

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STROJNÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2019

**DAVID
ALBRECHT**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ

Ústav strojírenské technologie

Bezkontaktní vyhledávání daktyloskopických stop

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Albrecht David

Studijní obor: Technologie, materiály a ekonomika ve strojírenství

Vedoucí práce: Ing. Petr Drašnar, Ph.D.

Konzultant: Ing. Michal Zoubek

Praha 2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Albrecht** Jméno: **David** Osobní číslo: **409577**
 Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
 Zadávací katedra/ústav: **Ústav strojírenské technologie**
 Studijní program: **Výroba a ekonomika ve strojírenství**
 Studijní obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Bezkontaktní vyhledávání daktyloskopických stop

Název bakalářské práce anglicky:

Non-contact search for dactyloscopic tracks

Pokyny pro vypracování:

1. Problematika daktyloskopie
2. Metody vyhledávání a zajišťování daktyloskopických stop
3. Modifikace zařízení pro zajišťování daktyloskopických stop pomocí UV-VIS spektroskopie

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Petr Drašnar, Ph.D., ústav strojírenské technologie FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Ing. Michal Zoubek, ústav strojírenské technologie FS

Datum zadání bakalářské práce: **30.04.2019** Termín odevzdání bakalářské práce: **05.08.2019**

Platnost zadání bakalářské práce: **31.12.2019**

Ing. Petr Drašnar, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Ladislav Kolařík, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci „Bezkontaktní vyhledávání daktyloskopických stop“ vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne 4.8.2019

.....

David Albrecht

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Petru Drašnarovi, Ph.D. za vedení práce. Ing. Michalu Zoubkovi za jeho ochotu, pomoc a čas strávený u konzultací mé práce a jeho cenné rady při experimentální části práce. Kriminalistickému ústavu Policie ČR za možnost spolupráce.

Tato práce byla vypracována v rámci projektu Výzkum a vývoj zařízení pro účinné vyhledávání a zajišťování daktyloskopických stop – VI20172019066 – projekt financovaný Ministerstvem vnitra České republiky.

Anotace:

Bakalářská práce má za cíl vysvětlení základů daktyloskopie, principy zjišťování daktyloskopických stop a zajišťování zejména stop latentních.

Teoretická část práce vysvětluje pojmy a základy daktyloskopie. Věnuje se vlastnostem kůže, jejího složení a roli papilárních linií. Také popisuje vznik daktyloskopické stopy a faktory ovlivňující její vznik. Dále se věnuje podrobně metodám detekce daktyloskopických stop. Popsány jsou nejenom základní metody, ale i speciální metody a možnosti využití metody UV-VIS spektroskopie pro sběr latentních stop.

Praktická část je zaměřena na testování vhodných materiálů pro odstínění zařízení Recognoil, vytvoření modelů předsádek a modifikace zařízení Recognoil za účelem sběru latentních stop.

Klíčová slova:

Recognoil, latentní stopa, daktyloskopie, luminiscence, UV-VIS spektroskopie

Annotation

Bachelor thesis aims to explain the basics of dactyloscopy, principles of detection of dactyloscopic traces and securing latent fingerprints.

The theoretical part of the thesis explains the terms and basics of dactyloscopy. It deals with the features of the skin, its composition and the role of papillary lines. It describes the creation of dactyloscopic traces and factors influencing it. It also deals with methods of detection of dactyloscopic traces. Not only the basic methods are described, but also the special methods and the possibility of using the UV-VIS spectroscopy method for collecting latent fingerprints.

The practical part is focused on testing of suitable materials for shielding of Recognoil device, modeling of conversion parts and modification of Recognoil device for fingerprints extraction.

Keywords

Recognoil, latent fingerprint, dactyloscopy, luminiscence, UV-VIS spectroscopy

Obsah

Úvod	9
1 Daktyloskopie	10
1.1 Daktyloskopické otisky.....	10
1.2 Historie daktyloskopie	11
1.3 Historie daktyloskopie v českých zemích.....	11
1.4 Kůže a složení otisků	12
1.4.1 Papilární linie	13
1.5 Základní fyziologické zákony daktyloskopie	14
1.5.1 Zákon o neměnnosti obrazců papilárních linií.....	15
1.5.2 Zákon o neodstranitelnosti papilárních linií	15
1.5.3 Zákon o individuálnosti obrazců papilárních linií	15
2 Daktyloskopické stopy	16
2.1 Vznik vlastní daktyloskopické stopy.....	17
2.1.1 Typy vzorů otisků prstů.....	18
2.1.2 Hodnoty daktyloskopických stop.....	18
2.1.3 Daktyloskopická identifikace	19
2.2 Systém AFIS.....	21
3 Metody vyhledávání daktyloskopických stop	25
3.1 Fyzikální metody	27
3.2 Fyzikálně-chemické metody.....	31
3.3 Chemické metody	33
3.4 Speciální metody.....	36
3.5 Využití luminiscence a fluorescence	38
3.6 Zařízení Recognoil	40
3.6.1 Princip detekce	41
4 Praktická část.....	43
4.1 Testování vhodného materiálu pro odstínění	43
4.1.1 Diskuze výsledků měření fluorescence přírodních vláken.....	45
4.1.2 Diskuze výsledků měření fluorescence syntetických vláken	49
4.2 Odstranění vlivu arabské gumy (odmaštění).....	49

