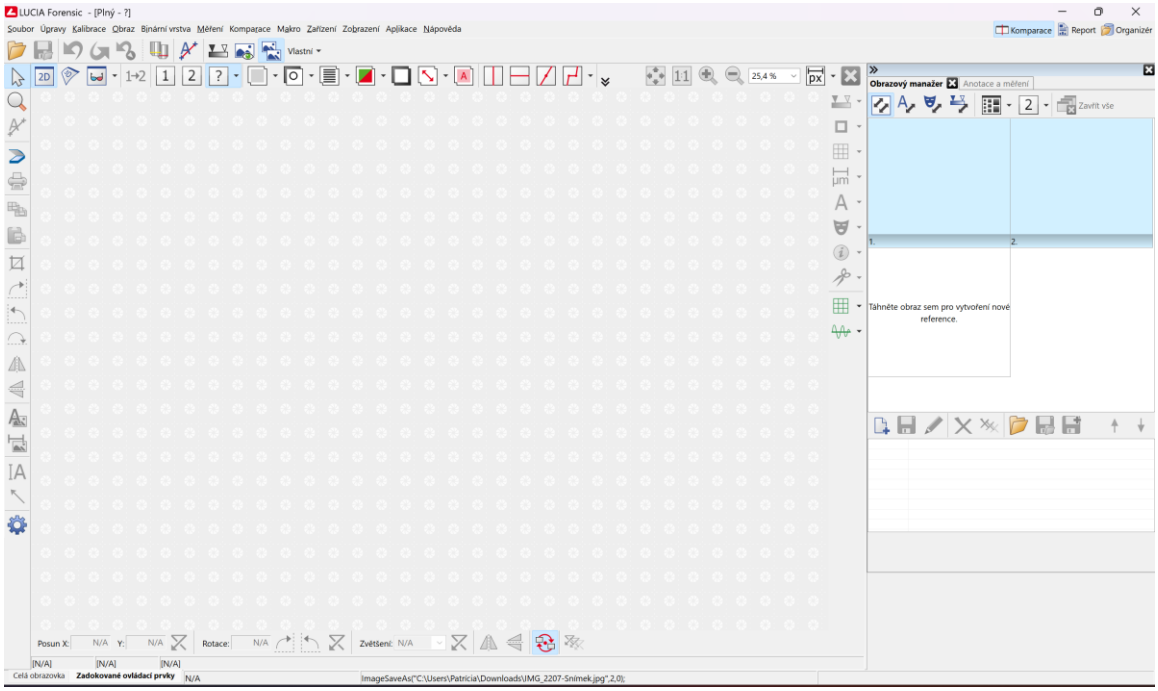
Po úspešnej inštalácii sa program automaticky spustí spolu s jeho používateľským rozhraním. V hornej lište sa nachádza menu so základnými príkazmi, ako sú: S*oubor, Úpravy, Kalibrace, Obraz, Binární vrstva, Měření, Komparace, Makro, Zařízení, Zobrazení, Aplikace* a *Nápověda* (viz obrázek 16).



Obrázek 16 Horná lišta programu LUCIA Forensic

(zdroj: vlastné)

Program ponúka aj ďalšie nástrojové panely, ktoré obsahujú tlačidlá na rýchly prístup k vybraným funkciám. Na dvoch zvislých paneloch sú umiestnené nástroje určené na prácu s obrazom, vrátane možností jeho merania (viď obrázok 17). V pravej časti rozhrania sa zobrazujú všetky otvorené obrázky spolu s doplnkovými nástrojmi.



Obrázek 17 Ďalšie nástroje v programe LUCIA Forensic

(zdroj: vlastné)

4.2 Využitie softwarových nástrojov v práci

V práci bolo využitých veľa rôznych nástrojov a funkcií, ktoré ponúka software LUCIA Forensic. Bola použitá funkcia na zvýraznenie tolerancie, ktorá umožnila nastavenie rozdielov medzi porovnávanými obrazmi, čím boli identifikované odlišnosti v dezéne pneumatík.

Na vizuálne zvýraznenie rozdielov bola využitá funkcia rozdielu, ktorá umožnila odhalenie aj drobných odchýlok medzi jednotlivými stopami. Horizontálne a vertikálne porovnávanie umožnilo jednoduchšie porovnať porovnávací odtlačok so stopou z miesta činu a overiť, či ich dezénové vzory na seba nadväzujú.

Pri porovnávaní viacerých snímok naraz bola využívaná funkcia viac obrazov, ktorá umožnila analyzovať a vizuálne porovnávať viacero odtlačkov pneumatík súčasne. Na zvýraznenie detailov a markantov v stopách, bolo použité kontrastné zvýraznenie a farebná filtrácia, vďaka čomu bola zabezpečená lepšia identifikácia špecifických znakov.

Tieto nástroje na konkrétnych prípadoch a bližší postup ich využitia pre účely bakalárskej práce budú podrobnejšie priblížené v praktickej časti.

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

5 PREDMET A CIELE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Predmetom bakalárskej práce bola analýza trasologických stôp dopravných prostriedkov, ktoré boli zaistené na simulovanom mieste činu. Ide o konkrétne odtlačky stôp pneumatík dvojstopových a jednostopových dopravných prostriedkov. Na preukázanie zhody stopy získanej z miesta činu s konkrétnym dopravným prostriedkom bolo potrebné vytvoriť porovnávacie odtlačky vytipovaných dopravných prostriedkov, ktoré boli považované za podozrivé, a to vo vzťahu k zisteniam z miesta činu.

V práci boli vytvorené tri simulované miesta činu v období kalendárnych mesiacov júl až august 2024. Tieto miesta sa nachádzali v katastrálnom území Vranov nad Topľou, mimo zastavanej časti územia obce, konkrétne pri okraji poľných ciest, ktoré sa napájajú na cestu prvej triedy I/18. Každé z miest bolo starostlivo vybrané s ohľadom na poveternostné podmienky počas letných mesiacov, kedy sa teplota vzduchu pohybovala v rozmedzí od 28 do 35 °C a vlhkosť vzduchu sa pohybovala približne medzi 65 % až 75 %. Vzhľadom na teplé a suché počasie boli vybrané prašné terény, ktoré poskytovali ideálne podmienky na vytváranie a zachytenie odtlačkov. Prašný povrch umožňoval nielen lepšiu viditeľnosť detailov stôp, ale aj presnejšie porovnanie s porovnávacími odtlačkami. Vytváranie a následná dokumentácia stôp bola realizovaná prevažne v poobedňajších hodinách medzi 13:00 až 17:00, keďže počas týchto hodín boli podmienky najstabilnejšie a slnečné svetlo, vzhľadom na vrhajúci tieň, umožňovalo vykonať hodnoverné zadokumentovanie. Pri vytváraní miesta činu pre 3D stopy bol zvolený odlišný typ terénu a aj iný čas; miesto činu pre 3D stopy bolo zriadené približne 1 až 2 hodiny po výdatnom daždi, čím bola zabezpečená potrebná konzistencia a vlhkosť vrchnej vrstvy terénu, odlišná od prašného povrchu. Tento časový odstup od dažďa umožnil dosiahnutie optimálnych podmienok na vytváranie a zachytenie detailov trojrozmerných stôp.

Stopy boli vytvorené celkovo z 12 vozidiel, z ktorých 3 vozidlá boli jednostopové, jednalo sa o motocykle, 5 vozidiel SUV a 4 osobné automobily rôznych typov a značiek. V práci boli výlučne použité iba odtlačky pneumatík týchto vozidiel, pričom každé vozidlo bolo vybrané tak, aby boli zastúpené ich rôzne typy ako aj typy dezénov a rozmerov pneumatík. Stopy boli vytvárané rôzne, a to podľa smeru otáčania kolesa na vozidle. Nebolo vždy použité rovnaké koleso, v niektorých prípadoch bola stopa vytvorená predným, inokedy zadným kolesom.

Príchod na simulované miesto činu bol realizovaný dopravným prostriedkom, ktorým bola následne vytvorená stopa. V prvom rade bol vybraný vhodný terén a miesto, kam vozidlo prišlo, a kde bola stopa vytvorená pohybom kolesa po povrchu. Po jej vytvorení bola stopa zdokumentovaná. Následne bol vyhotovený porovnávací odtlačok pneumatiky. Zadokumentovaná stopa a porovnávací odtlačok boli následne porovnané v software LUCIA Forensic, pomocou ktorého bolo vykonané vyhodnotenie zhody.

Na zaisťovanie stôp z miesta činu sa využívala predovšetkým fotografická metóda, ktorou sa najčastejšie dokumentovali 2D stopy, pričom bola využitá aj panoramatická snímka. Priestorové 3D stopy boli navyše zaistené odlievaním. Na získanie porovnávacích odtlačkov sa aplikovala metóda snímania odtlačku pneumatiky pomocou želatínovej fólie, z ktorej sa rastrový obraz získal pomocou skenera TrasoScan. Vyhodnotenie získaných materiálov prebehlo v softwarovom prostredí LUCIA Forensic.

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo prostredníctvom vyššie uvedeného programu LUCIA Forensic poukázať na skutočnosti, ktoré preukazujú zhodu medzi porovnávacím odtlačkom a stopou získanou z miesta činu, respektíve túto zhodu vyvracajú. Následne na základe celkovej analýzy získanej z výsledkov praktickej časti bakalárskej práce, bola vytvorená laboratórna úloha do predmetu Forenzné vedy.

6 VYTVORENIE KATALÓGU DIGITALIZOVANÝCH TRASOLOGICKÝCH STÔP

Úlohou katalógu digitalizovaných trasologických stôp je uchovávať zadokumentované stopy z miesta činu a zároveň evidovať objekty, ktoré mohli tieto stopy zanechať. Súčasťou katalógu sú aj porovnávacie odtlačky využívané na podrobnú analýzu a identifikáciu.

Katalóg zároveň umožňuje rýchle a jednoduché vyhľadávanie dát a ich následné porovnávanie. Uložené údaje sú archivované tak, aby mohli byť využité aj neskôr pri opätovných analýzach alebo vyšetrovaniach súvisiacich s novými prípadmi. Z tohto dôvodu v tejto práci bol vytvorený katalóg pneumatík a katalóg digitálnych stôp. Katalóg pneumatík, ktorý je súčasťou tejto práce ako príloha P I., zahŕňa porovnávacie odtlačky a pneumatiku, ktorá daný porovnávací odtlačok vytvorila. Katalóg digitálnych stôp, ktorý je súčasťou tejto práce ako príloha P II., obsahuje zadokumentované stopy z miesta činu, ktoré sú pripravené na porovnanie a vyhľadávanie zhôd.

Katalóg pneumatík obsahuje informácie o výrobcovi pneumatiky, modeli pneumatiky, rozmeroch pneumatiky, dezéne pneumatiky, hĺbke dezénu, období použitia vzhľadom k ročnému obdobiu (letné, zimné, celoročné pneumatiky) a dátum vytvorenia porovnávacieho odtlačku. V katalógu digitálnych stôp sa nachádzajú informácie o dátume a čase nálezu, lokalite nálezu, hĺbke a šírke stopy, dezéne pneumatiky, smere pohybu a o podmienkach povrchu. Zadokumentovaný materiál, ktorý je súčasťou databáz, pochádza z pneumatík dvanástich dopravných prostriedkov. U týchto vozidiel bola neskôr preukázaná zhoda medzi ich porovnávacím odtlačkom a stopou získanou z miesta činu, pričom tieto zhody sú súčasťou katalógu v prílohe P III. Katalóg dopravných prostriedkov je súčasťou prílohy P IV.

6.1 Vytváranie a zaisťovanie stôp z miesta činu

Jednou z hlavných úloh tejto bakalárskej práce bolo vytvorenie a zaistenie odtlačkov stôp pneumatík dopravných prostriedkov.

Keďže miesto činu bolo pre tento prípad simulované, najskôr bolo potrebné vytvoriť stopy, ktoré boli následne zaistené. Pre vytvorenie čo najkvalitnejšej stopy bolo nevyhnutné nájsť vhodný terén, teda vybrať miesto, kde by po prejazde motorového vozidla zostala stopa vhodná na následnú analýzu. V niektorých prípadoch bolo potrebné terén pred samotným vytvorením stopy upraviť, respektíve pripraviť, a to tým spôsobom, že zo simulovaného miesta činu bolo potrebné odstrániť alebo presunúť drobné kamene, vetvičky alebo iné

prekážky tak, aby odtlačok dezénu pneumatiky po jeho vytvorení bol čo najzreteľnejší. Na obrázku 18 je zobrazený pripravený terén pred vytvorením stopy.

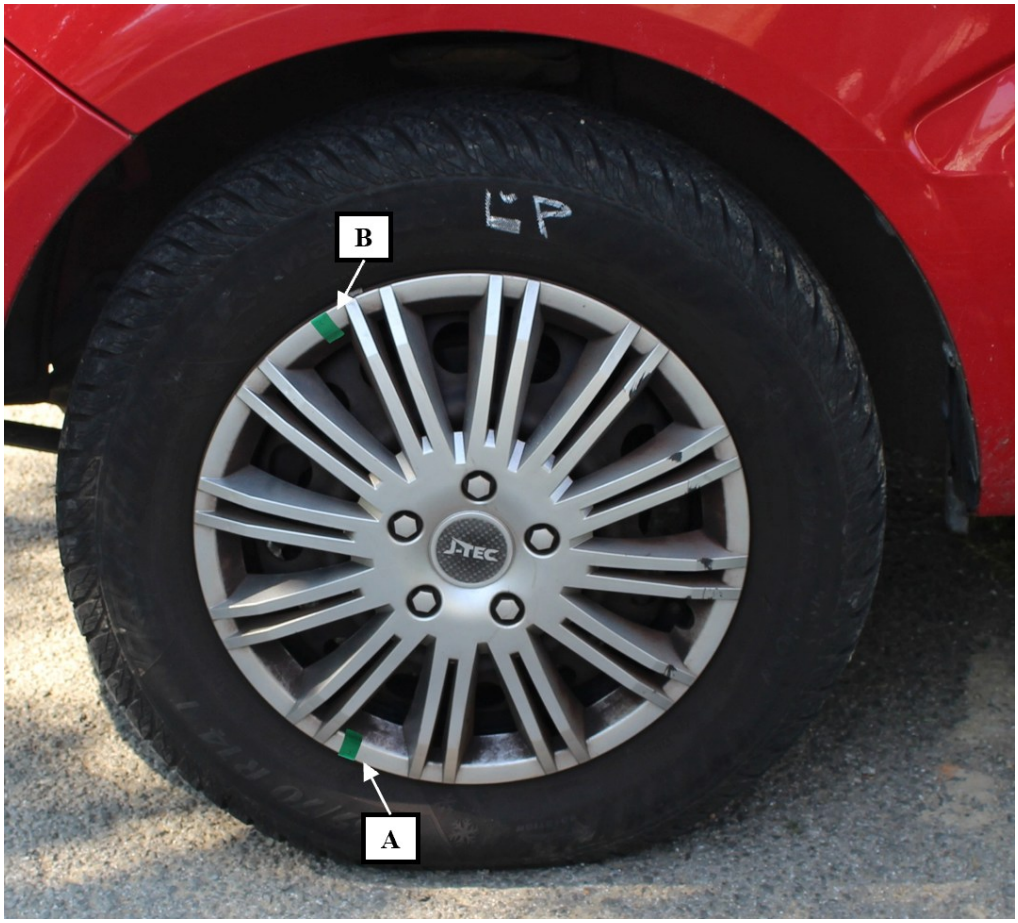


Obrázok 18 Vhodný terén upravený pre vytvorenie stopy

(zdroj: vlastné)

V kriminalistickej praxi nie je možné takýto postup realizovať, keďže miesto činu sa umelo nevytvára. Na účely tejto práce je však možné použiť aj tento spôsob.

Po nájdení vhodného terénu nasledovalo označenie časti kolesa jednotlivého vozidla páskami a zaznamenanie smeru jeho otáčania. Označenie páskami na pneumatike predstavuje vyznačenie časti úseku, ktorou sa vytvorí stopa v teréne, začiatok úseku bod „A“ a koniec úseku bod „B“ (viď obrázok 19).



Obrázok 19 Koleso vozidla, na ktorom je zelenými páskami označené, ktorá časť pneumatiky slúžila pre vytvorenie stopy

(zdroj: vlastné)

Tento postup bol zvolený s cieľom dosiahnuť zhodu pri vytváraní porovnávacieho odtlačku, ktorú bude možné následne identifikovať pri práci v systéme LUCIA Forensic. Ďalej nasledovalo samotné odtlačenie časti pneumatiky do terénu. Po jej odtlačení bola vykonaná fotodokumentácia odtlačku s priložením meradla na neskoršie zjednotenie mierky v systéme (viď obrázok 20).



Obrázok 20 Zadokumentovaná vytvorená stopa v teréne s priloženým meradlom

(zdroj: vlastné)

6.2 Vytváranie porovnávacích odtlačkov

Prvým krokom pri vytvorení porovnávacích odtlačkov bolo odfotografovanie automobilu (viď obrázok 21), ktorým bol porovnávací odtlačok vytvorený.



Obrázok 21 Fotodokumentácia automobilu z jeho čelnej strany

(zdroj: vlastné)

Následne bolo potrebné vytvoriť polodetailnú fotografiu kolesa, z ktorého bol odobratý porovnávací odtlačok (viď obrázok 22).



Obrázok 22 Polodetailná fotografia automobilu s priloženým meradlom pri kolese

(zdroj: vlastné)

Pri zhotovovaní tejto fotografie sa na koleso zapisuje rozpoznávacia skratka (napríklad na obrázku 22 je to „ĽP“, ľavé predné koleso). Takéto označenie umožňuje neskoršiu identifikáciu odtlačeného kolesa. Pri vytváraní fotografie musí byť pri kolese priložené aj meradlo. Ďalším krokom je zhotovenie detailnej fotografie dezénu plášťa pneumatiky kolesa, z ktorého bol odobratý porovnávací odtlačok, pričom aj tento odtlačok je zadokumentovaný s priloženým meradlom (viď obrázok 23).



Obrázok 23 Detailná fotografia dezénu pneumatiky automobilu

(zdroj: vlastné)

Na vytvorenie kvalitného porovnávacieho odtlačku sú potrebné nasledujúce pomôcky (viď obrázok 24) :

- rukavice,
- handrička,
- metlička,
- rolky papiera,
- sklo na rozotieranie farby,
- daktyloskopická čerň,
- grafický valček,
- linoleum alebo kartón,
- meradlá,
- krieda,
- fixka,
- fotoaparát.



Obrázok 24 Pomôcky potrebné na zaistenie porovnávacieho odtlačku

(zdroj: vlastné)

Automobil je vhodné zdvihnúť pomocou vhodného zdvíhacieho zariadenia a však vzhľadom na nedostupnosť takéhoto náradia bol použitý systém označovania pomocou pásky, ako bolo vysvetlené v predchádzajúcej kapitole o vytváraní a zaisťovaní stôp pneumatík.

Koleso, z ktorého bol odobratý porovnávací odtlačok, bolo nastavené na bod „A“, označujúci začiatok úseku otáčania pneumatiky. Tento úsek je vyznačený nalepenou páskou na pneumatike. Páska slúži na označenie časti dezénu, ktorá vytvorila stopu v teréne. Koniec úseku je označený ako bod „B“. Tento princíp označujúci začiatok a koniec úseku je vyznačený vyššie na obrázku 19.

Po správnom nastavení kolesa do počiatočnej polohy, čiže do bodu „A“, bol vykonaný ďalší krok spočívajúci v očistení hrubých nečistôt z dezénových drážok pneumatiky. Očistenie bolo realizované pomocou metličky a následne bol plášť pneumatiky utretý do sucha pomocou handričky (viď obrázok 25).



Obrázok 25 Postup čistenia dezénu pneumatiky – odstránenie nečistôt (vľavo) a vysušenie (vpravo)

(zdroj: vlastné)

Daktyloskopická čerň bola rozotretá na skle pomocou grafického valčeka (viď obrázok 26 vľavo). Po jej rozotretí bola nanesená na páskami vyselektovanú, očistenú a suchú časť dezénu pneumatiky (viď obrázok 26 vpravo).

Na pneumatiku je potrebné naniesť súvislú a jemnú vrstvu tohto farbiva. Nesmie ho byť príliš veľa, aby neboli prekryté identifikačné znaky (markanty), ale nesmie ho byť ani príliš málo, aby nedošlo k nedostatočnému odtlačeniu týchto znakov.



Obrázok 26 Príprava na nanášanie daktyloskopickej černe na dezén pneumatiky (vľavo) a samotné nanášanie černe na dezén (vpravo)

(zdroj: vlastné)

Takto natretý dezén bol následne odtlačený na bielu rolku papiera, pod ktorou sa v tomto prípade bol umiestená viacvrstvová kartónová preložka väčších rozmerov. Tento typ podložky bol použitý s cieľom zabrániť preneseniu nerovností terénu, napríklad asfaltu, na papier (viď obrázok 27).

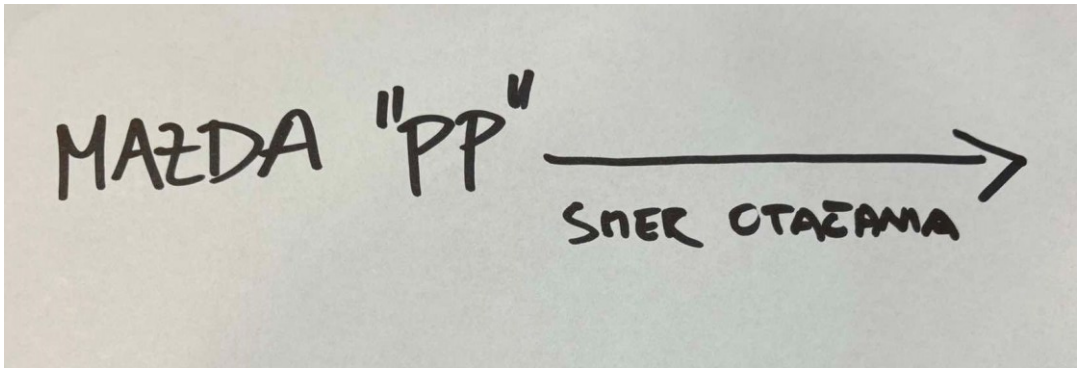


Obrázok 27 Vytváranie porovnávacieho odtlačku

(zdroj: vlastné)

Na papierovú rolku je fixkou zaznačená skratka určujúca o ktoré koleso ide, napríklad „PP“ (pravé predné koleso) a taktiež smer otáčania pneumatiky (viď obrázok 28). Následne dochádza k samotnému odtlačeniu.