4.2.1	Diskuze výsledků měření fluorescence vláken štětců po odmaštění	51
4.3	Návrh předsádky	52
4.3.1	Ověření funkce předsádky	55
4.3.2	Diskuze výsledků k ověření funkce předsádky.....	58
4.4	Ověření vhodnosti metody UV-VIS na nábojnicích.....	58
4.4.1	Diskuze výsledků měření kvality otisků prstů	62
4.4.2	Diskuze výsledků ověření vhodnosti metody UV – VIS spektroskopie na nábojnicích.....	67
4.5	Návrhy a doporučení zlepšení zařízení Recognoil	68
5	Závěr	70
6	Seznam použitých zdrojů	71
	Seznam obrázků	75
	Seznam tabulek.....	78

Úvod

Kriminalistika je vědní disciplína, která se za pomoci velkého množství vědeckých poznatků a technického pokroku stále rozvíjí. S tím, jak se rozvíjí pokrok v kriminalistice, tak se vylepšují a vyvíjejí nové metody vyšetřování. Zvláště v posledních desetiletích roste význam technických a vědeckých důkazů v systému trestního soudnictví. Bohužel občas není snadné posoudit forenzní důkazy při trestním řízení. V některých případech dochází buď k přílišnému přecenění forenzních důkazů nebo naopak k jejich podhodnocení. Forenzní důkazy se dále využívají při odvolacích řízeních a při zpětném znovuotevření trestných případů. Ke špatnému vyhodnocení důkazů může dojít na základě špatně formulovaných závěrů nebo špatně zvolenou metodou zkoumání odbornými pracovníky. Mezi forenzní identifikační disciplíny patří například analýza rukopisu, analýza střelných zbraní, analýza vláken a daktyloskopie. Samostatnou část tvoří forenzní analýza DNA. Daktyloskopie je speciální obor v kriminalistice, která se drží dvou hlavních zásad v rámci tradiční identifikační disciplíny a tj. předpoklad o jedinečnosti a princip individualizace. Jedná se o druhou nejstarší metodu při identifikaci osob v rámci kriminalistiky. [1] [2]

Tato práce se zaměřuje na oblast daktyloskopie, vysvětluje a zjišťuje příčinu vzniku stop. Jaký má vliv povrch nosiče na stopy a jak takový povrch upravit pro zajištění stop. Práce popisuje metody a postupy při vyhledávání a zajišťování daktyloskopických stop a popisuje klasifikační systémy. Je zde popsán princip vzniku luminiscence a využití tohoto jevu pro zkoumání povrchu materiálů. Dále je uveden princip zařízení Recognoil pro využití metody UV-VIS spektroskopie pro kriminalistickou praxi.

Experimentální část je věnována testování vhodného materiálu pro odstínění zařízení Recognoil pro aktivní vyhledávání a zajišťování daktyloskopických stop přímo na místě činu. Součástí práce je návrh a vytvoření modelů vhodných předzádek pro praktické využití na zařízení a jejich testování za účelem ověření funkce. V poslední části je uvedeno testování nábojnic na latentní stopy za pomoci speciální předsádky a zhodnocení vhodnosti metody UV-VIS pro sběr latentních stop z nábojnic.

1 Daktyloskopie

Daktyloskopie je součástí kriminální techniky, která má pomoci k identifikaci osob. Jedná se o jednu z nejstarších kriminalistických disciplín, která se zabývá zejména zkoumáním papilárních linií. Papilární linie jsou u člověka přítomny na vnitřní straně článků prstů, dlaní obou rukou a na chodidlech. Nikde jinde na lidském těle se nenacházejí papilární linie. Důležité je také zmínit, že papilární linie se u jiných živočichů než člověka a některých lidoopů nevyskytují. Z kriminalistického hlediska to znamená, že daktyloskopické stopy nalezené kdekoliv můžou patřit téměř se 100% jistotou pouze lidské osobě. Daktyloskopie se využívá pro identifikaci osoby, která zanechala daktyloskopickou stopu nebo při identifikaci osob, které nejsou schopné nebo odmítají prokázat svoji identitu. Daktyloskopie se také využívá při identifikaci mrtvol. Do daktyloskopie nepatří jenom identifikace osob, ale také způsoby, jakými se snímá daktyloskopický otisk. Patří zde také metody, jakými jsou latentní stopy na místě činu zviditelněny a zajištěny. Důležitou součástí je také systém třídění a zavádění daktyloskopických sbírek. Daktyloskopické sbírky obsahují uložené daktyloskopické karty. Sbírkou obsahují otisky prstů a dlaní, stopy z nevyřešených případů a stopy z vyřešených případů. [4] [5] [17]

1.1 Daktyloskopické otisky

Daktyloskopický otisk lze definovat jako otisk papilárního terénu, u kterého známe osobu, která otisk vytvořila. To však neznamená, že známe totožnost této osoby. Jako příklad lze uvést neznámou mrtvolu, které budou z důvodu její identifikace odebrány otisky prstů. Otisky prstů jsou obvykle odebírány na daktyloskopickou kartu. Na daktyloskopické kartě jsou vždy otisky všech posledních článků prstů samostatně, následně otisky všech prstů levé ruky pohromadě a otisky všech prstů pravé ruky pohromadě. Nakonec karta obsahuje otisky obou rukou, což znamená otisky všech prstů a obou dlaní. [5] [17]

1.2 Historie daktyloskopie

První dodnes dochované otisky prstů jsou více jak 6000 let staré, byly nalezeny při archeologických vykopávkách na severozápadě Číny. Ve staré Číně se otisky využívaly pro identifikaci majitele, byla to jakási ochrana proti padělání. Dokumenty a důležitá psaní se stvrzovaly pomocí podpisu a pečeti s otiskem prstu. [3]

Na konci 17. století se poprvé objevují zmínky o existenci vzorů na otiscích prstů, později došlo k popsání struktury kůže prstů a dlaní. V roce 1823 publikoval na univerzitě v Breslau český fyziolog a profesor anatomie Jan Evangelista Purkyně práci, která se zabývala celkově devíti vzory otisků prstů, ale nezmínil možnost využití otisků prstů k identifikaci lidí, práce se jen zabývala fyziologickou stránkou věci. [3] [4]

Otisky prstů se v kriminalistickém vyšetřování začaly využívat až začátkem 20. století, dále byla stanovena klasifikace otisků a založen první vyšetřovací úřad v sídle Scotland Yardu v Londýně. [3]

1.3 Historie daktyloskopie v českých zemích

V počátcích daktyloskopie v českých zemích se sběrem a shromažďováním otisků prstů zabýval František Protiwenský (1865–1927). Po absolvování antropometrického a daktyloskopického kurzu ve Vídni si osvojil komplexní postupy daktyloskopické identifikace osob. Viděl v tom obrovský potenciál pro policejní praxi. Začal s budováním daktyloskopických karet a vytvořil, tak první daktyloskopickou sbírku již v roce 1903. Snažil se o prosazení daktyloskopie v policejní praxi a v roce 1908 přenechal svoji daktyloskopickou sbírku pro kriminalistické účely. [4]

Dalším průkopníkem daktyloskopie u nás byl četnický rotmistr Josef Povondra. Jako první založil daktyloskopickou registraci, a to na okresním četnickém velitelství v Praze na Vinohradech. Dne 9. září 1908 byla daktyloskopie zavedena jako hlavní identifikační metoda, a tak zcela nahradila antropometrii. Začátkem 20. století byla daktyloskopie všeobecně uznávaná a znalecké posudky z tohoto nového vědního oboru se braly jak plnohodnotný důkaz v soudních procesech. [5] [6]

1.4 Kůže a složení otisků

Kůže je základní ochranný prvek těla a zároveň součástí kůže je přítomnost smyslových orgánů, hlavně smyslových senzorů. V podstatě největší orgán pro příjem vzruchů z vnějšího okolí. Síla kůže je na různých místech jiná a jedinečně různá. Tloušťka se pohybuje od cca 0,5 do 4 mm. V kůži jsou též přítomny mnohé žlázné orgány. [5]

Přírodní výměšky, které jsou přítomny v otiscích prstů (tj. přítomné na povrchu prstů, dlaní, chodidel) jsou produkovány dvěma skupinami žláz: potní žlázy (pot) a mazové žlázy (maz). [27]