Ideálna dĺžka porovnávacieho odtlačku by mala predstavovať zhruba 1,2–1,5 násobku obvodu behúňa pneumatiky. V tomto prípade však vzhľadom na spôsob označovania úsekov páskami, postačoval aj kratší porovnávací odtlačok. Porovnávacie odtlačky boli zdigitalizované pomocou fotografickej metódy.



Obrázok 28 Zaznamenanie smeru otáčania kolesa pri vytváraní porovnávacieho odtlačku

(zdroj: vlastné)

6.3 Odlievanie

Zaistenie 3D stopy pomocou odlievania je veľmi náročný proces, pretože na jeho realizáciu existuje iba jeden pokus. Ide o deštruktívnu metódu zaisťovania stôp, keďže po odliatí je odtlačok stopy pre ďalšie účely už nepoužiteľný.

V tejto práci je táto metóda uvedená ako ukážka jedného z možných spôsobov zaisťovania stôp. Fotografie odliatku a porovnávacieho 3D odtlačku sú použité len na znázornenie postupu a nebudú ďalej analyzované. Porovnávací odtlačok však bude využitý v podkapitole 8.2. Model vypracovania laboratórnej úlohy ako ukážka v Kroku 5: Prevedenie identifikácie charakteristických znakov.

Na odlievanie priestorových stôp je potrebné pripraviť väčšie množstvo odlievacej hmoty, keďže vo väčšine prípadov sú tieto stopy rozmerovo väčšie. Pre analýzu musí byť zaistená čo najdlhšia časť vtlačku.

Pomôcky potrebné na odlievanie a následnú manipuláciu (viď obrázok 29) sú:

- odlievacia hmota (v tomto prípade modelárska sadra),
- nádoba na miešanie,
- palička na miešanie sadry,
- paličky na spevnenie,
- forma na odlievanie,
- injekčná striekačka,
- pinzeta,
- špachtľa,
- štetec.



Obrázok 29 Vybrané pomôcky – odlievacia hmota (modelárska sadra - vľavo), forma (vpravo)

(zdroj: vlastné)

6.3.1 Postup odlievania

Na vytvorenie 3D stopy, z ktorej je možné vyhotoviť odliatok, bolo potrebné nájsť vhodný terén. Stopa bola testovaná na viacerých typoch povrchov, pričom najlepší vtlačok sa podarilo získať v mierne vlhkom teréne s ílovitým povrchom (viď obrázok 30).



Obrázok 30 Vytvorená stopa v mierne vlhkom teréne s ílovitým povrchom, ktorá bola použitá na odlievanie stopy

(zdroj: vlastné)

Ako prvý bol zopakovaný v tejto práci skôr zmienený postup označovania časti úseku pneumatiky páskami. Následne bol vykonaný prejazd dopravným prostriedkom cez vybrané miesto v teréne, čím bol takto vytvorený vtlačok dezénu pneumatiky do terénu (pôdy, hliny).

Po vytvorení takejto 3D stopy bola vykonaná fotodokumentácia s priloženým meradlom. Potom pomocou pinzety boli zo stopy opatrne odstránene nečistoty, ako sú fragmenty lístia, trávy a podobne. Následne bola použitá injekčná striekačka na odobratie zvyškovej vody, ktorá sa v vtlačku nachádzala.

Po odstránení prebytočnej vody nasledovalo rozmiešanie odlievacej hmoty. Ako odlievací materiál bola použitá modelárska sadra, keďže ide o voľne dostupný materiál využívaný aj v kriminalistickej praxi.

Po vymiešaní sadry na správnu konzistenciu bola hmota nalievaná v smere otáčania pneumatiky na terén, kde bola predtým umiestnená forma na najlepšie viditeľnú časť stopy. Tento postup bol zvolený s cieľom zabezpečiť, aby bol sadrový odliatok dostatočne hrubý a pevne držal na zvolenom mieste.

Škáry medzi formou a terénom boli ešte pred naliatím hmoty do formy utesnené pomocou drevených doštičiek a hliny, aby sa zabránilo vytekaniu hmoty z formy. Po naliatí sadry do formy boli do jej vrchnej časti vtlačené drevené paličky, ktoré mali za úlohu udržať hmotu pohromade a zabrániť jej rozpadu po vytvrdnutí (viď obrázok 31).



Obrázok 31 Vloženie formy na časť stopy (vľavo) a forma zaliata odlievacou hmotou (vpravo)

(zdroj: vlastné)

Ideálny čas na vytvrdnutie sadrového odliatku, ktorý je následne možné sňať z terénu, je približne 30 až 40 minút. Tento časový interval je individuálny a môže sa meniť s ohľadom na vlastnosti terénu alebo aktuálne poveternostné podmienky.

Následným krokom po zaschnutí sadry bolo odstránenie formy zo stopy, pri čom na teréne zostala iba stuhnutá hmota. Táto hmota bola následne opatrne vybratá pomocou špachtlí so snahou zachovať na nej aj časť zeminy. Takýto postup bol zvolený s cieľom umožniť doschnutie sadry vrátane zvyškovej zeminy na voľnom vzduchu.

Po úplnom vyschnutí odliatku stopy bolo jeho čistenie vykonané malou špachtľou a jemným štetcom, čím boli odstránené všetky nečistoty a vytvorený čo najčistejší 3D odtlačok, ktorý je zadokumentovaný na obrázku 32.



Obrázok 32 Zadokumentovanie 3D odliatku stopy – pohľad zo zadnej (vľavo) a prednej strany (vpravo)

(zdroj: vlastné)

6.3.2 Vytvorenie porovnávacieho 3D odtlačku

Pre 3D odliatok je potrebné vytvoriť aj 3D porovnávací odtlačok, rovnako ako pri 2D odtlačku stopy, kde sa vytvára 2D porovnávací odtlačok.

Na vytvorenie 3D porovnávacieho odtlačku bola použitá plastelína. Alternatívne môže byť využitá aj hmota Mikrotrack, avšak plastelína je dostupnejšia a jej účinok pre tento účel je prakticky rovnaký.

Na zväčšenie plochy určenej na odtláčanie bola plastelína spojená do väčšieho celku. Následne bola vyvaľkaná, priložená na dezén pneumatiky, jemne pritlačená a následne odňatá (viď obrázok 33 vľavo).

Po sňatí plastelíny z pneumatiky bola umiestnená na rovný povrch, kde boli voľným okom vyhľadávané zhodné markanty medzi odliatkom stopy a porovnávacím odtlačkom. Zadokumentovaný 3D porovnávací odtlačok pneumatiky sa nachádza na obrázku 33 vpravo.



Obrázok 33 Proces vytvárania 3D odtlačku dezénu pneumatiky (vľavo) a výsledný porovnávací 3D odtlačok z plastelíny (vpravo)

(zdroj: vlastné)

Rovnako ako pri 2D odtlačkoch, musí byť všetko fotograficky zadokumentované s priložením meradlom.

Použité pomôcky na vytvorenie porovnávacieho 3D odtlačku sú:

- plastelína,
- drevená doska,
- valček,
- meradlo na presné zaznamenanie veľkosti stopy,
- fotoaparát.

6.4 Snímanie pomocou želatínovej fólie

Tento postup sa prevažne využíva pri zaisťovaní latentných alebo ťažko viditeľných odtlačkov. V tomto prípade bola táto metóda použitá na odobratie porovnávacieho odtlačku z dezénu pneumatiky. Obdobne ako v podkapitole 6.3 Odlievanie, aj táto metóda bola zaradená ako ukážka jedného z možných spôsobov zaisťovania stôp. Fotografie z tohto postupu zaisťovania stôp nebudú ďalej v tejto práci využívané.

Pomôcky potrebné na zaisťovanie porovnávacích odtlačkov (viď obrázok 34):

- želatínová fólia,

- handrička,
- rukavice,
- valček 2x (jeden na odtlačenie povrchu a druhý na vytlačenie vzduchu spod fólie),
- meradlo na presné zaznamenanie veľkosti stopy,
- fotoaparát.



Obrázok 34 Pomôcky potrebné na zaisťovanie porovnávacích odtlačkov

(zdroj: vlastné)

Pred začiatkom práce boli pripravené všetky pomôcky a skontrolovaná čistota povrchu pneumatiky. Povrch bol jemne očistený handričkou, aby sa odstránil prach a nečistoty, čím sa predišlo možnému znečisteniu fólie (viď obrázok 35).

Pred samotným zaisťovaním bol dezén pneumatiky dôkladne odfotografovaný z viacerých uhlov s priloženým meradlom na zachytenie presných rozmerov.



Obrázok 35 Jemné očistenie povrchu dezénu pneumatiky

(zdroj: vlastné)

Následne bola želatínová fólia opatrne priložená na dezén pneumatiky tak, aby lepiaca strana presne dosadla na vzor určený na odtlačenie. Užším sférickým valčekom bola fólia jemne pritlačená na povrch dezénu, aby sa zachytili všetky detaily povrchu (viď obrázok 36).



Obrázok 36 Postup aplikácie želatínovej fólie na pneumatiky

(zdroj: [vlastné]

Po odtlačení fólie z dezénu pneumatiky bola fólia opatrne odstránená a pripravená na fixáciu. Fixácia sa vykonáva pomocou krycej fólie, ktorá bola pred aplikáciou sňatá z povrchu tak, aby bola želatínová vrstva pripravená na prenos stopy.

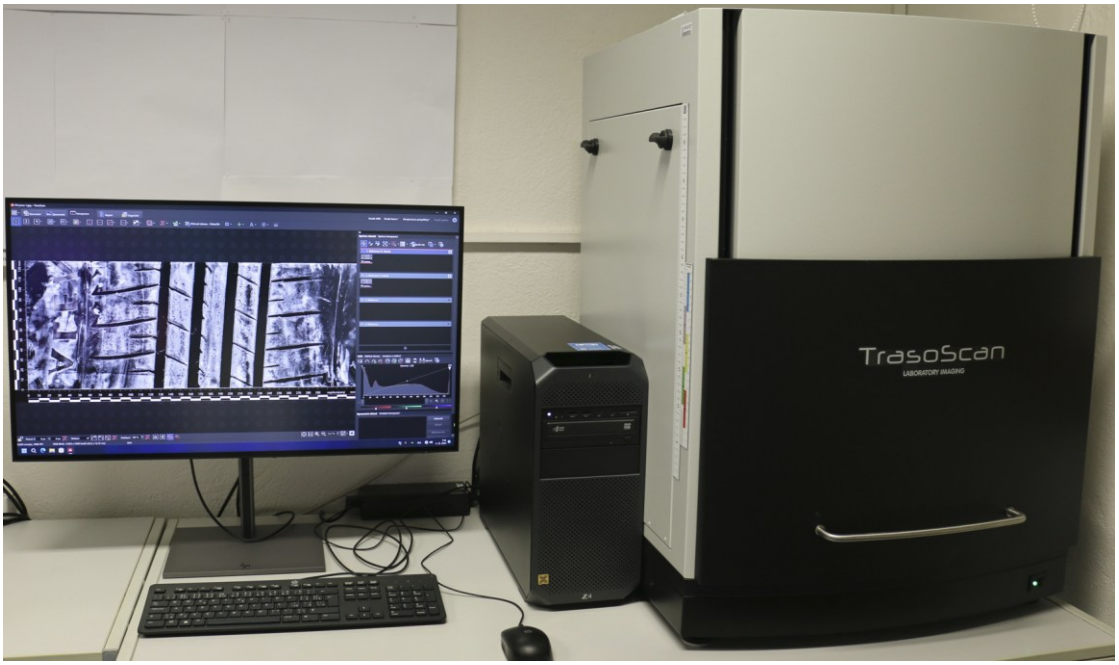
Po nanesení a pritlačení krycej fólie na želatínovú vrstvu bol druhým širším valčekom červenej farby jemne vytláčaný vzduch, čím bolo zabezpečené pevné dosadnutie fólie a dokonalé zachytenie detailov dezénu bez vzduchových bublín alebo iných nerovností (viď obrázok 37).



Obrázok 37 Proces vytláčania vzduchu pri fixácii odobratej vzorky

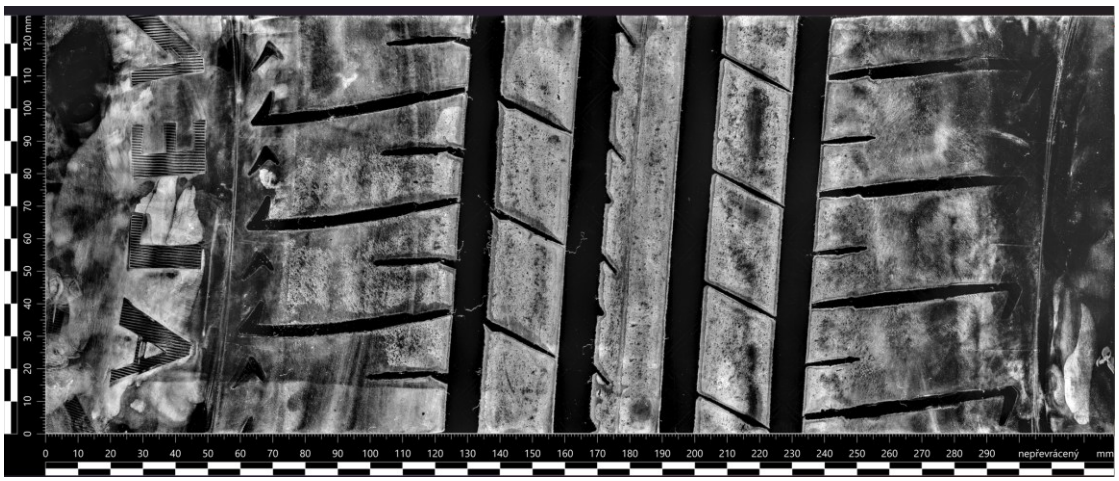
(zdroj: vlastné)

Takto vytvorený a zaistený porovnávací odtlačok bol následne naskenovaný pomocou zariadenia TrasoScan, ktoré vytvorilo jeho presný digitálny obraz (viď obrázok 38). Tento sken umožnil detailnú analýzu štruktúry dezénu a jeho porovnanie s inými stopami, ako je vidieť na obrázku 39.



Obrázok 38 Skenovanie odobratej vzorky pomocou TrasoScanu

(zdroj: vlastné)



Obrázok 39 Výsledok skenovania odobratej vzorky pomocou TrasoScanu

(zdroj: vlastné)

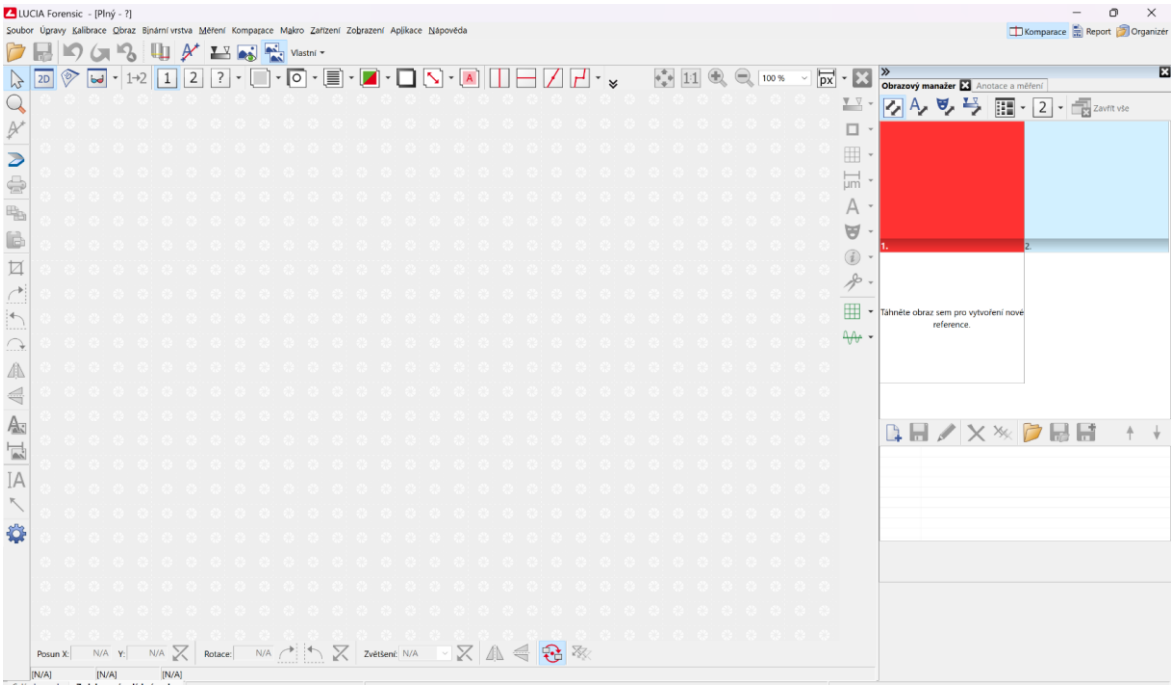
7 IDENTIFIKÁCIA A NÁSLEDNÁ ANALÝZA STÔP V SOFTWARE LUCIA FORENSIC

V tejto kapitole bude podrobne rozobraný a krok za krokom prevedený proces identifikácie a analýzy stôp v software LUCIA Forensic. Bude predstavený celý pracovný postup, ktorý bol v systéme aplikovaný, a to od nahratia a kalibrácie obrazového materiálu cez vizuálne porovnávanie stôp až po detailné skúmanie jednotlivých znakov a vyhodnocovanie miery zhody.

7.1 Nahranie, kalibrácia a príprava fotografií na analýzu

Prvým krokom je spustenie systému LUCIA Forensic, pričom je nevyhnutné, aby bol pripojený HASP kľúč, ktorý zabezpečuje licenciu a aktiváciu softwaru. Bez tohto kľúča systém nie je možné spustiť, ako už bolo uvedené v kapitole 4.1.

Po spustení systému sa zobrazí prázdne používateľské rozhranie, ktoré môže byť prispôsobené podľa konkrétnych potrieb (viď obrázok 40). Keďže sa pri analýze pracuje vždy s dvoma fotografiami, a to so zadokumentovanou stopou a porovnávacím odtlačkom, zobrazenie je nastavené na dve okná. Takéto usporiadanie umožňuje prehľadnejšiu prácu.

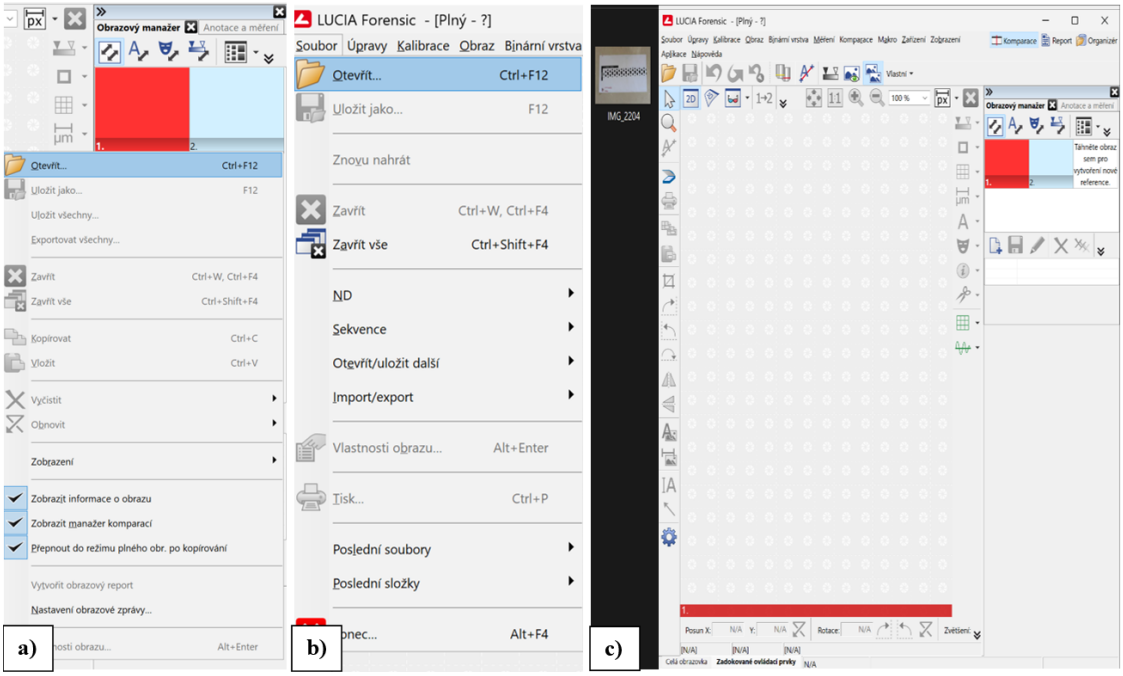


Obrázok 40 Používateľské rozhranie systému

(zdroj: vlastné)

Po prispôsobení plochy na dve okná nasleduje nahratie fotografií do systému. Na nahratie fotografií sú k dispozícii tri spôsoby:

- Kliknutie na obrazové okno (obrázok 41a):
  - Ľavým tlačidlom myši sa klikne na jedno z pripravených okien.
  - Zobrazí sa menu, v ktorom sa vyberie možnosť *Otevřít.*
  - Vyhľadajú sa požadované fotografie v počítači a potvrdí sa výber.
- Použitie hornej lišty (obrázok 41b):
  - V hornej lište sa klikne na položku *Soubor,*
  - Vyberie sa možnosť *Otevřít* a vyhľadávajú sa fotografie zo zložky, kde sú uložené.
  - Vyberú sa požadované fotografie a potvrdí sa výber.
- Presunutie z priečinku do systému (obrázok 41c):
  - Otvorí sa prieskumník súborov a vyhľadá sa adresár, v ktorom sú fotografie uložené.
  - Požadované súbory sa myšou presunú priamo do požadovaného okna v systéme.