Potní žlázy se nacházejí po celém těle a vytvářejí pot, který je tvořen z 95,5 % vodou, zbytek sestává z minerálních solí, organických kyselin, močoviny a cukru. Dále se dělí na apokrinní potní žlázy a enkrinní potní žlázy [27]

a) apokrinní žlázy jsou potní žlázy, nacházejí se pouze ve slabinách, podpaží a perianální oblasti. [5]

b) enkrinní potní žlázy se nacházejí na dlaních a ploskách nohou. Pot se produkuje zejména při emocionálním napětí. Druhá část těchto žláz se nachází na zbytku těla. Pot se produkuje při větší fyzické námaze nebo jako termoregulace těla. [5]

Mazové žlázy se nacházejí na hrudi, zádech, na čele, na rtech a u mléčných žláz. Tyto žlázy vylučují olej nerozpustný ve vodě (kožní maz), který se chová jako mazivo a pomáhá absorbovat látky rozpustné v tucích. [27]

Vzhledem k tomu, že hřbety rukou jsou pokryté výhradně potními žlázami, jsou tyto sekrety žláz přítomny do určité míry ve všech latentních otiscích prstů. Přítomnost mazových sekrecí je také velice běžné vzhledem ke kontaminaci rukou každodenním kontaktem s čelem, nosem a oblastí očí. Kontaminace apokrinními sekrety je mnohem méně častá, ale může se stát relevantní v sexuálních zločinech. [27]

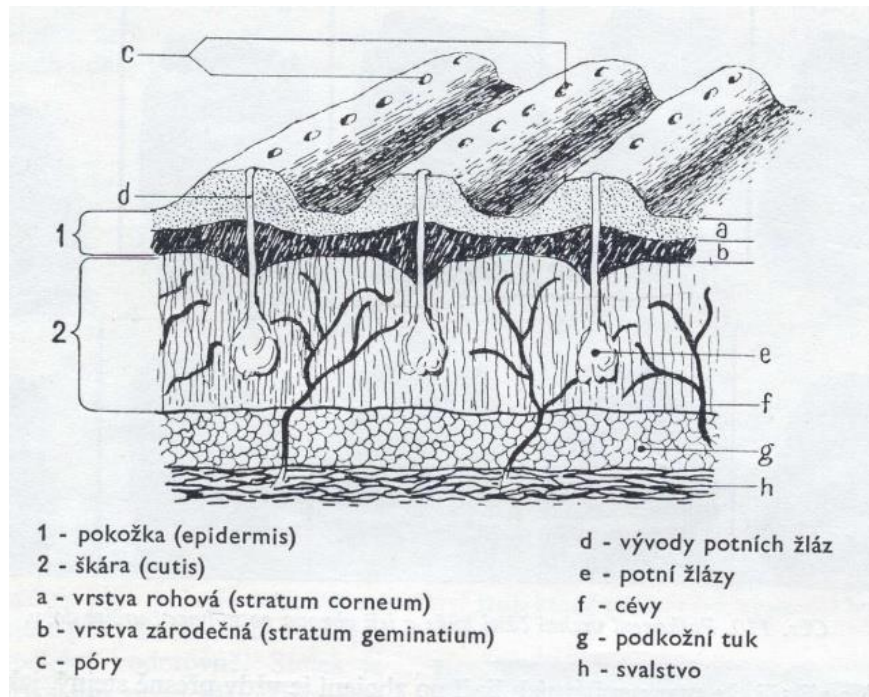
Tabulka 1: Typy žláz a jejich složení [5]

Typ žláz	Anorganické složky	Organické složky
Enkrinní	Chloridy Sodík Draslík Amonium Sířany Fosforečnany	Aminokyseliny Močovina Kyselina mléčná Cukry Kreatin Cholin Kyselina močová
Apokrinní	Železo	Proteiny Sacharidy
Tukové		Cholesterol Mastné kyseliny Glyceridy Alkohol Kyselina močová Sacharidy

1.4.1 Papilární linie

Základní a nejdůležitější kriminalisticko-technickou součástí v daktyloskopii jsou vědecké údaje a data o fyziologických vlastnostech kůže člověka. Vědecké poznatky nám říkají, že existují papilární linie na vnitřní straně rukou a plochách chodidel, které tvoří rozdílné a nahodilé útvary spárované s hmatovými a jinými vlastnostmi končetin. Papilární linie tedy konstruuje spletité a komplikované obrazce, které jsou ve své podstatě jedinečné a unikátní. Účel těchto linií není zcela znám. Jediné prokázané vlastnosti byla souvislost s citlivostí pokožky a s jejími hmatovými atributy. Papilární linie tvoří jakýsi vyvýšený terén, jehož výška se pohybuje od 0,1 mm do 0,4 mm a šířka od 0,2 mm do 0,7 mm. [5]