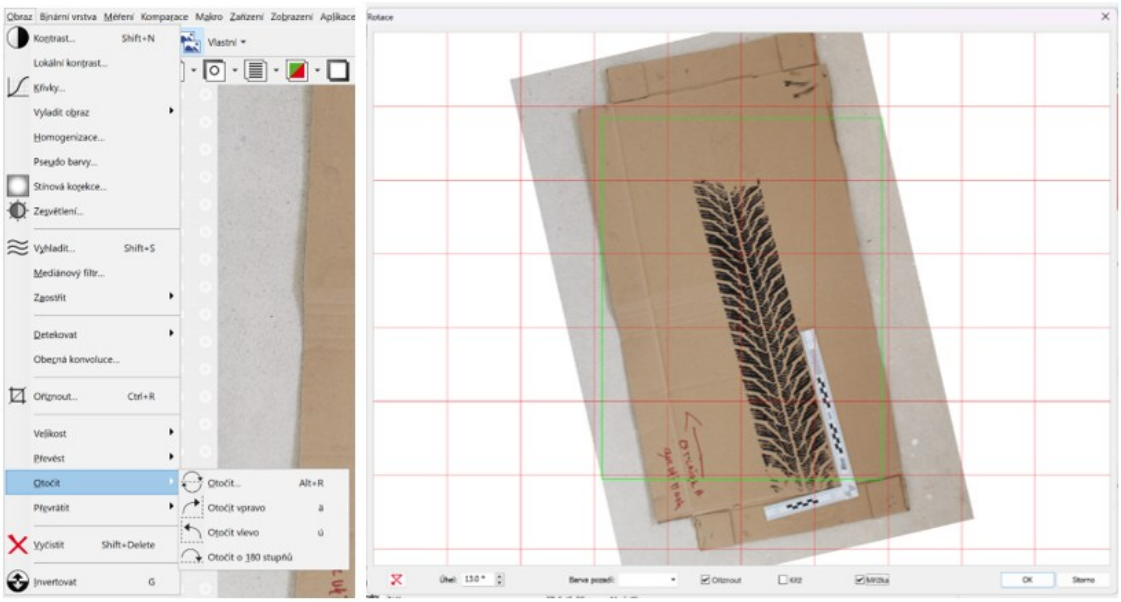


Obrázek 41 Spôsoby nahratia fotografií do systému LUCIA Forensic: a) výber cez obrazové okno, b) výber cez horné menu, c) presunutie súboru z priečinka.

(zdroj: vlastné)

Po úspešnom nahratí fotografií do systému môže nasledovať ich úprava a prispôsobenie podľa požiadaviek. Obrázky je možné zväčšovať, zmenšovať, otáčať a upravovať podľa potreby.

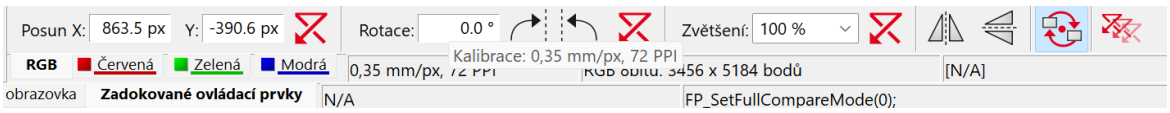
Pre zabezpečenie presného porovnávania je dôležité, aby boli fotografie zarovnané do rovnakej geometrickej polohy a pozície. Otočenie obrázkov je možné z hlavného menu, kde je zvolená možnosť *Obraz* a v ďalším kroku (zoznam nástrojov) je vybraná možnosť *Otočit* (viď obrázok 42). Pre rýchlejšiu prácu je možné použiť aj klávesovú skratku Alt+R.



Obrázok 42 Ikona na rotáciu (vľavo) a rotácia nahratých fotografií (vpravo) v prostredí LUCIA Forensic

(zdroj: vlastné)

Fotografie je možné otáčať a prispôsobovať aj pomocou dolnej lišty, kde sú umiestnené nástroje na rotáciu a prispôsobenie mierky. Na dolnej lište sa nachádzajú ikony na otáčanie doprava a doľava, nastavenie zväčšenia a možnosť prispôsobiť podľa kalibrácie (viď obrázok 43).



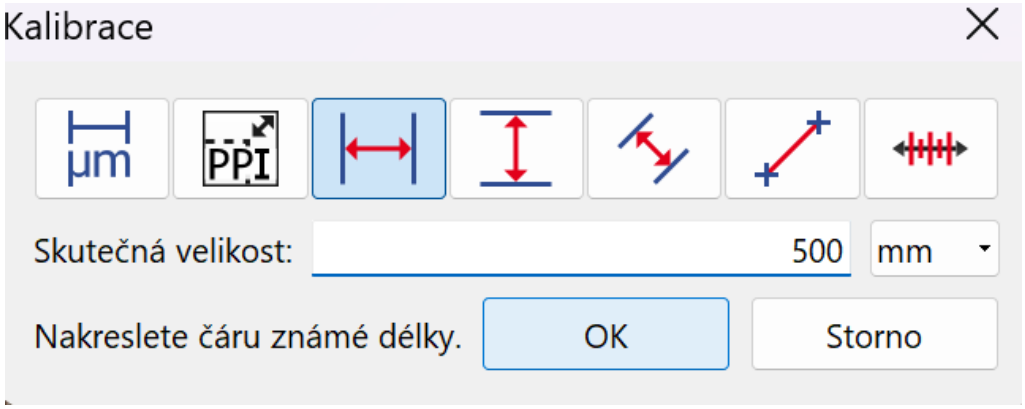
Obrázok 43 Možnosti na dolnej lište

(zdroj: vlastné)

Pre porovnávanie zadokumentovanej stopy a porovnávacieho odtlačku je kalibrácia obrázkov jedným z najdôležitejších krokov. Kalibrácia zabezpečuje, že všetky merania budú

presné a ich výsledky spoľahlivé. Preto je nevyhnutné, aby boli stopy vždy fotograficky zadokumentované spolu s priloženým meradlom, ktoré slúži ako referenčný bod pre nastavenie mierky.

Kalibrácia sa vykonáva v systéme pomocou nástroja nachádzajúceho sa v rolovacom menu vo vrchnej lište pod názvom *Kalibrace*. Po otvorení tejto ponuky je zvolená možnosť *Překalibrovat obraz,* pričom sa zobrazí dialógové okno s podrobnejšími možnosťami nastavenia kalibrácie (viď obrázok 44).

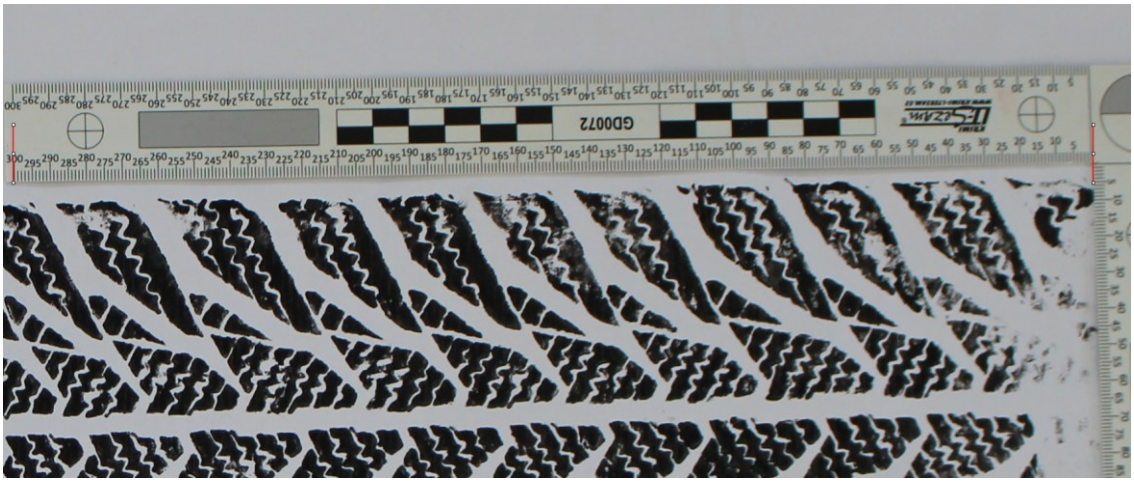


Obrázok 44 Dialógové okno s možnosťami pre kalibráciu obrazu

(zdroje: vlastné)

Keď je otvorená fotografia určená na prekalibrovanie, najskôr sa vo vrchnej časti okna vyberie spôsob vykonania kalibrácie. Voľba závisí od toho, ako je meradlo na fotografii umiestnené, pričom jeho umiestnenie môže byť horizontálne, vertikálne alebo po uhlopriečke.

Po výbere vhodného nástroja sú na pravítku označené dva body, ako je to zobrazené na obrázku 45. Napríklad od 0 do 300 mm sa do poľa *Skutečná velikost* zadá hodnota 300 mm. Ak to vyplýva z povahy dát, je možné zvoliť aj inú dĺžkovú jednotku.

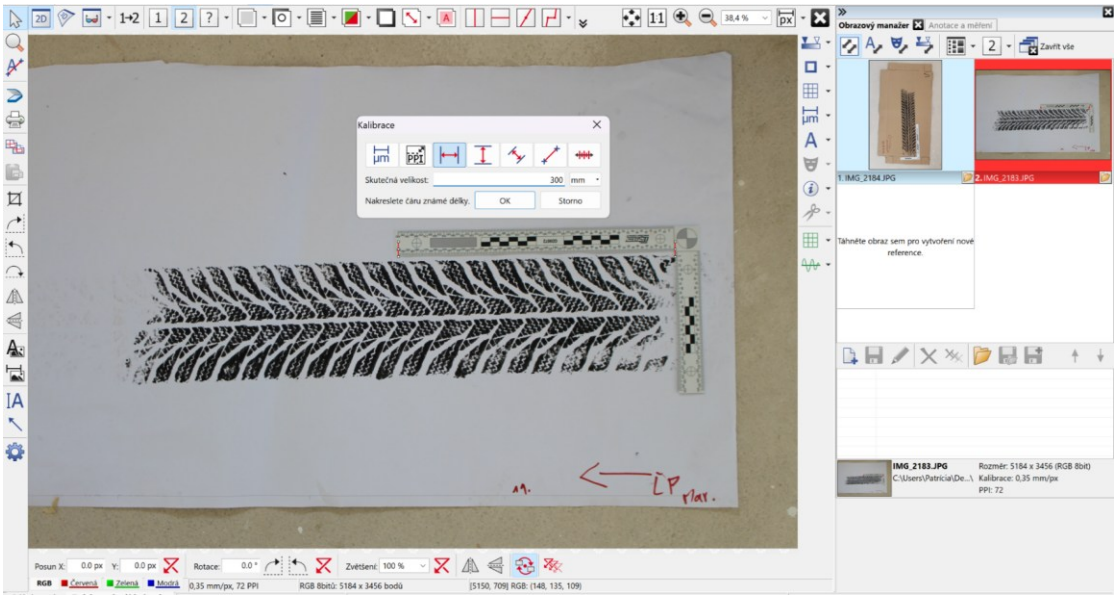


Obrázok 45 Body prekalibrovania fotografie

(zdroj: vlastné)

Predposledným krokom je potvrdenie kliknutím na tlačidlo OK, čím sa kalibrácia uloží a obrázok je pripravený na ďalšie analýzy, ako sú meranie rozmerov alebo porovnávanie detailov (viď obrázok 46).

V prípade potreby môže byť kalibrácia kedykoľvek upravená alebo opätovne nastavená rovnakým postupom.

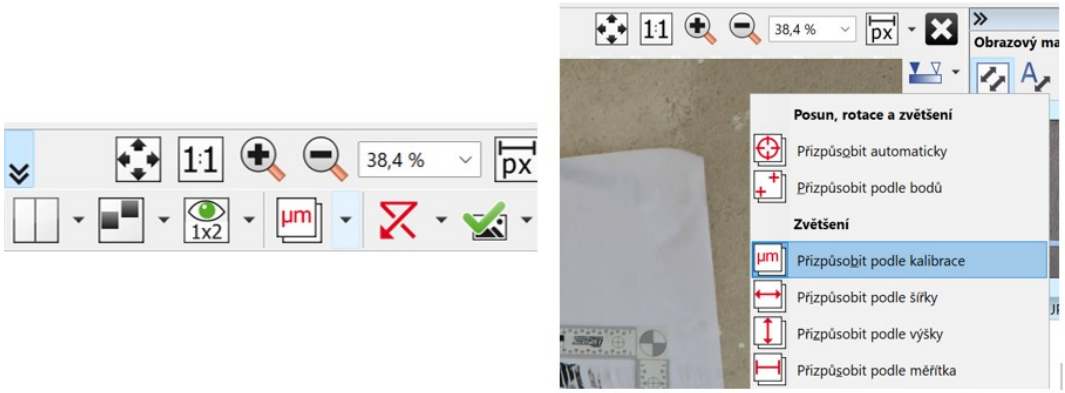


Obrázok 46 Prekalibrovanie fotografie

(zdroj: vlastné)

Po dokončení kalibrácie obrázku je potrebné vykonať ešte jeden krok na zabezpečenie správneho zobrazenia podľa novo nastavenej mierky. Vo vrchnej lište systému sa klikne

na ikonu dvoch šípok smerujúcich nadol. Následne sa zobrazí roletová ponuka, z ktorej sa vyberie možnosť *Přizpůsobit podle kalibrace.* Po kliknutí na túto voľbu sa fotografia automaticky upraví a prispôsobí sa novo nastavenej mierke (viď obrázok 47). Tento krok zabezpečí, že všetky ďalšie merania a porovnávania na obrázku budú presné a spoľahlivé.



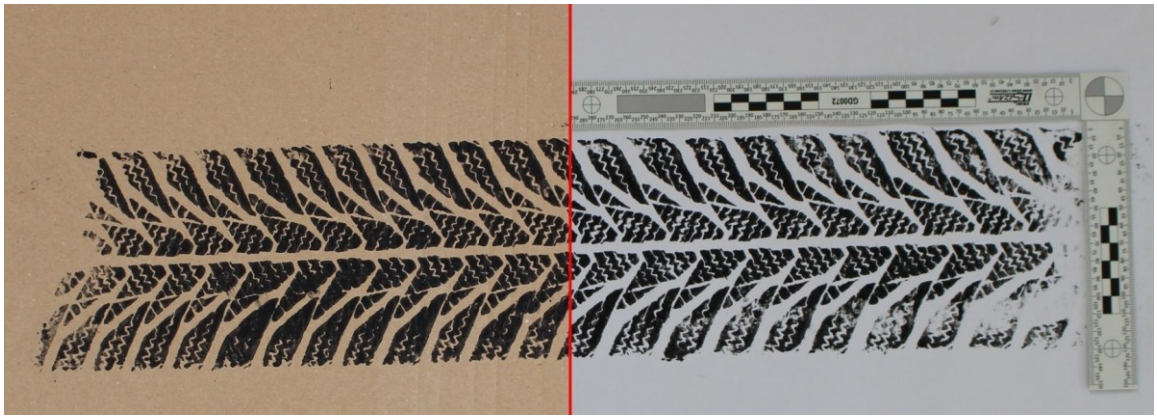
Obrázok 47 Rozkliknutie roletovej ponuky a potvrdenie novo nastavenej mierky

(zdroj: vlastné)

7.2 Postup a identifikácia stôp vozidiel v software LUCIA Forensic

Po vykonaní kalibrácie fotografií a všetkých potrebných úprav, ako sú rotácie a prispôsobenia, môže nasledovať identifikácia stopy a jej porovnanie s porovnávacím odtlačkom. Pri tomto procese sa využíva režim rozdelenia obrazovky, ktorý umožňuje priložiť časť vzoru porovnávacieho odtlačku k stope odobratej z terénu a overiť, či sa zhodujú. Softvér LUCIA Forensic ponúka štyri spôsoby rozdelenia obrazovky, z ktorých boli v tejto práci použité vertikálne (viď obrázok 48) a horizontálne rozdelenie (viď obrázok 49). Na obrázku 50 je zobrazená časť nástrojovej lišty softvéru LUCIA Forensic, v ktorej sa nachádzajú ikony umožňujúce rozdelenie obrazovky. Vertikálne rozdelenie je znázornené ikonou so zvislou čiarou, horizontálne ikonou s vodorovnou čiarou. Tieto režimy sa aktivujú jednoduchým kliknutím na príslušnú ikonu.

Ak sa vzor dezénu porovnávacieho odtlačku zhoduje so stopou, môže sa pokračovať v ďalšej analýze. V prípade, že k zhode nedôjde, porovnávanie pokračuje s ďalšími porovnávacími odtlačkami, až kým nie je zhodnosť potvrdená alebo vyvrátená.



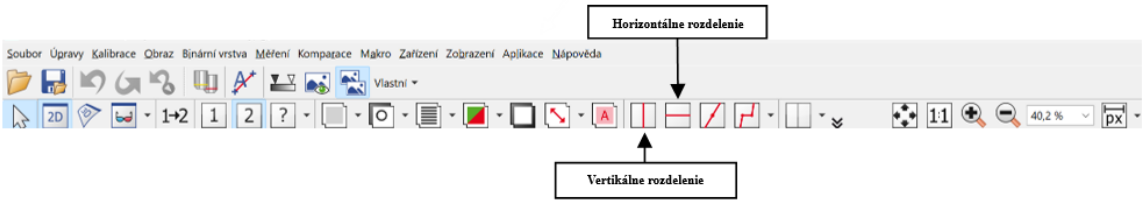
Obrázok 48 Identifikácia porovnávacieho otlačku a stopy – vertikálne porovnanie

(zdroj: vlastné)



Obrázok 49 Identifikácia porovnávacieho otlačku a stopy – horizontálne porovnanie

(zdroj: vlastné)



Obrázok 50 Panel nástrojov softvéru LUCIA Forensic s vyznačenými ikonami pre vertikálne a horizontálne rozdelenie obrazovky

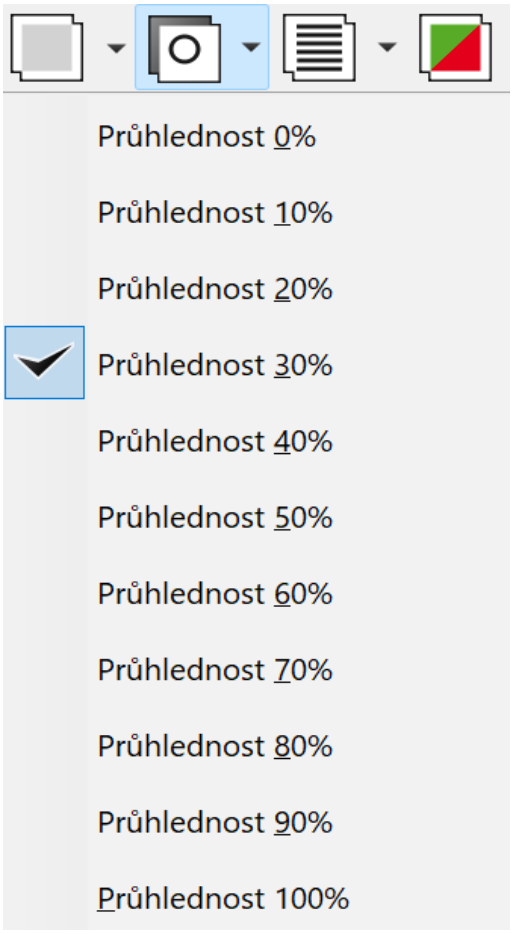
(zdroj: vlastné)

7.3 Postup analýzy a potvrdenie zhody stôp v software LUCIA Forensic

Identifikácia stopy, ktorá bola vykonaná v predchádzajúcom kroku s pomocou rozdelenia obrazovky, slúžila na predbežné určenie, či sa stopa zhoduje s porovnávacím odtlačkom. Na definitívne potvrdenie zhody však bolo potrebné vykonať podrobnú analýzu stôp.

Na tento účel boli použité funkcie ako sú nastavenie priehľadnosti a tolerancie, vďaka ktorým bolo možné detailne preskúmať stopy (viď obrázok 51).

Průhlednost sa nastavuje v hornej lište, kde je možné meniť aj jej hodnotu v rozmedzí od 0 % (nepriehľadné) až 100 % (úplne priehľadné).



Obrázok 51 Nastavenie priehľadnosti

(zdroj: vlastné)

V prípade uvedenom na obrázku 52 sa ako najvhodnejšie ukázalo nastavenie priehľadnosti na 80 %, keďže vďaka nemu bolo prekrytie stopy s porovnávacím odtlačkom jasne viditeľné a porovnanie ich vzorov presnejšie.



Obrázok 52 Priehľadná komparácia stopy s porovnávacím odtlačkom pri nastavení priehľadnosti na 80 %

(zdroj: vlastné)

Okrem nastavenia priehľadnosti bol využitý aj nástroj *Rozdíl,* ktorý sa nachádza v hornej lište, alebo je možné ho aktivovať pomocou klávesovej skratky Ctrl + D. Tento nástroj pomohol zvýrazniť rozdiely medzi stopou a porovnávacím odtlačkom (viď obrázok 53) a je veľmi užitočný pri skúmaní drobných detailov a jemných odchýlok vo vzore dezénu pneumatiky.

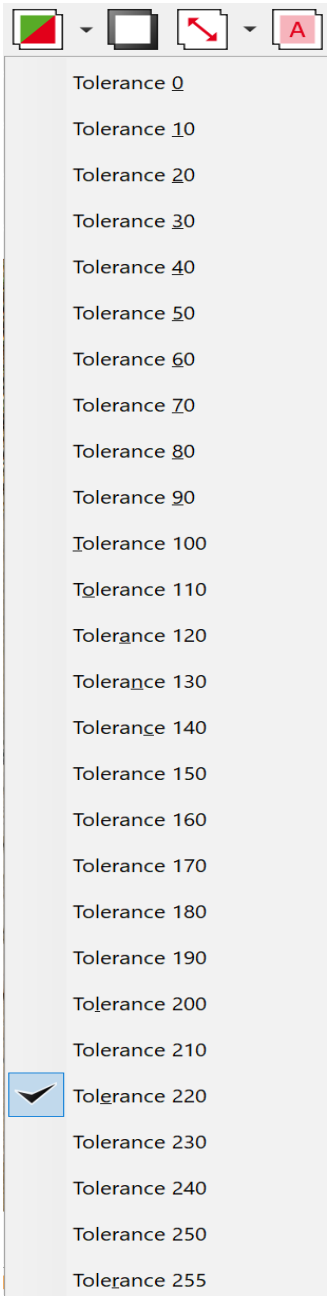
Vďaka kombinácii priehľadnosti a funkcie rozdielov je možné odhaliť aj minimálne nezrovnalosti, čím bola efektívne posúdená zhoda na základe vykonanej analýzy. V prípade, že bola zhoda potvrdená, nasledovalo ďalšie skúmanie.



Obrázok 53 Komparácia pomocou nástroja rozdiel

(zdroj: vlastné)

Pri analýze stôp bol využitý nástroj na analýzu tolerancie (*Tolerance*), ktorý sa nachádza v hornej lište (viď obrázok 54).



Obrázok 54 Nastavenie tolerancie

(zdroj: vlastné)

Nástroj *Tolerance* pomohol zohľadniť rozdiely spôsobené napríklad nerovnosťami terénu, skreslením odtlačku a podobne.

Nerovnosti stopy vzhľadom na mäkký terén mohli byť spôsobené tým, ak bol dezén pneumatiky roztiahnutý, respektíve jeho drážky mierne roztiahnuté alebo posunuté.

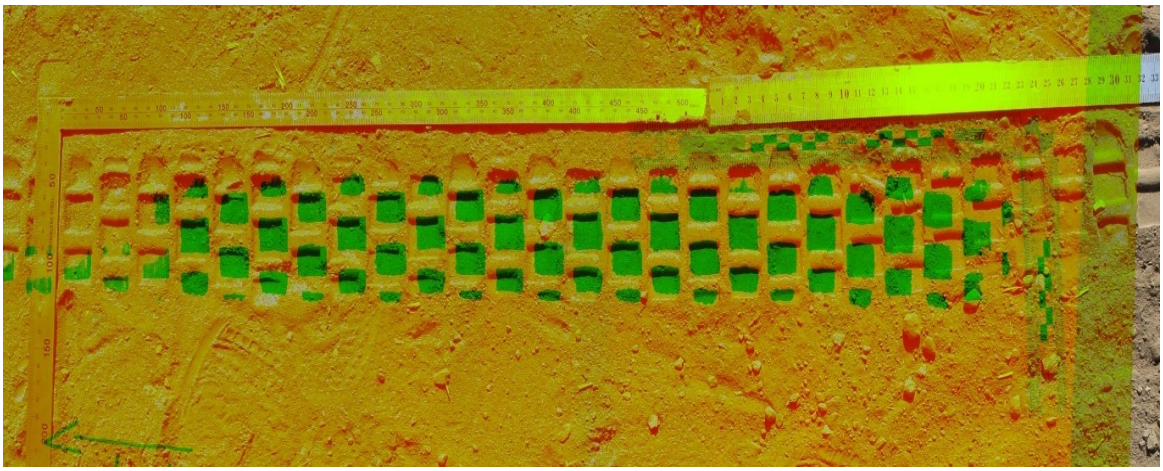
V takomto prípade, teda ak nie je odtlačok stopy úplne identický s porovnávacím odtlačkom, bolo využitie tohto nástroja pri identifikácii veľmi užitočné.

Pri nastavení vyššej tolerancie bolo možné ignorovať drobné rozdiely spôsobené terénom a sústrediť sa na celkovú zhodu vzorov. Naopak nižšie hodnoty tolerancie umožnili porovnávať stopy veľmi presne, čo bolo vhodné pri analýze detailov a hľadaní takmer dokonalých zhôd.

Miera zhody je zobrazená na farebnej škále. Zafarbenie výstupov má nasledujúci význam:

- ***zelená farba*** – zhoda je v poriadku a označené časti touto farbou sú identické;
- ***oranžová alebo žltá farba*** – naznačenie miernej odchýlky, ktorá môže byť spôsobená napríklad nerovnosťami terénu alebo nižšou kvalitou záznamu (fotografie, skenu);
- ***červená farba*** – nedošlo k zhode. Môže ísť napríklad o inú pneumatiku, odlišný vzor dezénu a iné.

Obrázok 55 bol vytvorený s nízkou toleranciou (nastavenou na hodnotu 10), čo znamená, že porovnanie bolo veľmi presné. Systém reagoval aj na drobné rozdiely medzi stopou a porovnávacím odtlačkom. Preto je na obrázku zvýraznených viac častí oranžovou farbou, aj keď mohlo ísť len o malé odchýlky spôsobené napríklad nerovnosťou terénu alebo inými drobnými deformáciami pri vytváraní odtlačku.

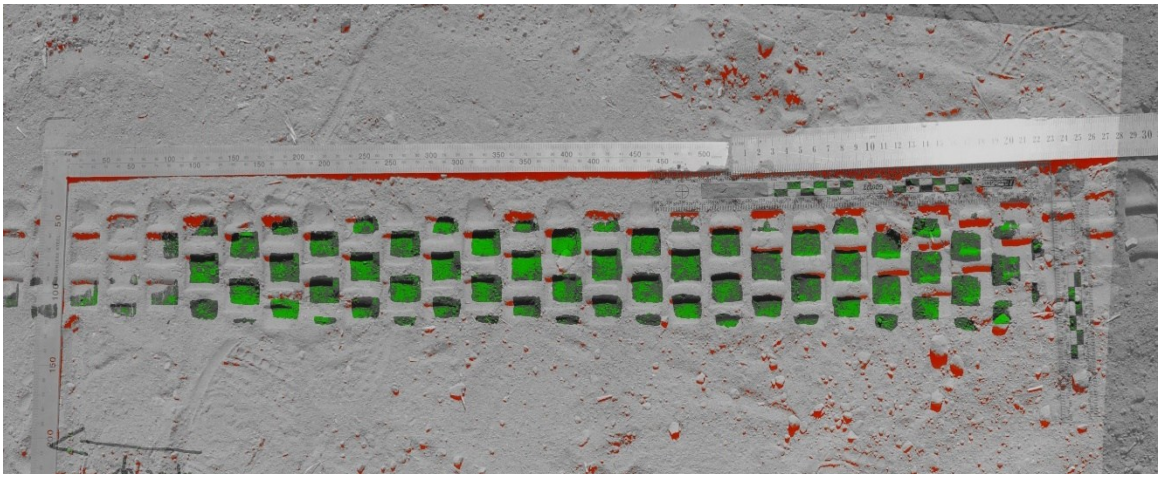


Obrázok 55 Komparácia vytvorená pomocou nízkej tolerancie (úroveň tolerancie 10)

(zdroj: vlastné)

Obrázok 56 bol naopak vytvorený s najvyššou možnou toleranciou (nastavenou na hodnotu 255). Táto tolerancia nebrala do úvahy drobné nerovnosti spôsobené

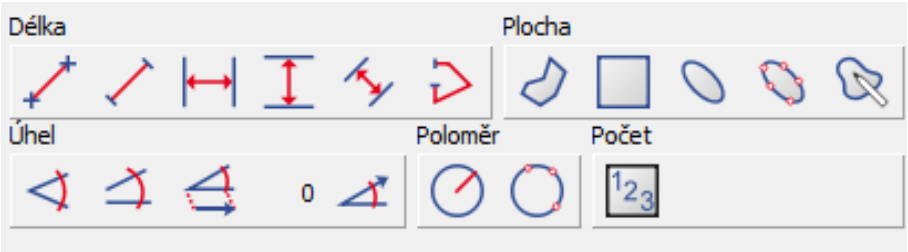
napríklad terénom a sústredila sa predovšetkým na väčšie nezrovnalosti. Na tomto obrázku je vyjadrená vysoká pravdepodobnosť zhody.



Obrázok 56 Komparácia vytvorená pomocou najvyššej tolerancie (úroveň tolerancie 255)

(zdroj: vlastné)

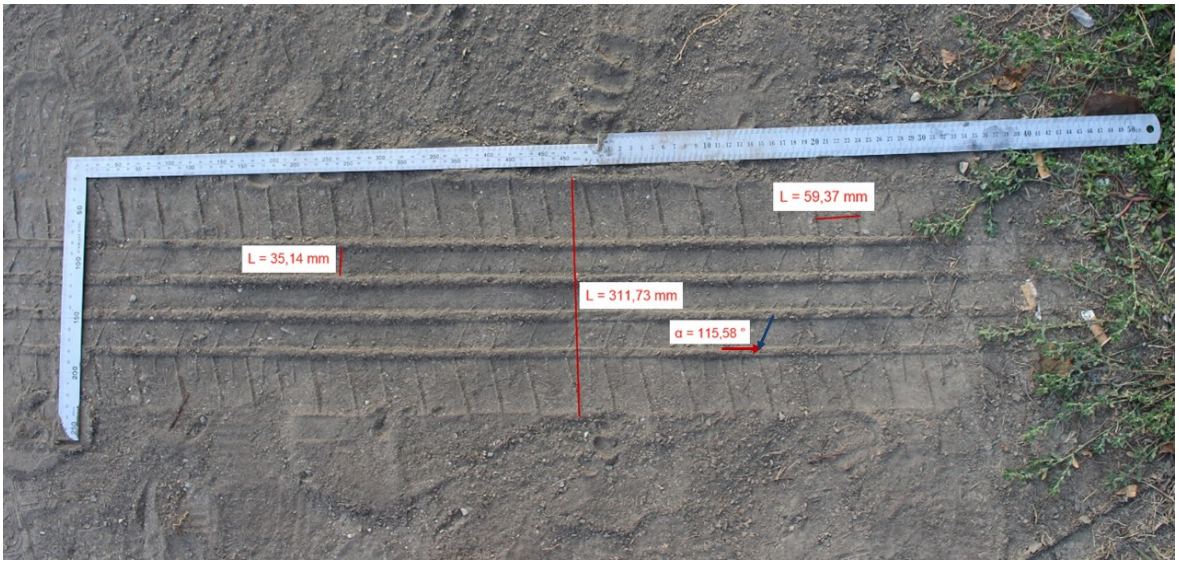
Software LUCIA Forensic ponúka vstavané meracie nástroje, ktoré sú dostupné v hornej lište pod položkou *Měření* a umožňujú presné merania priamo na kalibrovanom obrázku, vrátane merania vzdialenosti medzi dvoma bodmi, výpočtu plochy označenej oblasti, merania uhla medzi dvoma segmentmi, výpočtu polomeru kruhových prvkov a počítania výskytu zvolených znakov alebo markantov. Po zvolení funkce *Měření* sa zobrazí panel s ikonami jednotlivých nástrojov (viď obrázok 57), ktoré sú rozdelené podľa typu merania – *Délka, Plocha, Úhel, Poloměr* a *Počet*. Každý typ ponúka viacero variant merania, čo umožňuje prispôsobiť výber konkrétnym požiadavkám analýzy. Presné merania na kalibrovanom obrázku pomocou týchto nástrojov môže výrazne napomôcť pri analýze a identifikácii stôp alebo objektov, čo je kľúčové najmä pri forenznom skúmaní.



Obrázok 57 Panel meracích nástrojov rozdelený podľa typu merania v systéme LUCIA Forensic

(zdroj: vlastné)

Na obrázku 58 sa nachádza ukážka výsledného merania v softvéri LUCIA Forensic, kde sú na kalibrovanom obrázku zaznamenané hodnoty dĺžky jednotlivých segmentov stopy (napr. L = 35,14 mm, L = 99,37 mm, L = 311,73 mm) a uhol medzi dvoma čiarami dezénu (α = 115,96°).



Obrázok 58 Ukážka výsledného merania v softvéri LUCIA Forensic

(zdroj: vlastné)

8 NÁVRH LABORATÓRNEJ ÚLOHY DO PREDMETU FORENZNÝCH VIED

V tejto kapitole bude navrhnutá a ukážkovo vypracovaná laboratórna úloha pre študentov predmetu Forenzné vedy na Fakulte aplikovanej informatiky Univerzity Tomáše Bati v Zlíne. Cieľom tejto laboratórnej úlohy je analyzovať a identifikovať odtlačky stôp pneumatík s využitím forenzných metód a softwaru LUCIA Forensic. Študenti sa naučia používať software LUCIA Forensic na presné meranie dezénu, identifikáciu markantov a určenie typu pneumatiky, čím získajú praktické skúsenosti s analýzou stôp.

V rámci riešenia laboratórnej úlohy budú študentom k dispozícii tri katalógy, a to katalóg pneumatík, katalóg digitálnych stôp a katalóg dopravných prostriedkov (prílohy P I až P III). Pre rýchlu kontrolu vyučujúcim poslúži katalóg zhôd (príloha P IV). Samotný pracovní list k úlohe je v prílohe P V a obrázky stôp a porovnávacích odtlačkov, s ktorými búdu študenti pracovať v softwari LUCIA Forensic sú súčasťou elektronických príloh (P VI a P VII).

8.1 Návrh pracovného listu

V rámci laboratórneho cvičenia z predmetu forenzných vied bol pre študentov navrhnutý pracovný list. Pracovný list obsahuje krokový postup pre spracovanie úloh a jeho presné zadanie je uvedené v prílohe P V. Laboratórna úloha je rozdelená do siedmich krokov.

V prvom kroku bude potrebné spustiť software LUCIA Forensic, nastaviť používateľské rozhranie a nahrať pomocou zvoleného spôsobu všetky fotografie, ktoré budú potrebné pre analýzy v ďalších krokoch úlohy, a to odtlačky z miesta činu a porovnávacie odtlačky.

Druhý krok predstavuje základné úpravy fotografií pomocou LUCIA Forensic, ako sú prekalibrovanie, prispôsobenie podľa kalibrácie alebo prípadne otočenie fotografií.

V treťom kroku sa študenti zamerajú na identifikáciu charakteristických znakov (markantov) odtlačkov zachytených na fotografiách. Úlohou študentov bude označiť a opísať špecifické znaky, ako sú rezy, ryhy a odlišnosti vo vzore dezénu pneumatiky, ktoré sa pravidelne opakujú a sú zreteľné pri porovnávaní s porovnávacími odtlačkami v databáze.

V štvrtom kroku bude úlohou študentov meranie základných rozmerov odtlačku pneumatiky zachyteného na fotografii pomocou referenčných bodov. Určenie presných rozmerov je dôležité pre analýzu odtlačku pneumatiky. Tieto merania umožňujú detailnejšie porovnanie s porovnávacími odtlačkami v databáze, čo pomáha pri identifikácii konkrétneho typu pneumatiky. Pre splnenie úlohy v štvrtom kroku je nutné zmerať šírku pneumatiky,

rozostup dezénových drážok, horizontálny a vertikálny rozostup drážok (pričom sa odporúča meranie minimálne trikrát na rôznych miestach) a uhol šikmých drážok od osi pneumatiky.

V piatom kroku budú mať študenti za úlohu vykonať identifikáciu stopy pomocou prekrytia fotografie odtlačku s fotografiou porovnávacieho odtlačku, čoho výsledkom má byť docielenie úplného alebo čiastočného prekrytia.

V šiestom kroku cvičenia študenti určia typ a charakteristické vlastnosti pneumatiky. Mali by identifikovať, či sa jedná o letnú, zimnú alebo celoročnú pneumatiku, a taktiež typ dezénu (napr. symetrický, asymetrický, smerový).

V siedmom a záverečnom kroku budú študenti pracovať s katalógom dopravných prostriedkov, na základe ktorého určia, ku ktorému konkrétnemu vozidlu môže patriť analyzovaná pneumatika. Pre rýchlejšiu kontrolu potvrdenia zhody bol vytvorený aj katalóg zhôd.

8.2 Model vypracovania laboratórnej úlohy

Krok 1: Spustenie softwaru a nahranie fotografií

Študent spustí software LUCIA Forensic, do ktorého nahrá fotografiu daného odtlačku a fotografie porovnávacích odtlačkov pneumatík z databázy, aby ich mohol navzájom porovnať a nájsť zhodu. Ako príklad spracovania slúži odtlačok stopy pneumatiky zobrazený na obrázku 59.



Obrázok 59 Odtlačok stopy pneumatiky pre model vzorového vypracovania

(zdroj: vlastné)

Krok 2: Základné úpravy fotografií

Po nahraní všetkých potrebných vstupných materiálov (fotografií) bude nasledovať ich úprava prostredníctvom nástrojov v LUCIA Forensic. Úprava fotografií zahŕňa nevyhnutné úpravy potrebné pre ich presnú analýzu. Predpokladá sa, že bude nutné využiť najmä nástroje:

- *Kalibrace* – Pomocou tohto nástroja bude fotografia upravená tak, aby jej mierka zodpovedala skutočným rozmerom. Kalibrácia je nevyhnutná pre presné meranie odtlačkov a vykonáva sa pomocou referenčného pravítka umiestneného na fotografii.
- *Rotace* – Tento nástroj bude slúžiť pre natočenie (rotáciu) fotografie do správnej polohy tak, aby všetky snímky boli správne natočené; ako referenčná poloha bude slúžiť fotografia stopy.

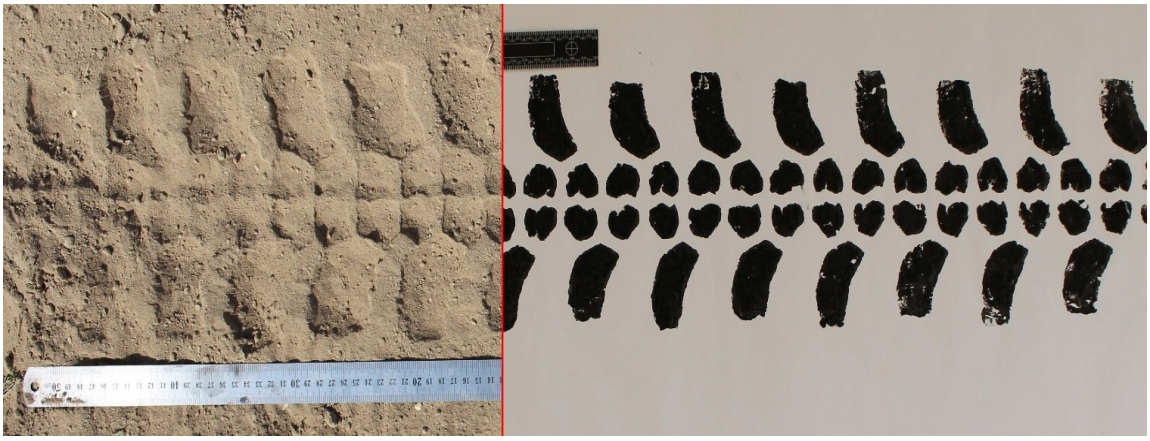
Krok 3: Identifikácia stopy pomocou prekrytia

V nasledujúcom kroku sa bude vykonávať identifikácia nájdeného odtlačku pneumatiky s porovnávacím otlačkom z databázy. Študent bude mať za úlohu vykonať úplné (viď obrázok 60) alebo čiastočné prekrytie (viď obrázok 61) s cieľom nájsť zhodu medzi stopou a porovnávacím odtlačkom.



Obrázok 60 Úplne prekrytie odtlačku stopy pneumatiky s porovnávacím odtlačkom

(zdroj: vlastné)



Obrázok 61 Čiastočné prekrytie odtlačku stopy pneumatiky s porovnávacím odtlačkom

(zdroj: vlastné)

Krok 4: Meranie základných rozmerov stopy pneumatiky pomocou referenčných bodov

Meranie základných rozmerov odtlačku stopy pneumatiky pomocou referenčných bodov je kľúčové a dôležité pre identifikáciu odtlačkov a poskytuje základné dáta potrebné k identifikácii konkrétneho typu pneumatiky. Študent si v tomto kroku prakticky vyskúša meranie referenčných bodov, čo mu umožní lepšie pochopiť, akým spôsobom sa stopy analyzujú. Tento proces taktiež študentovi pomôže overiť presnosť meraní, naučiť sa pracovať s rôznymi rozmermi dezénu a pochopiť, prečo je dôležité vykonávať meranie viackrát na rôznych miestach. Predpokladá sa, že bude nutné využiť najmä nástroje:

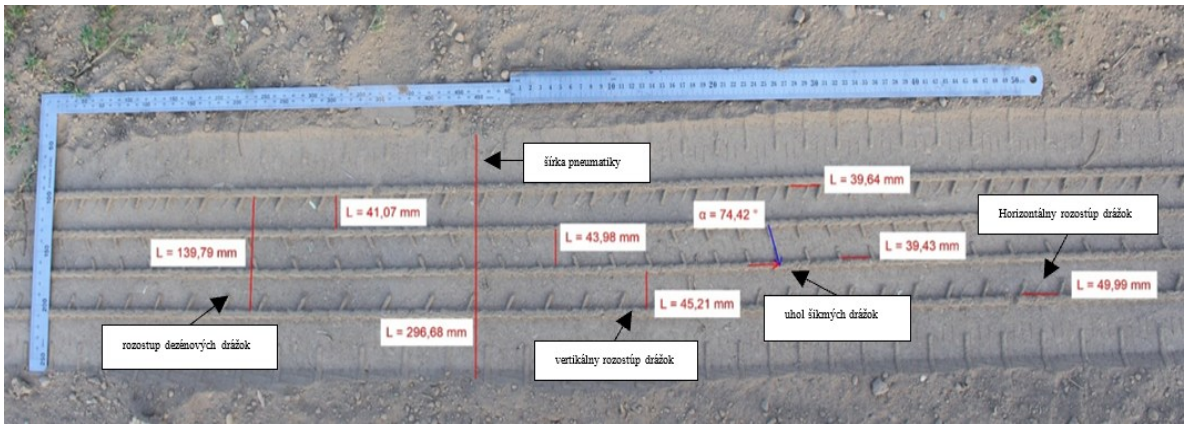
- *Délka* - nástroj na meranie vzdialenosti medzi dvoma bodmi. Využíva sa napríklad pri meraní šírky pneumatiky, rozostupov dezénových drážok či iných lineárnych parametrov.
- *Úhel* - nástroj na výpočet uhla medzi dvoma čiarami, ktorý je dôležitý pri určovaní uhla šikmých drážok voči pozdĺžnej osi pneumatiky.

Na obrázku 62 sú znázornené a vyznačené všetky druhy meraní, ktoré je potrebné vykonať, ako je uvedené v prílohe P V. Charakteristika jednotlivých meraní (ukazovateľov) podľa obrázku 62 odľava:

- **rozostúp dezénových drážok** je vzdialenosť vnútorných drážok, ktoré sú na behúňu najbližšie ku krajom pneumatiky;
- **šírka pneumatiky** je celková šírka odtlačeného behúňa;
- **vertikálny rozostúp drážok** je vzdialenosť medzi drážkami v smere pozdĺžnej osi pneumatiky;

- **horizontálny rozostúp drážok** je vzdialenosť medzi drážkami kolmo na smer pohybu vozidla;
- **uhol šikmých drážok** je uhol, ktorý zviera pozdĺžna os pneumatiky so šikmo orientovanými drážkami.

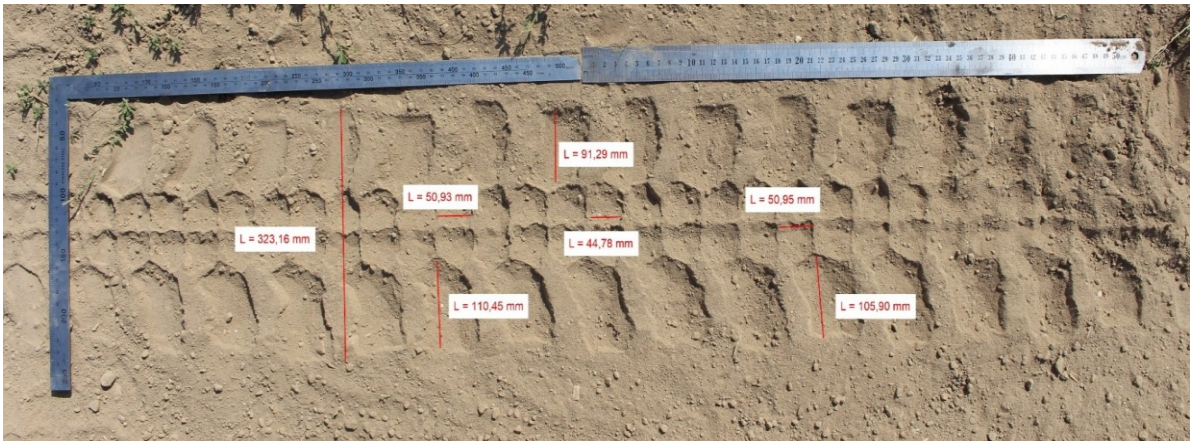
Ak je to možné, je potrebné zamerať všetky uvedené parametre. Čím viacej parametrov je zmeraných, tým je väčšia pravdepodobnosť presnosti nájdenej zhody.



Obrázok 62 Kompletné meranie odtlačku stopy pneumatiky podľa zadania

(zdroj: vlastné)

Na obrázku 63 sú znázornené merania, ktoré je možné vykonať na inej zadokumentovanej stope, keďže dezény pneumatík sa môžu líšiť svojou štruktúrou a viditeľnosťou jednotlivých prvkov.



Obrázok 63 Príklad nameraných údajov na odtlačku stopy pneumatiky

(zdroj: vlastné)

Krok 5: Prevedenie identifikácie charakteristických znakov

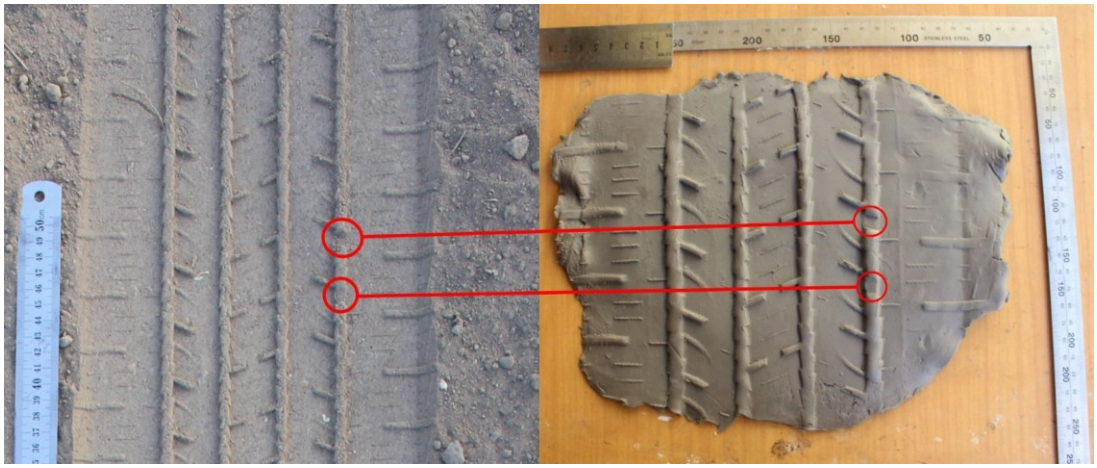
Ďalším krokom je detailná identifikácia a vyznačenie najvýraznejších poškodení a charakteristických individuálnych znakov (markantov), ktoré sú prítomné na pneumatikách a zároveň viditeľné v odtlačku. Pri analýze sa budú skúmať drážky, špecifické zárezy alebo odchýlky vo vzore dezénu, ktoré sa opakujú a sú jednoznačne rozpoznateľné pri porovnaní nájdenej stopy s porovnávacím odtlačkom.

Pre lepšie znázornenie a zároveň hlbšie pochopenie danej analýzy bol ako vzor v tomto kroku laboratórnej úlohy použitý konkrétny 3D porovnávací odliatok odtlačku pneumatiky. Na tomto vzorovom modeli môže byť celý proces identifikácie markantov názorne pozorovaný a študentmi pri plnení tejto časti úlohy lepšie a ľahšie pochopený.

Vyznačenie identifikovaných znakov bude obdobné ako na obrázku 64. Na zvýraznenie zhodných oblastí medzi odtlačkom a porovnávacím odtlačkom študenti využijú nástroje dostupné cez záložku *Měření*, ktorý sa nachádza v hornej nástrojovej lište.

Predpokladá sa, že bude nutné využiť najmä nástroje:

- *Kružnice* – nástroj na vizuálne označenie bodu alebo oblasti, kde sa nachádza individuálny znak (markant). Pomáha zdôrazniť konkrétnu opakujúcu sa odchýlku v dezéne.
- *Jednoduchá čára* – nástroj na grafické prepojenie rovnakých znakov medzi dvoma porovnávanými odtlačkami. Umožňuje jasne ukázať vizuálnu zhodu medzi reálnou stopou a odliatkom.



Obrázok 64 Identifikácia a vyznačenie markantov

(zdroj: vlastné)

Na analyzovanom odtlačku pneumatiky a porovnávacom odliatku je možné pozorovať niekoľko charakteristických znakov a poškodení. Pri podrobnom porovnaní oboch podkladov možno vidieť, že v označených miestach sa nachádzajú dva viditeľné markanty, ktoré sú prítomné na odtlačku stopy v teréne aj na odliatku. Tieto znaky môžu byť spôsobené samotným dizajnom dezénu, jeho opotrebovaním alebo drobným poškodením behúňa pneumatiky.

Okrem týchto markantov sú na dezéne badateľné aj mierne známky opotrebovania, ktoré naznačujú dlhodobejšie používanie danej pneumatiky.

Napriek týmto drobným poškodeniam sú hlavné prvky dezénu konzistentné s porovnávacím odtlačkom, čo naznačuje vysokú mieru zhody medzi analyzovaným odliatkom a nájdenou stopou. Vzhľadom na identifikované markanty a celkovú zhodu vzoru dezénu je možné konštatovať, že odtlačok v teréne bol s vysokou pravdepodobnosťou vytvorený práve touto pneumatikou.

Krok 6: Určenie typu pneumatiky a jej charakteristických vlastností

V šiestom kroku bude úlohou študenta popísať charakteristické vlastnosti pneumatiky, ktorú priradil ku analyzovanému odtlačku. Na základe predchádzajúcich zistení bude potrebné určiť, o aký typ pneumatiky podľa sezónneho použitia ide (letná, zimná alebo celoročná pneumatika) a aký je typ dezénu (symetrický, asymetrický alebo smerový) vrátane uvedenia jeho charakteristických vlastností.

V prípade analyzovaného materiálu (obr. 59) ide o celoročnú pneumatiku so symetrickým dezénom. Celoročné pneumatiky sú navrhnuté tak, aby poskytovali vyvážený výkon počas celého roka, a preto kombinujú vlastnosti letných aj zimných pneumatík. Symetrický dezén umožňuje otáčanie pneumatiky v akomkoľvek smere bez ovplyvnenia jazdných vlastností, čo zjednodušuje údržbu, umožňuje rovnomerné opotrebovanie a stabilnú jazdu na rôznych povrchoch a predlžuje životnosť pneumatiky.

Krok 7: Priradenie pneumatiky ku konkrétnemu dopravnému prostriedku

V siedmom a záverečnom kroku bude mať študent za úlohu priradiť analyzovanú pneumatiku ku konkrétnemu dopravnému prostriedku. Na základe zhody odtlačku pneumatiky s porovnávacím otlačkom, výsledkov meraní a identifikovaných vizuálnych znakov (markantov) študent určí, ktoré vozidlo pravdepodobne daný odtlačok zanechalo.

Na tento účel študent využije katalóg dopravných prostriedkov, v ktorom sa nachádzajú prehľadne usporiadané fotografie vozidiel zo všetkých strán, ako aj ich základné technické

údaje. Cieľom je prakticky prepojiť výsledky forenznej analýzy s reálnym určením konkrétneho automobilu.

V prípade analyzovanej stopy (viď obrázok 59) bola na základe uvedených znakov a meraní určená zhoda s vozidlom Suzuki SJ Samurai. Zhodu potvrdzuje nielen súhlas vzoru dezénu a individuálnych znakov v porovnávacom otlačku, ale aj dostupná fotodokumentácia samotného vozidla v prílohe P IV., číslo katalógu: V2, ktorá vizuálne potvrdzuje výskyt zodpovedajúcej pneumatiky. Pre rýchlejšiu kontrolu vyučujúcim bol vytvorený samostatný katalóg zhôd.

ZÁVER

Bakalárska práca bola zameraná na identifikáciu a následnú analýzu trasologických stôp pneumatík dopravných prostriedkov s využitým softwarového prostredia Lucia Forensic. Cieľom bolo nielen pochopiť a popísať spôsob práce s trasologickými stopami, ale aj pripraviť laboratórnu úlohu, ktorú bude možné využiť pri výučbe predmetu Forenzné vedy na Univerzite Tomáše Bati v Zlíne.

Práca bola rozdelená na časti teoretickú a praktickú. Teoretická časť obsahuje spracovanie základných pojmov z oblasti predmetu a objektov trasológie a kriminalistických metód, a to vyhľadávania, zaisťovania, spracovania a zadokumentovania stôp. V teoretické časti sú spracované taktiež charakteristiky pneumatík a ich individuálnych znakov, tzv. markantov, využiteľných pri identifikácii, a súčasne je predstavený software LUCIA Forensic a diskusia jeho využitia pre splnenie cieľov tejto práce.

Praktická časť sa sústredila na vytvorenie trasologických stôp na miestach činu, ktoré boli simulované pre tento účel, a to v rôznych podmienkach a časoch. Boli analyzované 2D aj 3D stopy vytvorené pomocou dvanástich motorových vozidiel (SUV, osobných automobilov a motocyklov). Pri dokumentovaní a analýze stôp pneumatík boli využité viaceré techniky, ako sú fotografovanie, snímanie pomocou želatínovej fólie, či odlievanie pri zaisťovaní 3D stôp. Následne boli vytvorené porovnávacie odtlačky, pričom ich úprava a porovnávanie so zadokumentovanými stopami boli realizované prostredníctvom softwaru LUCIA Forensic, ktorý umožnil presné merania, zvýraznenie markantov a vyhodnotenie zhôd.

Jedným z výstupov práce bolo aj vytvorenie katalógu digitálnych stôp a pneumatík, ktorý má byť využitá pri výučbe študentov a môže nájsť uplatnenie aj pri cvičeniach, výcviku alebo vzdelávaní kriminalistických technikov. Na základe získaných záverov bakalárskej práce bola následné vypracovaná laboratórna úloha pre študentov predmetu Forenzné vedy, ktorá im umožní sa oboznámiť so softwarom LUCIA Forensic a súčasne dané softwarové prostredie využiť v praxi pri identifikácii a analýze trasologických stôp.

Výsledky práce poukazujú na význam trasologickej analýzy pneumatík v rámci kriminalistického vyšetrovania a ukazujú možnosti efektívneho využitia špecializovaného softwaru v tejto oblasti. Zároveň prispievajú k rozšíreniu praktických nástrojov pre vzdelávanie sa v oblasti forenzných vied.

Výsledky bakalárskej práce potvrdili, že analýza trasologických stôp pneumatík zohráva dôležitú úlohu pri objasňovaní trestných činov naviazaných na dopravné prostriedky. Okrem iného poukázala na skutočnosť, že využitie softwaru LUCIA Forensic pre tento účel výrazne zefektívňuje proces porovnávania stôp a zvyšuje presnosť ich identifikácie. Taktiež rozširuje aj možnosti praktického vzdelávania študentov formou výučby.

Prínosom tejto bakalárskej práce je v prvom rade rozšírenie metód vhodných pre praktické vyučovanie s prepojením teórie a praxe. Ďalej sú prínosmi tejto bakalárskej práce vytvorenie podkladov pre budúce výskumy v oblasti digitálnej analýzy stôp vozidiel a podkladov pre budúce laboratórne cvičenia.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

[1] PORADA, Viktor. *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*. 2. aktualizované a rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2019. ISBN 978-80-7380-741-2.

[2] ŠIMOVČEK, Ivan; FEDOROVIČOVÁ, Iveta; JALČ, Adrián; KYPTA, Pavel a MORÁVEK, Karol. *Kriminalistika*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 978-80-7380-343-8.

[3] STRAUS, Jiří a NĚMEC, Miroslav. *Teorie a metodologie kriminalistiky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2009. ISBN 978-80-7380-214-1.

[4] HLAVÁČEK, Jan a PROTIVINSKÝ, Miroslav. *Praktická kriminalistika*. Praha: Kriminalistický ústav Praha Policie ČR, 2006.

[5] KONRÁD, Zdeněk a STRAUS, Jiří. *Kriminalistika: teorie, metodologie a metody kriminalistické techniky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2014. ISBN 978-80-7380-535-7.

[6] PORADA, Viktor. *Kriminalistika: (teorie, metody, metodologie)*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2014. ISBN 978-80-7380-490-9.

[7] CHMELÍK, Jan. *Ohledáni místa činu*. 2., přeprac. vyd. Praha: PČR Úřad vyšetřování pro Českou republiku, Ministerstvo vnitra, odbor personální práce a vzdělávání, 1999.

[8] *A Simplified Guide To Crime Scene Photography*. Online. A Simplified Guide To Forensic Science. 2013. Dostupné z: https://www.forensicsciencesimplified.org/photo/Photography.pdf. [cit. 2025-03-01].

[9] KLIMENT, René; POBEŠKA, Peter; SEMAN, Milan; ŠINSKÝ, Martin; SVITKOVÁ, Marta et al. *Kriminalistická fotografia - Fotografovanie na mieste činu*. I. Kriminalistický a expertízny ústav Policajného zboru, 2024. ISBN 978-80-99901-07-01.

[10] STRAUS, Jiří. *Kriminalistická technika*. 2., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008. ISBN 978-80-7380-052-9.

[11] SVÍTKOVÁ, Marta; VITEKOVÁ, Jana; SPIŠÁKOVÁ, Viera; SNOPKOVÁ, Mária; DRAPKA, Radoslav et al. *Trasológia - Stopy na mieste činu*. Bratislava: Kriminalistický a expertízny ústav Policajného zboru, 2020. ISBN 978-80-99901-03-3.

[12] STRAUS, Jiří; PORADA, Viktor; KLOUBEK, Martin; SUCHÁNEK, Jaroslav a FÜRBACH, Martin. *Kriminalistická technika*. 3., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2013. ISBN 978-80-7380-409-1.

[13] STRAUS, Jiří. *Kriminalistické stopy s biomechanickým obsahem*. Praha: Policejní akademie České republiky, 2001.

[14] SVOBODA, Ivo. *Kriminalistika*. Ostrava: Key Publishing, 2016. ISBN 978-80-7418-259-4.

[15] UNIVERSITY OF FLORIDA. *Trace Evidence: The Role in Forensic Science*. Online. Forensic Science UF. 2022. Dostupné z: https://forensicscience.ufl.edu/2022/10/14/trace-evidence-the-role-in-forensic-science/. [cit. 2025-03-01].

[16] PORADA, Viktor a STRAUS, Jiří. *Kriminalistické stopy: teorie, metodologie, praxe*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-80-7380-396-4.

[17] CHMELÍK, Jan. *Rukověť kriminalistiky*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2005. ISBN 80-868-9836-9.

[18] PORADA, Viktor. *Kriminalistika: (úvod, technika, taktika)*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007. ISBN 978-80-7380-038-3.

[19] MUKHRA, Richa; KRISHAN, Kewal; NIRENBERG, Michael S.; ANSERT, Elizabeth a KANCHAN, Tanuj. The contact area of static and dynamic footprints: Forensic implications. Online. *Science & Justice*. 2021, roč.. 61, č.. 2, s. 187-192. ISSN 1355-0306. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.scijus.2020.10.003. [cit. 2025-03-01].

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

[21] WIESNER, Sarena; TSACH, Tsadok; BELSER, Charles a SHOR, Yaron. A Comparative Research of Two Lifting Methods: Electrostatic Lifter and Gelatin Lifter. Online. *Journal of Forensic Sciences*. 2011, roč. 56, s. S58-S62. ISSN 0022-1198. Dostupné z: https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01617.x. [cit. 2025-03-01].

[22] KRIMI-LT SEZAM S.R.O. *Přístroj na elektrostatické snímání prašných stop ESP900*. Online. Dostupné z: https://www.krimi-ltsezam.cz/cs/pristroj-na-elektrostaticke-snimani-prasnych-stop-esp900/. [cit. 2025-03-01].

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

[24] BUCK, Ursula; ALBERTINI, Nicola; NAETHER, Silvio a THALI Michael J. 3D documentation of footwear impressions and tyre tracks in snow with high resolution optical surface scanning. Online. *Forensic Science International*. 2007, roč. 171, č. 2-3, s. 157-164. ISSN 03790738. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.11.001.

[25] WOO, T. Hugh a WU, Chun Liang. Determining the initial impact of rear-end collisions by trace evidence left on the vehicle from tires: A case report. Online. *Forensic Science International*. 2018, roč. 291, s. 17-22. ISSN 03790738. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.03.028

[26] AUTOBIZNIS. *Pneumatiky*. Online. AutoBiznis. 2017. Dostupné z: https://www.autobiznis.sk/n/pneumatiky. [cit. 2025-03-01].

[27] PNEUBOSS.SK. *Z akých častí sa skladá pneumatika*. Online. Dostupné z: https://www.pneuboss.sk/poradna/odborne-clanky/z-akych-casti-sa-sklada-pneumatika. [cit. 2025-03-01].

[28] MOJEPNEU. *Čo je to dezén a aká je jeho minimálna hĺbka?* Online. Mojepneu.eu. Dostupné z: https://www.mojepneu.eu/zpravy/267-co-je-to-dezen-a-aka-je-jeho-minimalna-hlbka. [cit. 2025-03-01].

[29] ČESKO. Zákon č. 361/2000 Sb.: Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu). In: *Sbírka zákonů*. 2000, částka 102. [cit. 2025-03-01].

[30] AZ-PNEU. *Aká je minimálna hĺbka dezénu a čo vám hrozí s ojazdenou vzorkou?* Online. AZ-Pneu.sk. c2003-2025. Dostupné z: https://www.az-pneu.sk/clanky/aka-je-minimalna-hlbka-dezenu-a-co-vam-hrozi-s-ojazdenou-vzorkou. [cit. 2025-03-01].

[31] SAJDL, Jan. *Dezén pneumatiky*. Online. AutoLexicon.net. c2025. Dostupné z: https://www.autolexicon.net/cs/articles/dezen-pneumatiky/. [cit. 2025-03-01].

[32] CONTINENTAL TIRES. *Dezén pneumatiky*. Online. Continental Tires. Dostupné z: https://www.continental-tires.com/sk/sk/tire-knowledge/tire-tread/. [cit. 2025-03-01].

[33] STRAUS, Jiří a PORADA, Viktor. *Trasologie*. Praha: Vysoká škola finanční a správní, a.s., 2019. ISBN 978-80-7408-197-2.

[34] BOZDIAK, William J. *Tire Tread and Tire Track Evidence: Recovery and Forencis Examinantion*. CRC Press, 2008. ISBN 9781032179988.

[35] *LUCIA Forensic.* Online. Laboratory Imaging s.r.o. Dostupné z: https://www.forensic.cz/en/products/lucia_forensic. [cit. 2025-03-01].

[36] *Systémy pro kriminalistická zkoumání*. Online. Laboratory Imaging s.r.o. Dostupné z: https://www.forensic.cz/cs. [cit. 2025-03-01].

[37] LABORATORY IMAGING S.R.O. LUCIA Forensic: Uživatelská příručka. 7.40. Praha, 2016.

[38] *Rotácia smeru pneumatiky: ako správne namontovať pneumatiku?*. Online. Mikona. 2024. Dostupné z: https://www.mikona.sk/novinky/rotacia-smeru-pneumatiky-ako-spravne-namontovat-pneumatiku/. [cit. 2025-03-01].

[39] SAJDL, Jan. *Rozvor náprav*. Online. AutoLexicon.net. Dostupné z: https://www.autolexicon.net/cs/articles/rozvor-naprav/. [cit. 2025-03-01].

[40] MUSIL, Jan; KONRÁD, Zdeněk a SUCHÁNEK, Jaroslav. *Kriminalistika*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2004. ISBN 80-7179-878-9.

[41] *Popraskane pneumatiky – Prečo pneumatiky praskajú a ako tomu predísť?*. Online. RimsKingdom. 2022. Dostupné z: https://www.rimskingdom.sk/popraskane-pneumatiky-preco-pneumatiky-praskaju-a-ako-tomu-predist/. [cit. 2025-03-01].

[42] *Poruchy pneumatík - Praskliny a starnutie pneumatík*. Online. NANOTyre. 2024. Dostupné z: https://www.nano-tyre.sk/blog/clanky/3199-poruchy-pneumatik-praskliny-a-starnutie-pneumatik.html. [cit. 2025-03-01].

[43] *Hřebík bodnout do pneumatiky stock fotografie*. Online. iStock. 2019. Dostupné z: https://www.istockphoto.com/photo/nail-stab-into-the-tire-gm1164815504-320282183. [cit. 2025-03-01].

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

dk	Dĺžka kroku
dDK	Dvojkroková vzdialenosť
LUCIA	Laboratory Universal Computer Image Analysis (Laboratórna univerzálna počítačová analýza obrazu)

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Orientačná fotografia 17
Obrázok 2 Celková situačná fotografia 18
Obrázok 3 Polodetailná fotografia 19
Obrázok 4 Detailná fotografia 20
Obrázok 5 Celková prehľadná fotografia 21
Obrázok 6 Stopy ľudskej lokomócie 24
Obrázok 7 Elektrostatický snímač prašných stôp ESP900 so súpravou príslušenstva 29
Obrázok 8 Časti pneumatiky 32
Obrázok 9 Základné typy dezénu: symetrický (vľavo), asymetrický (stred) a smerový (vpravo). 34
Obrázok 10 Dezén pneumatiky na samotnej pneumatike (vľavo) a na jej odtlačku (vpravo) 35
Obrázok 11 Rozchod a rázvor automobilu 36
Obrázok 12 Schéma stôp rozchodu a rázvoru 36
Obrázok 13 Ukážky markantov pneumatík – škrabanec (vľavo), trhlinka (vpravo), klinec (dole) 37
Obrázok 14 Logo vývojárskej spoločnosti Laboratory Imaging s.r.o. 39
Obrázok 15 Hardwarový HASP kľúč 39
Obrázok 16 Horná lišta programu LUCIA Forensic 40
Obrázok 17 Ďalšie nástroje v programe LUCIA Forensic 40
Obrázok 18 Vhodný terén upravený pre vytvorenie stopy 46
Obrázok 19 Koleso vozidla, na ktorom je zelenými páskami označené, ktorá časť pneumatiky slúžila pre vytvorenie stopy 47
Obrázok 20 Zadokumentovaná vytvorená stopa v teréne s priloženým meradlom 48
Obrázok 21 Fotodokumentácia automobilu z jeho čelnej strany 48
Obrázok 22 Polodetailná fotografia automobilu s priloženým meradlom pri kolese 49
Obrázok 23 Detailná fotografia dezénu pneumatiky automobilu 50
Obrázok 24 Pomôcky potrebné na zaistenie porovnávacieho odtlačku 51
Obrázok 25 Postup čistenia dezénu pneumatiky – odstránenie nečistôt (vľavo) a vysušenie (vpravo) 52
Obrázok 26 Príprava na nanášanie daktyloskopickej černe na dezén pneumatiky (vľavo) a samotné nanášanie černe na dezén (vpravo) 52
Obrázok 27 Vytváranie porovnávacieho odtlačku 53
Obrázok 28 Zaznamenanie smeru otáčania kolesa pri vytváraní porovnávacieho odtlačku . 53
Obrázok 29 Vybrané pomôcky – odlievacia hmota (modelárska sadra - vľavo), forma (vpravo) 55

Obrázok 30 Vytvorená stopa v mierne vlhkom teréne s ílovitým povrchom, ktorá bola použitá na odlievanie stopy 56

Obrázok 31 Vloženie formy na časť stopy (vľavo) a forma zaliata odlievacou hmotou (vpravo) 57

Obrázok 32 Zadokumentovanie 3D odliatku stopy – pohľad zo zadnej (vľavo) a prednej strany (vpravo) 58

Obrázok 33 Proces vytvárania 3D odtlačku dezénu pneumatiky (vľavo) a výsledný porovnávací 3D odtlačok z plastelíny (vpravo) 59

Obrázok 34 Pomôcky potrebné na zaisťovanie porovnávacích odtlačkov 60

Obrázok 35 Jemné očistenie povrchu dezénu pneumatiky 61

Obrázok 36 Postup aplikácie želatínovej fólie na pneumatiky 61

Obrázok 37 Proces vytláčania vzduchu pri fixácii odobratej vzorky 62

Obrázok 38 Skenovanie odobratej vzorky pomocou TrasoScanu 63

Obrázok 39 Výsledok skenovania odobratej vzorky pomocou TrasoScanu 63

Obrázok 40 Používateľské rozhranie systému 64

Obrázok 41 Spôsoby nahratia fotografií do systému LUCIA Forensic: a) výber cez obrazové okno, b) výber cez horné menu, c) presunutie súboru z priečinka. 65

Obrázok 42 Ikona na rotáciu (vľavo) a rotácia nahratých fotografií (vpravo) v prostredí LUCIA Forensic 66

Obrázok 43 Možnosti na dolnej lište 66

Obrázok 44 Dialógové okno s možnosťami pre kalibráciu obrazu 67

Obrázok 45 Body prekalibrovania fotografie 68

Obrázok 46 Prekalibrovanie fotografie 68

Obrázok 47 Rozkliknutie roletovej ponuky a potvrdenie novo nastavenej mierky 69

Obrázok 48 Identifikácia porovnávacieho otlačku a stopy – vertikálne porovnanie 70

Obrázok 49 Identifikácia porovnávacieho otlačku a stopy – horizontálne porovnanie 70

Obrázok 50 Panel nástrojov softvéru LUCIA Forensic s vyznačenými ikonami pre vertikálne a horizontálne rozdelenie obrazovky 70

Obrázok 51 Nastavenie priehľadnosti 71

Obrázok 52 Priehľadná komparácia stopy s porovnávacím odtlačkom pri nastavení priehľadnosti na 80 % 72

Obrázok 53 Komparácia pomocou nástroja rozdiel 72

Obrázok 54 Nastavenie tolerancie 73

Obrázok 55 Komparácia vytvorená pomocou nízkej tolerancie (úroveň tolerancie 10) 74

Obrázok 56 Komparácia vytvorená pomocou najvyššej tolerancie (úroveň tolerancie 255) 75

Obrázok 57 Panel meracích nástrojov rozdelený podľa typu merania v systéme LUCIA Forensic 75

Obrázok 58 Ukážka výsledného merania v softvéri LUCIA Forensic 76

Obrázok 59 Odtlačok stopy pneumatiky pre model vzorového vypracovania 78
Obrázok 60 Úplne prekrytie odtlačku stopy pneumatiky s porovnávacím odtlačkom 79
Obrázok 61 Čiastočné prekrytie odtlačku stopy pneumatiky s porovnávacím odtlačkom 80
Obrázok 62 Kompletné meranie odtlačku stopy pneumatiky podľa zadania 81
Obrázok 63 Príklad nameraných údajov na odtlačku stopy pneumatiky 81
Obrázok 64 Identifikácia a vyznačenie markantov 82

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha P I: Katalóg pneumatík

Príloha P II: Katalóg digitálnych stôp

Príloha P III: Katalóg zhôd

Príloha P IV: Katalóg dopravných prostriedkov

Príloha P V: Pracovný list k laboratórnej úlohe

Elektronická príloha P VI: Zložka obrázkov stôp

Elektronická príloha P VII: Zložka obrázkov porovnávacích odtlačkov

PRÍLOHA P I: KATALÓG PNEUMATÍK

Číslo katalógu: 01



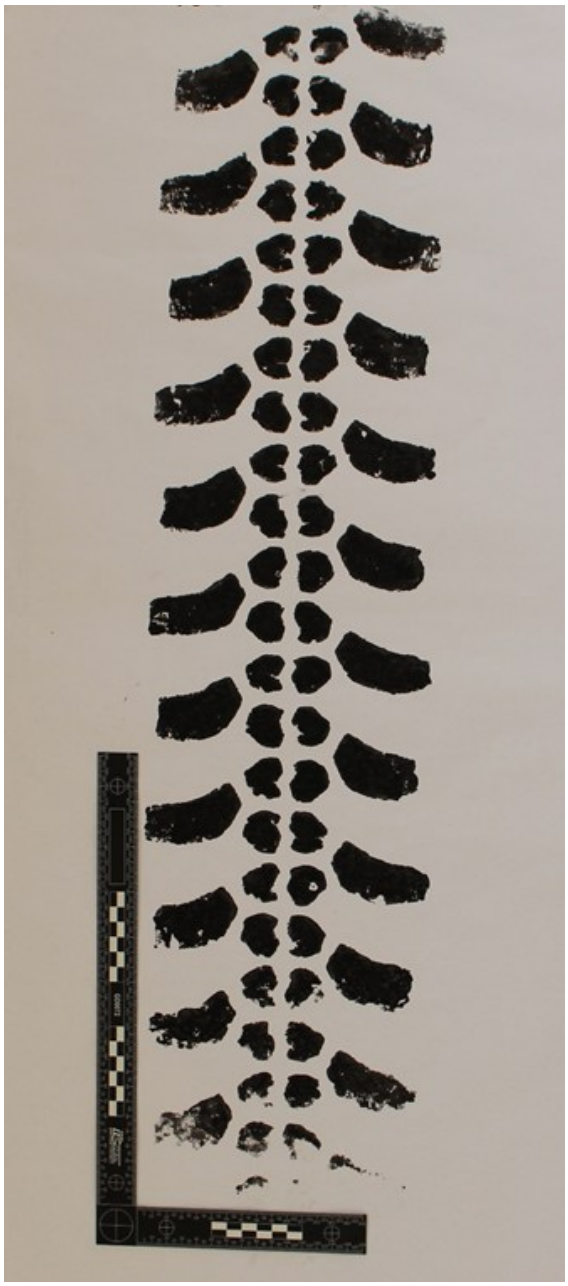


Pneumatika Matador - MP62 All Weather Evo

(zdroj: https://www.pneuboss.cz/pneu-165-70-r-14-81t-mp62_allweather_evo-tl-m-s-3pmsf-m?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=PER_PMAX_MIX_Leto&utm_id=18581687482&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAqrG9BhAVEiwAaPu5ztbqX_wroxHgOBz1ZKvtbKaUUKLi_98iSsxjCtQd2nRiF5IBDIfEFhoClhkQAvD_BwE)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	20.08.2024
Výrobca pneumatiky	Matador
Model pneumatiky	MP62 All Weather Evo
Rozmery pneumatiky	165/70 R14 81T
Druh dezénu pneumatiky	Asymetrický
Hĺbka dezénu pneumatiku	7 mm
Obdobie použitia pneumatiky	Letné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dopredu
Pozícia kolesa	Ľavé predné

Číslo katalógu: 02



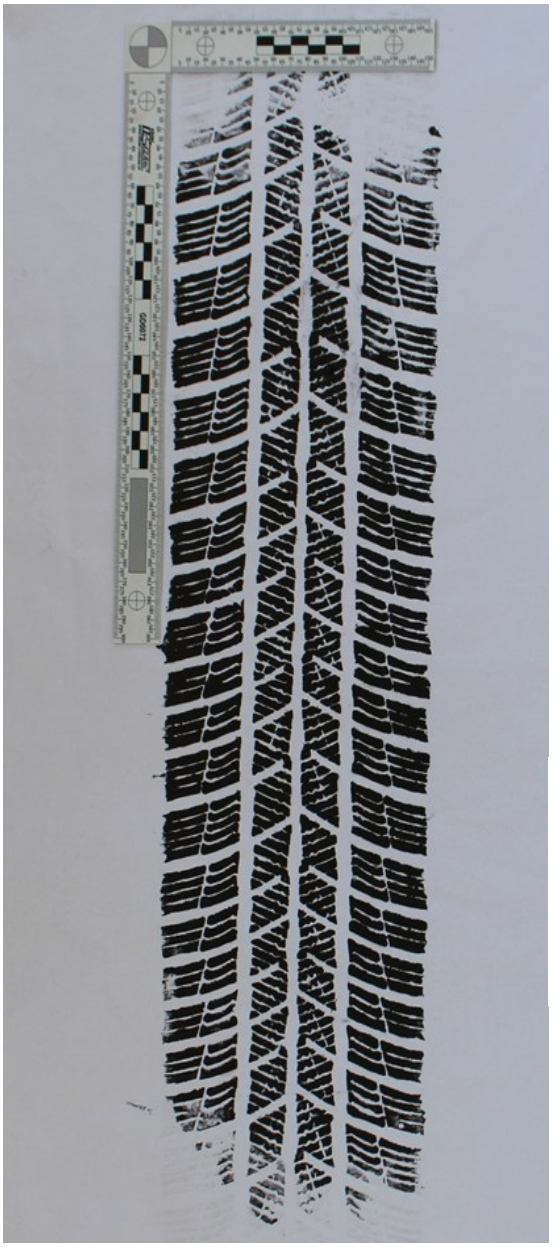


Pneumatika Vraník - T3

(zdroj: https://www.zbozi.cz/vyrobek/pneu-vranik-t3-205-80-r16-104-n-protektor/)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	20.08.2024
Výrobca	Vraník
Model pneumatiky	T3
Rozmery pneumatiky	205/80 R16 104N
Druh dezénu pneumatiky	Symetrický
Hĺbka dezénu	12 mm
Obdobie použitia	Letné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dopredu
Pozícia kolesa	Ľavé predné

Číslo katalógu: 03





Pneumatika Barum -Polaris 5

(zdroj: https://www.zbozi.cz/vyrobek/barum-polaris-5-195-65-r15-91-t/)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	17.08.2024
Výrobca	Barum
Model pneumatiky	Polaris 5
Rozmery pneumatiky	195/65 R15 91T
Druh dezénu pneumatiky	Smerový
Hĺbka dezénu	8 mm
Obdobie použitia	Letné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dopredu
Pozícia kolesa	Ľavé predné

Číslo katalógu:04



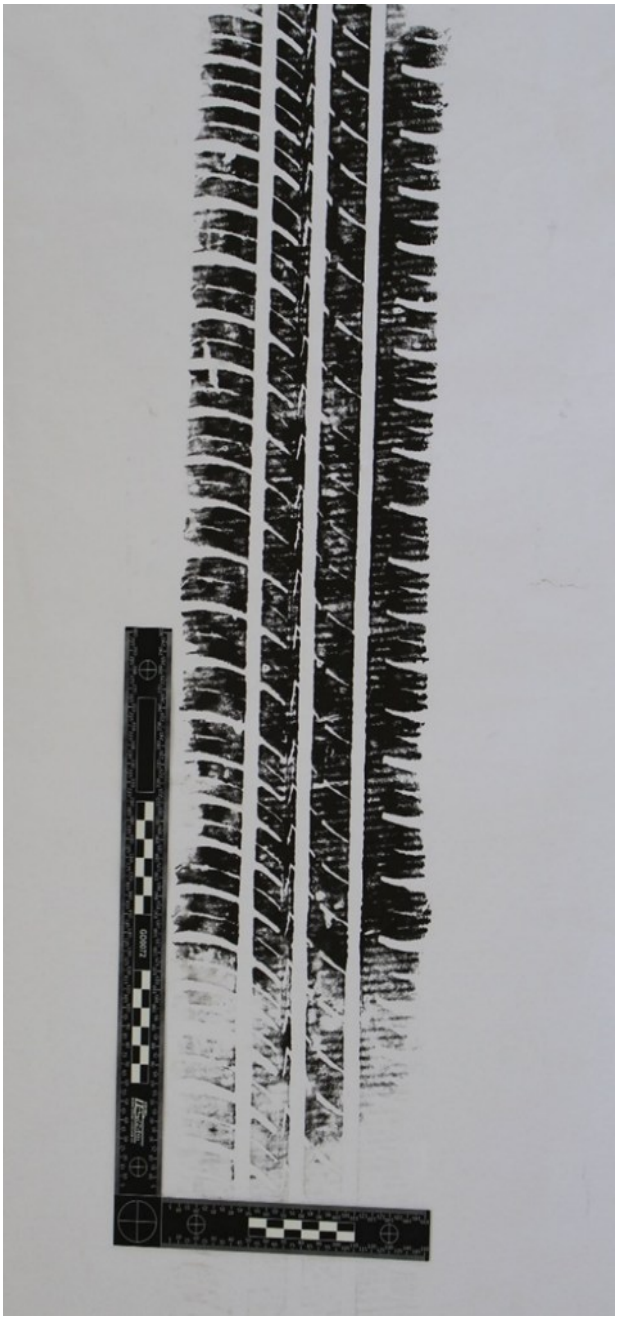


Pneumatika Climber - Climber M/T

(zdroj: https://allegro.cz/nabidka/265-70-r16-climber-114q-pneumatika-teremni-4x4-offroad-mt-mud-terrain-m-s-15537829929)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	16.08.2024
Výrobca	Climber
Model pneumatiky	Climber M/T
Rozmery pneumatiky	265/70 R16 114Q
Druh dezénu pneumatiky	Symetrický
Hĺbka dezénu	15 mm
Obdobie použitia	Letné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dopredu
Pozícia kolesa	Pravé predné

Číslo katalógu : 05



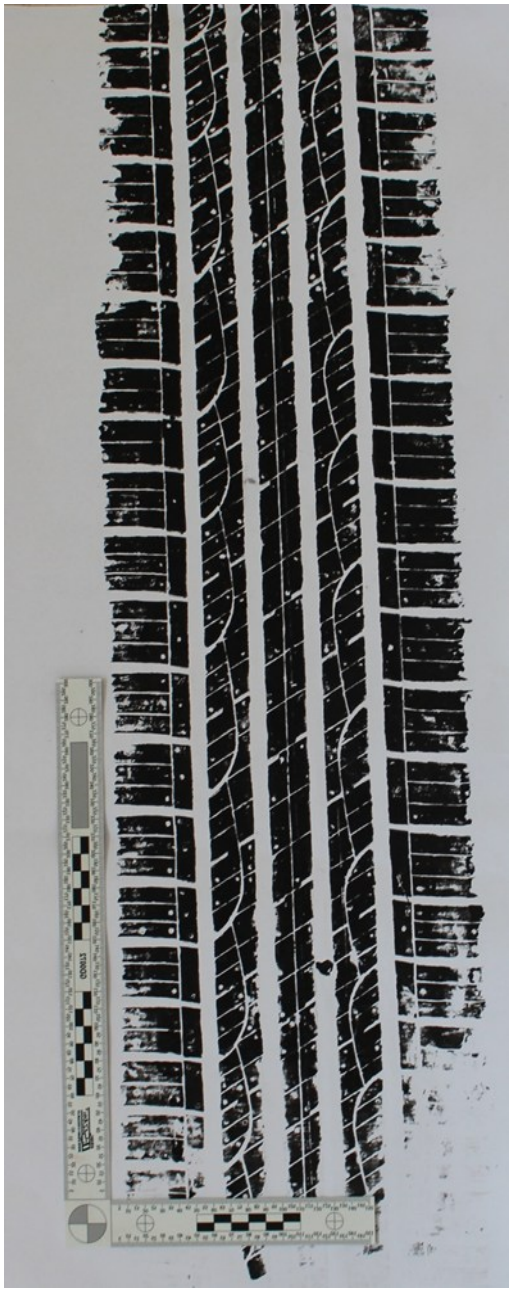


Pneumatika Matador MP16 Stella 2

(zdroj: https://www.zbozi.cz/vyrobek/matador-mp16-stella-2-175-60-r15-81-h/)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	17.08.2024
Výrobca	Matador
Model pneumatiky	MP16 Stella 2
Rozmery pneumatiky	175/60 R15 81H
Druh dezénu pneumatiky	Symetrický
Hĺbka dezénu	7 mm
Obdobie použitia	Letné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dozadu
Pozícia kolesa	Pravé predné

Číslo katalógu : 06



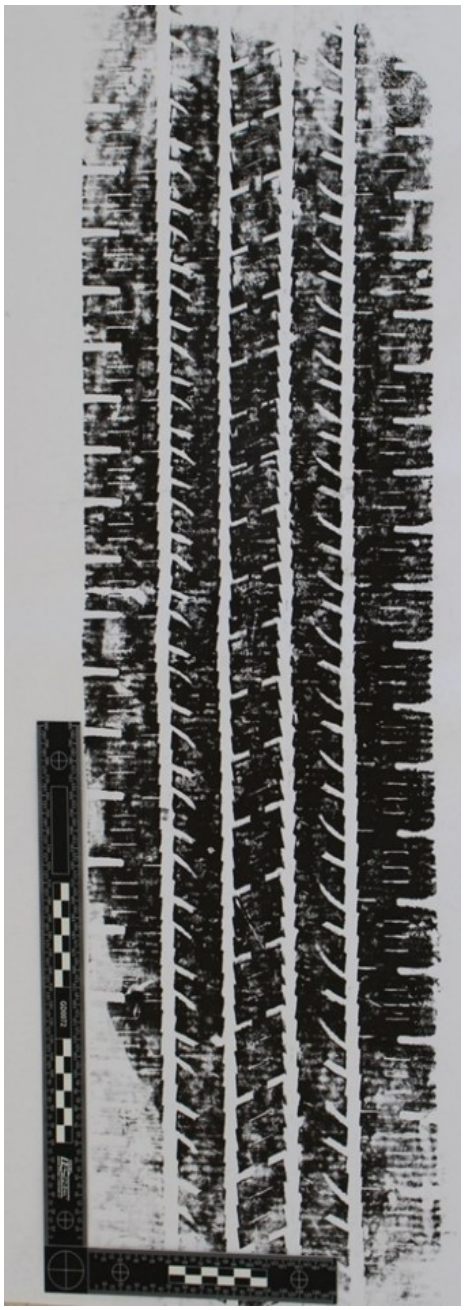


Pneumatika Nexen - N'Priz RH7

(zdroj: https://www.mojepneu.cz/nexen-npriz-rh7-255-50-r20-105h)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	25.08.2024
Výrobca	Nexen
Model pneumatiky	N'Priz RH7
Rozmery pneumatiky	255/50 R20 105H
Druh dezénu pneumatiky	Symetrický
Hĺbka dezénu	cca 8 mm
Obdobie použitia	Letné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dopredu
Pozícia kolesa	Pravé predné

Číslo katalógu: 07



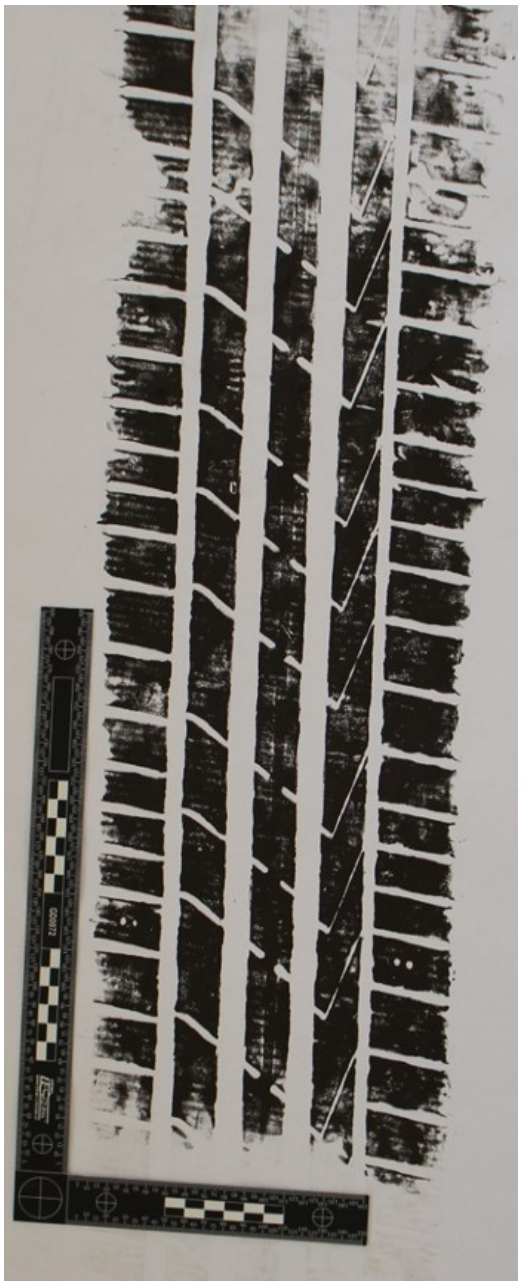


Pneumatika Yokohama - Geolandar H/T G056

(zdroj: https://www.rubbex.com/en-be/26560-r18-110h-yokohama-geolandar-ht-g056-4968814874452)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	22.08.2024
Výrobca	Yokohama
Model pneumatiky	Geolandar H/T G056
Rozmery pneumatiky	265/60 R18 110H
Druh dezénu pneumatiky	Asymetrický
Hĺbka dezénu	cca 11 mm
Obdobie použitia	Letné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dozadu
Pozícia kolesa	Pravé zadné

Číslo katalógu: 08



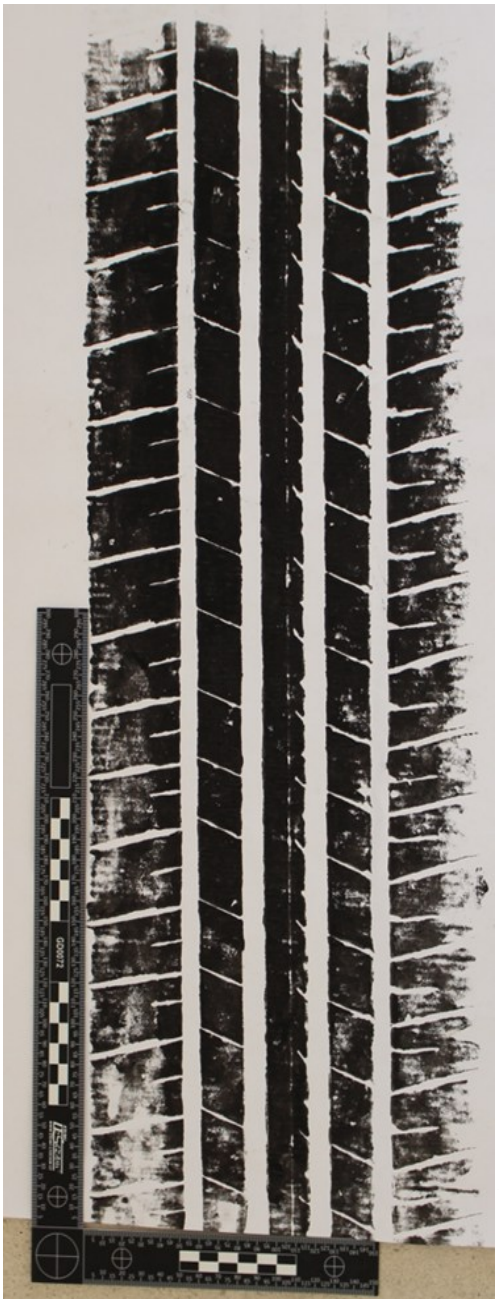


Pneumatika Hankook - Ventus S1 Evo2 K117A

(zdroj: https://pneumatiky.heureka.cz/hankook-ventus-s1-evo2-k117a-235-50-r19-99w/#prehled/)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	19.08.2024
Výrobca	Hankook
Model pneumatiky	Ventus S1 Evo2 K117A
Rozmery pneumatiky	235/50 R19 99V
Druh dezénu pneumatiky	Asymetrický
Hĺbka dezénu	cca 7,8 mm
Obdobie použitia	Letné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dopredu
Pozícia kolesa	Ľavé predné

Číslo katalógu: 09



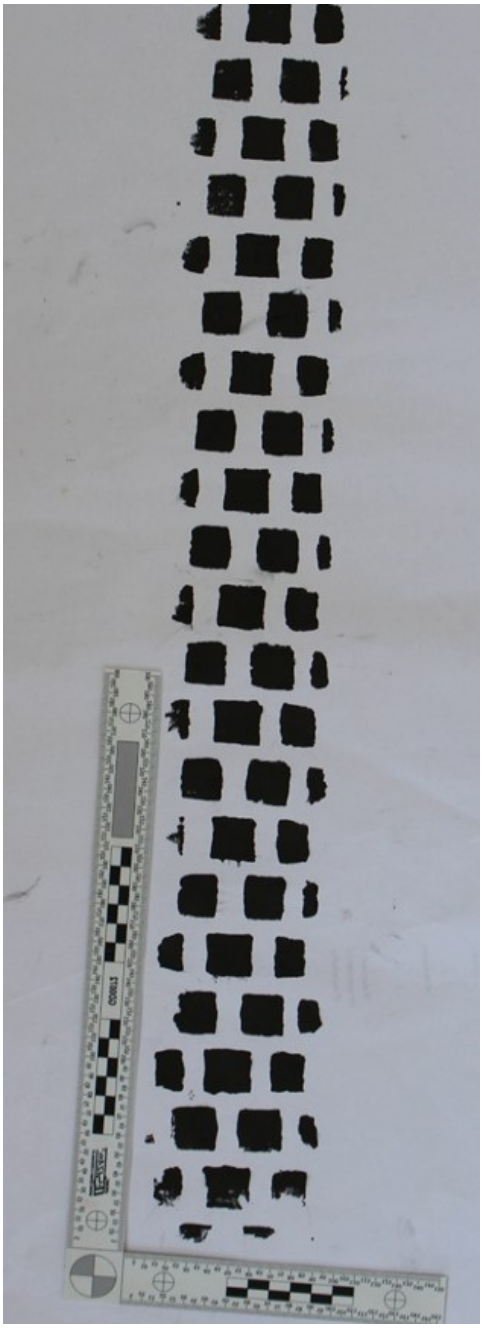


Pneumatika Bridgestone - Alenza 001

(zdroj: https://pneumatiky.heureka.cz/bridgestone-alenza-001-235-50-r19-99v/#prehled/)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	19.08.2024
Výrobca	Bridgestone
Model pneumatiky	Alenza 001
Rozmery pneumatiky	235/50 R19 99V
Druh dezénu pneumatiky	Asymetrický
Hĺbka dezénu	cca 7,5–8 mm
Obdobie použitia	Letné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dopredu
Pozícia kolesa	Pravé predné

Číslo katalógu: 10



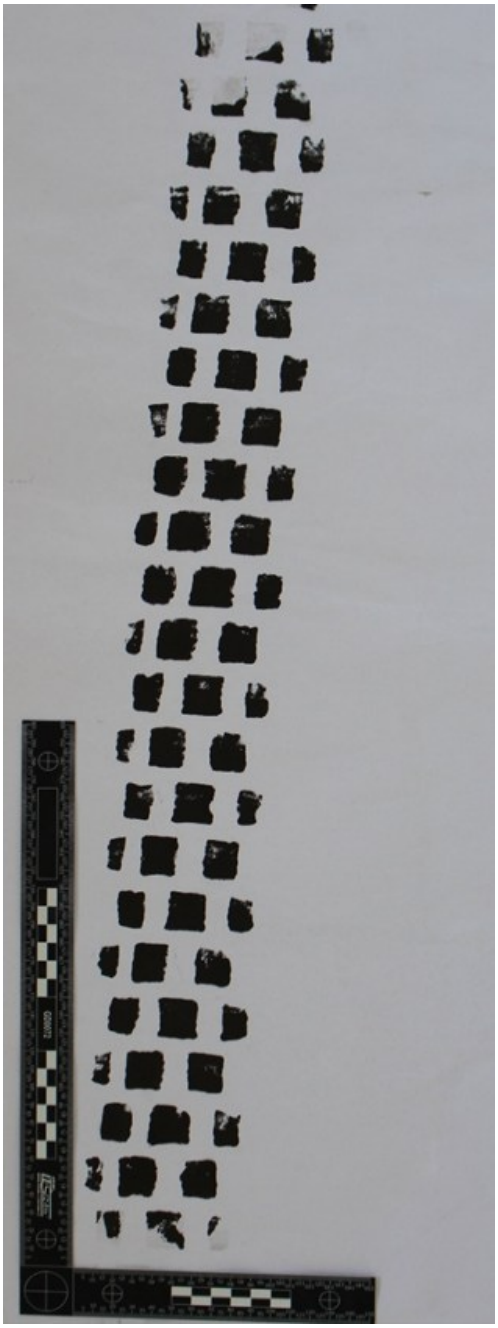


Pneumatika Mitas - C-01

(zdroj: https://pneu-pro-motocykly.heureka.cz/mitas-c01-3_5-0-r16-58p/#prehled/)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	10.08.2024
Výrobca	Mitas
Model pneumatiky	C-01
Rozmery pneumatiky	3.50-16
Druh dezénu pneumatiky	Smerový
Hĺbka dezénu	cca 8–10 mm
Obdobie použitia	Celoročné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dozadu
Pozícia kolesa	Zadné

Číslo katalógu: 11



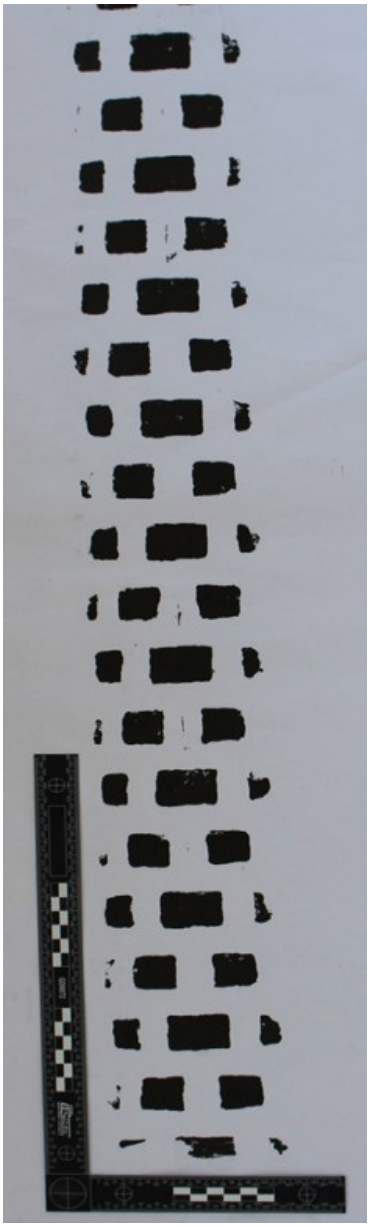


Pneumatika Mitas Enduro Trail XT

(zdroj: https://www.dam-sport.net/pneu-mitas-enduro-trail-xt-120-70-19-60t-f.html)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	10.08.2024
Výrobca	Mitas
Model pneumatiky	Enduro Trail XT
Rozmery pneumatiky	120/70-19
Druh dezénu pneumatiky	Smerový
Hĺbka dezénu	cca 8–10 mm
Obdobie použitia	Celoročné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dopredu
Pozícia kolesa	Predné

Číslo katalógu: 12





Pneumatika Pirelli – Garacross

(zdroj: https://www.amazon.com.br/Pneu-Pirelli-120-100-18-Garacross/dp/B006C4CQSC)

Dátum vyhotovenia porovnávacieho otlačku	11.08.2024
Výrobca	Pirelli
Model pneumatiky	Garacross
Rozmery pneumatiky	120/100-18
Druh dezénu pneumatiky	Smerový
Hĺbka dezénu	cca 13–15 mm
Obdobie použitia	Celoročné
Smer otáčania kolesa na porovnávacom odtlačku	Dopredu
Pozícia kolesa	Zadné

PRÍLOHA P II: KATALÓG DIGITÁLNYCH STÔP

Číslo katalógu: 0A



Dátum a čas nálezu	20.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	Nemeraná
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Asymetrický
Povrch miesta nálezu	Kartónový povrch

Číslo katalógu: 0B



Dátum a čas nálezu	19.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	4 mm
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Symetrický
Povrch miesta nálezu	Prašný terén

Číslo katalógu: 0C



Dátum a čas nálezu	17.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	3 mm
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Smerový
Povrch miesta nálezu	Prašný terén

Číslo katalógu: 0D



Dátum a čas nálezu	14.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	6 mm
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Symetrický
Povrch miesta nálezu	Prašný terén

Číslo katalógu: 0E



átum a čas nálezu	16.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	3 mm
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Symetrický
Povrch miesta nálezu	Prašný terén

Číslo katalógu: 0F



Dátum a čas nálezu	20.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	Nemeraná
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Symetrický
Povrch miesta nálezu	Kartónový povrch

Číslo katalógu: 0G



Dátum a čas nálezu	22.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	4 mm
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Asymetrický
Povrch miesta nálezu	Prašný terén

Číslo katalógu: 0H



Dátum a čas nálezu	19.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	3 mm
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Asymetrický
Povrch miesta nálezu	Prašný terén

Číslo katalógu: 0I



Dátum a čas nálezu	18.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	4 mm
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Asymetrický
Povrch miesta nálezu	Prašný terén

Číslo katalógu: 0J



Dátum a čas nálezu	09.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	5 mm
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Smerový
Povrch miesta nálezu	Prašný terén

Číslo katalógu: 0K



Dátum a čas nálezu	09.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	5 mm
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Smerový
Povrch miesta nálezu	Prašný terén

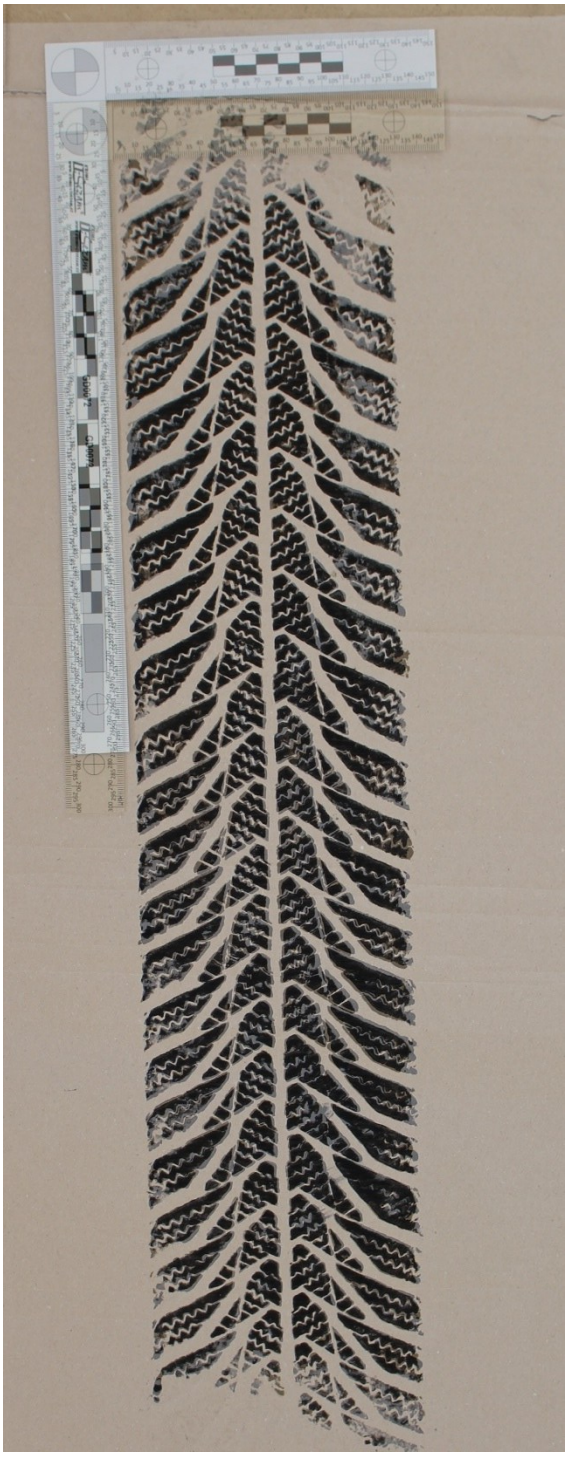
Číslo katalógu: 0L



Dátum a čas nálezu	10.08.2024
Lokalita nálezu – širšie vzťahy	Kat. úz. Vranov n/T.
Hĺbka stopy	10 mm
Typ dezénu pneumatiky na náleze	Smerový
Povrch miesta nálezu	Prašný terén

PRÍLOHA P III: KATALÓG ZHÔD

Číslo katalógu zhôd : 01A



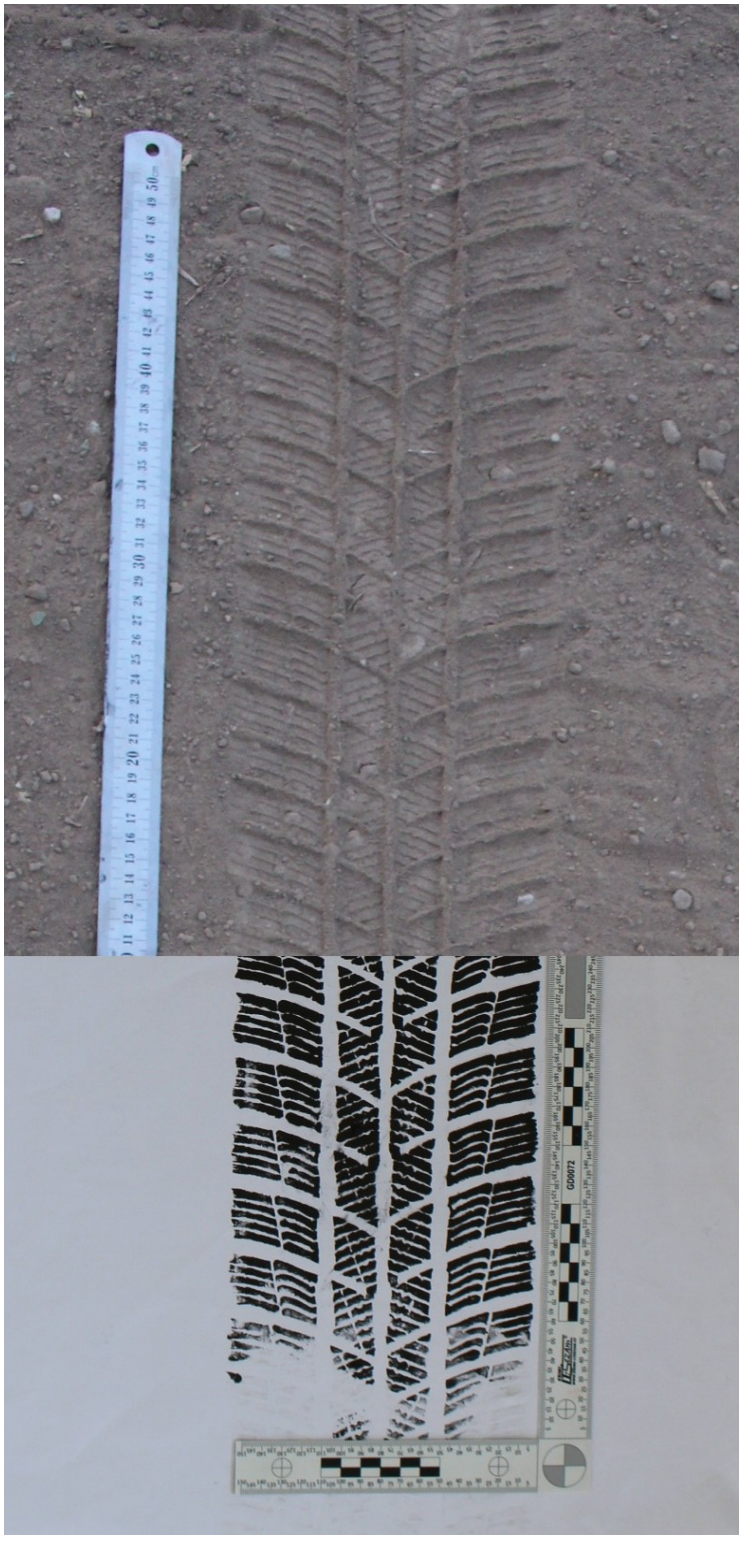
Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 01) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0A). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 01A, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V1) z katalógu dopravných prostriedkov.

Číslo katalógu zhôd: 02B



Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 02) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0B). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 02B, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V2) z katalógu dopravných prostriedkov.

Číslo katalógu zhôd: 03C



Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 03) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0C). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 03C, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V3) z katalógu dopravných prostriedkov.

Číslo katalógu zhôd: 04D



Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 04) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0D). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 04D, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V4) z katalógu dopravných prostriedkov.

Číslo katalógu zhôd: 05E



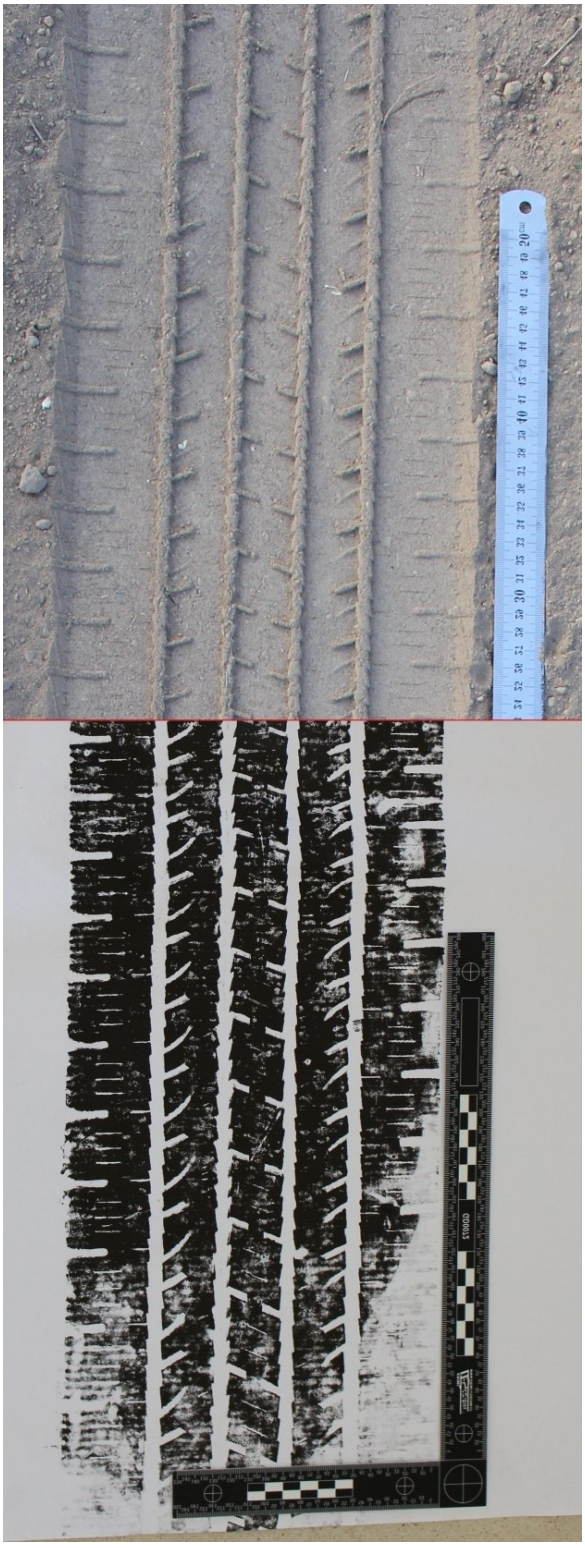
Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 05) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0E). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 05E, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V5) z katalógu dopravných prostriedkov.

Číslo katalógu zhôd: 06F



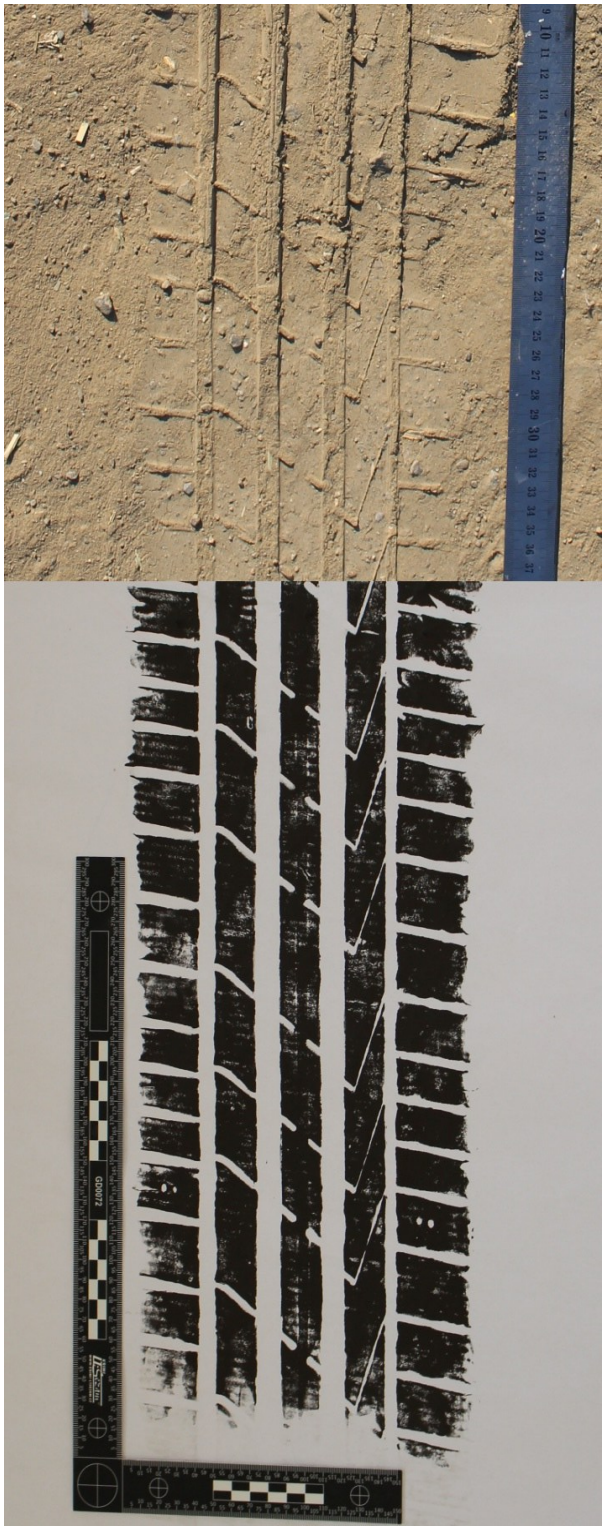
Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 06) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0F). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 06F, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V6) z katalógu dopravných prostriedkov.

Číslo katalógu zhôd: 07G



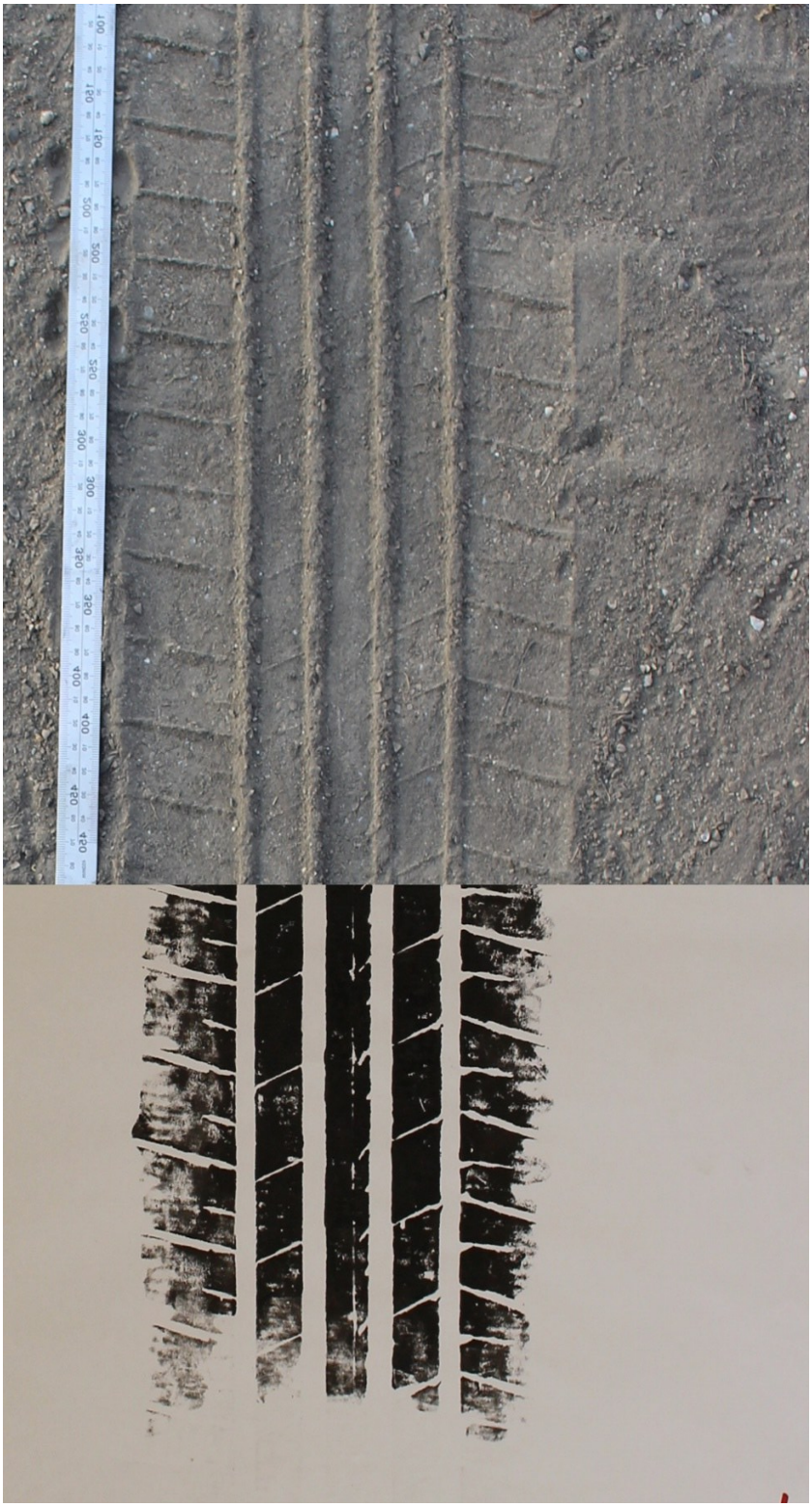
Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 07) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0G). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 07G, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V7) z katalógu dopravných prostriedkov.

Číslo katalógu zhôd: 08H



Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 08) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0H). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 08H, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V8) z katalógu dopravných prostriedkov.

Číslo katalógu zhôd: 09I



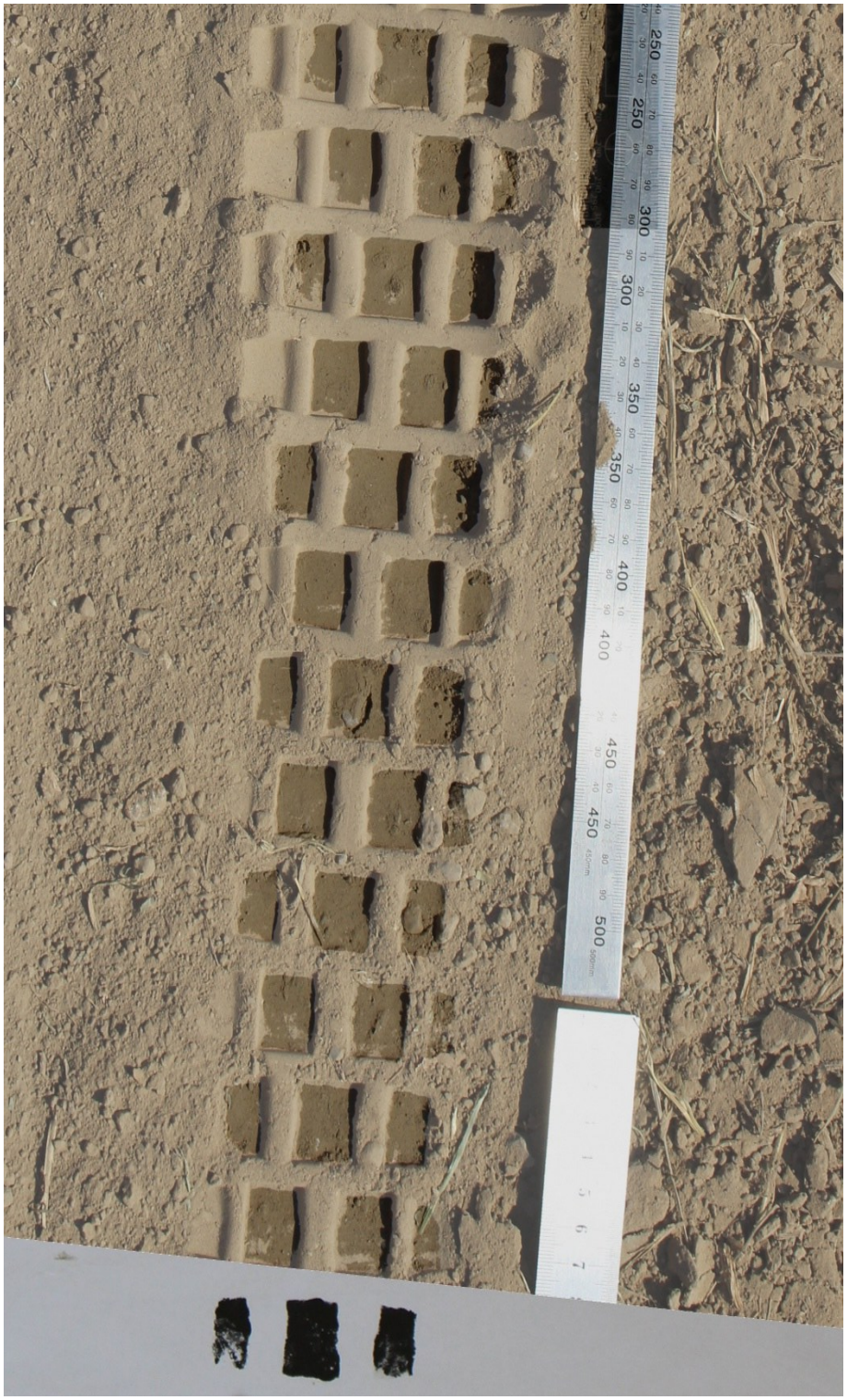
Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 09) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0I). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 09I, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V9) z katalógu dopravných prostriedkov.

Číslo katalógu zhôd: 10J



Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 10) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0J). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 10J, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V10) z katalógu dopravných prostriedkov.

Číslo katalógu zhôd: 11K



Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 11) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0K). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 11K, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V11) z katalógu dopravných prostriedkov.

Číslo katalógu zhôd: 12L



Bola nájdená zhoda medzi porovnávacím odtlačkom pneumatiky v katalógu pneumatík (číslo katalógu: 12) a odtlačkom stopy pneumatiky z terénu v katalógu digitálnych stôp (číslo katalógu: 0L). Zhodu potvrdzuje katalógové číslo zhody: 12L, ktorá je priradená k vozidlu (číslo katalógu V12) z katalógu dopravných prostriedkov.

PRÍLOHA P IV: KATALÓG DOPRAVNÝCH PROSTRIEDKOV

Číslo katalógu: V1






Značka vozidla	Suzuki
Model vozidla	Ignis
Typ vozidla	Osobné vozidlo
Model pneumatiky	MP62 All Weather Evo
Druh dezénu pneumatiky	Asymetrický
Obdobie použitia	Letné

Číslo katalógu: V2



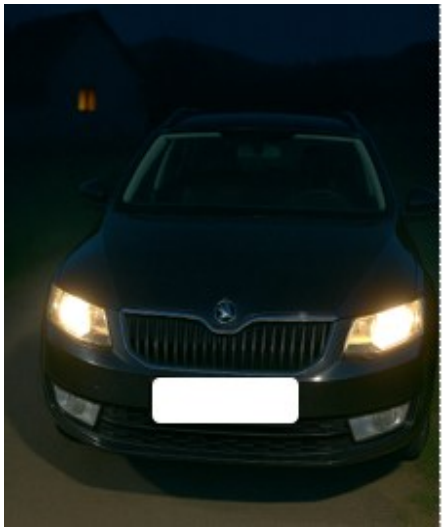






Značka vozidla	Suzuki
Model vozidla	Samurai
Typ vozidla	SUV
Model pneumatiky	T3
Druh dezénu pneumatiky	Symetrický
Obdobie použitia	Letné

Číslo katalógu: V3



Značka vozidla	Škoda
Model vozidla	Octavia Combi
Typ vozidla	Osobné vozidlo
Model pneumatiky	Polaris 5
Druh dezénu pneumatiky	Smerový
Obdobie použitia	Zimné

Číslo katalógu: V4






Značka vozidla	Mitsubishi
Model vozidla	L200
Typ vozidla	SUV
Model pneumatiky	Climber M/T
Druh dezénu pneumatiky	Symetrický
Obdobie použitia	Letné

Číslo katalógu: V5









Značka vozidla	Škoda
Model vozidla	Praktik
Typ vozidla	Osobné vozidlo
Model pneumatiky	MP16 Stella 2
Druh dezénu pneumatiky	Symetrický
Obdobie použitia	Letné

Číslo katalógu: V6






Značka vozidla	SsangYong
Model vozidla	Rexton
Typ vozidla	SUV
Model pneumatiky	MP16 Stella 2
Druh dezénu pneumatiky	Symetrický
Obdobie použitia	Letné

Číslo katalógu: V7









Značka vozidla	Mitsubishi
Model vozidla	Pajero
Typ vozidla	SUV
Model pneumatiky	Geolandar H/T G056
Druh dezénu pneumatiky	Asymetrický
Obdobie použitia	Letné

Číslo katalógu: V8









Značka vozidla	Mazda
Model vozidla	3 Sedan
Typ vozidla	Osobné vozidlo
Model pneumatiky	Ventus S1 Evo2 K117A
Druh dezénu pneumatiky	Asymetrický
Obdobie použitia	Letné

Číslo katalógu: V9









Značka vozidla	Mazda
Model vozidla	CX-60
Typ vozidla	SUV
Model pneumatiky	Alenza 001
Druh dezénu pneumatiky	Asymetrický
Obdobie použitia	Letné

Číslo katalógu: V10









Značka vozidla	Jawa
Model vozidla	Jawa 250/592
Typ vozidla	Motocykel
Model pneumatiky	C-01
Druh dezénu pneumatiky	Smerový
Obdobie použitia	Celoročné

Číslo katalógu: V11









Značka vozidla	Jawa
Model vozidla	Jawa 250/353
Typ vozidla	Motocykel
Model pneumatiky	Enduro Trail XT
Druh dezénu pneumatiky	Smerový
Obdobie použitia	Celoročné

Číslo katalógu: V12









Značka vozidla	Honda
Model vozidla	Honda XR 250
Typ vozidla	Motocykel
Model pneumatiky	Garacross
HÍbka dezénu	Smerový
Obdobie použitia	Celoročné

PRÍLOHA P V: PRACOVNÝ LIST K LABORATÓRNEJ ÚLOHE

Univerzita Tomáše Bati v Zlíne, Fakulta aplikovanej informatiky			
Predmet - Forenzné vedy			
Meno a priezvisko:		Ročník / Skupina:	
Číslo laboratórnej úlohy:		Dátum spracovania:	

1. Spustenie softwaru a nahranie fotografií:
    - spuste software LUCIA Forensic, nastavte používateľské rozhranie na dve alebo viac okien a nahrajte pomocou zvoleného spôsobu všetky potrebné fotografie na riešenie nasledujúcej laboratórnej úlohy.
2. Základne úpravy fotografií:
    - prekalibrovanie fotografií;
    - prispôsobenie podľa kalibrácie;
    - otočenie fotografií (ak je to potrebné).
3. Identifikáciu stopy pomocou prekrytia:
    - porovnajte daný odtlačok stopy pneumatiky s porovnávacími otlačkami z katalógu a identifikujte možnú zhodu;
    - vykonajte úplne a čiastočné prekrytie odtlačku s databázovým vzorom a vyhodnoťte mieru zhody.
4. Meranie základných rozmerov odtlačku a pneumatiky pomocou referenčných bodov:
    - šírka pneumatiky – zmerajte vzdialenosť medzi vonkajšími okrajmi dezénu;
    - rozostup dezénových drážok – zmerajte vzdialenosť medzi hlavnými drážkami vzoru;
    - horizontálny rozostup drážok – zmerajte minimálne trikrát na rôznych miestach pre presnejší výsledok;

- vertikálny rozostup drážok – zmerajte minimálne trikrát na rôznych miestach pre presnejší výsledok;
- uhol šikmých drážok – zmerajte sklon šikmých drážok vzhľadom na hlavnú os pneumatiky.

5. Preveďte identifikáciu charakteristických znakov:
   - vyznačte drážky, špecifické zárezy alebo odchýlky vo vzore (tzv. markanty), ktoré sa opakujú a sú jednoznačne viditeľné pri porovnaní nájdenej stopy s porovnávacím odtlačkom pneumatiky.
6. Určenie typu pneumatiky a jej charakteristických vlastností:
   - určite, či ide o letnú, zimnú alebo celoročnú pneumatiku;
   - popíšte druh dezénu (napr. symetrický, asymetrický, smerový) a jeho charakteristické znaky.
7. Priradenie pneumatiky ku konkrétnemu dopravnému prostriedku:
   - Na základe výsledkov meraní, vizuálnych markantov a porovnávacieho otlačku identifikujte konkrétne vozidlo, ktoré mohlo zanechať analyzovanú stopu. Využite na to katalóg dopravných prostriedkov, kde sú uvedené fotografie vozidiel a ich technické údaje.