Vzájemným protínáním vzorů, změnami směru, větvením apod. dochází ve výsledku ke konstrukci rozdílných obrazců. [5]



Obrázek 1: Schéma stavby kůže s papilárními liniemi [1]

1.5 Základní fyziologické zákony daktyloskopie

V praxi se daktyloskopie v rámci policejního vyšetřování využívá od konce 19. století. Pro spolehlivou a jednoznačnou identifikaci pachatele bylo nutné jasně prokázat individuálnost, neměnnost a neodstranitelnost kresby papilárních linií. Autorem zákonů o fyziologii papilárních linií, které se využívají dodnes a jsou všeobecně uznávané, je anglický vědec Sir Francis Galton (1822–1911). O vyvrácení těchto zákonů se pokoušela celá řada vědců, avšak platnost zákonů se zatím vyvrátit nepodařila, ba naopak došlo tím k jejich jednoznačnému potvrzení. Základní fyziologické zákony daktyloskopie jsou tři. [5]

1.5.1 Zákon o neměnnosti obrazců papilárních linií

Za celý život člověka se kresba papilárních linií relativně nemění. Dochází pouze k velikostním změnám pokožky, tvorbě vrásek atd., které člověk prodělá během svého vývoje. V závislosti s tím se mění i kresba papilárních linií, co se týká celkového vzhledu. Avšak nemění se skladba, postupná návaznost a ani se nemění relativní vzdálenost markantů od sebe. Papilární linie vznikají již v raném stádiu vývoje. Začátek tvorby nezměnitelné kresby je dán již ve 4. měsíci zárodku a během 6. měsíce je vývoj papilárních linií dokončen. Je možné díky určité době po smrti identifikovat i mrtvolu. [5]

1.5.2 Zákon o neodstranitelnosti papilárních linií

Papilární linie se nedají odstranit nijak jinak než zničením zárodečné vrstvy kůže. V případě, že nedojde ke zničení zárodečné vrstvy, se obrazce papilárních linií vždy po nějaké době vrátí do původního stavu. Linie tedy nelze odstranit povrchovým poškozením vrstvy kůže jako je spálení, sedření či odříznutí. V případě, že dojde k porušení zárodečné vrstvy, tak nastane poškození kresby papilárních linií a dochází ke vzniku jizev. V tomto případě je stále možné stanovit charakteristické znaky pro daný otisk i s poškozením. Papilární linie je tedy možné trvale odstranit pouze chirurgickým zákrokem, kdy dojde k úplnému odstranění zárodečné vrstvy kůže. [5] [17]

1.5.3 Zákon o individuálnosti obrazců papilárních linií

Individuálnost obrazců papilárních linií je založena na poznatku, že „*Na světě nejsou dva lidé, kteří by měli shodné obrazce papilárních linií.*“¹ Pokud hovoříme o individuálnosti, a tudíž i shodnosti obrazců papilárních linií, je nutné konstatovat skutečnost, že shoda mezi jednotlivými otisky musí být jak ve vzoru otisku, tak v jednotlivých markantech. V případě charakteristických znaků (markantů) musí být tyto znaky shodné a shodně rozmístěné. [5]

¹ STRAUS, J. a kol.:Kriminalistická technika. Plzeň:Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2005, s. 34

2 Daktyloskopické stopy

Daktyloskopickou stopu lze definovat tak, že v okamžiku jejího zajištění neznáme osobu, která daktyloskopickou stopu vytvořila. Daktyloskopické stopy se nejčastěji nacházejí na místech trestných činů nebo jiných kriminalisticky relevantních událostí. Každý člověk po dotyku papírního terénu s předmětem (nosičem daktyloskopické stopy), který je schopen tento otisk uchovat, zanechává latentní nebo viditelné daktyloskopické stopy. Stopa bude vždy změněná oproti originálu, to znamená, že stopa obtisknutého objektu bude stranově obrácená, pravá strana bude nalevo a naopak. Dochází při tom také k prostorovému převrácení hřebenovitých výběžků, kdy je reliéf linií ve stopě prohlubní v negativu a opačně. [5]

Ze shora uvedeného nelze konstatovat skutečnost, že po každém dotyku prstu, dlaně nebo chodidla s nosičem daktyloskopické stopy (předmětem) vznikne a uchová se daktyloskopická stopa. Zanechání a uchování daktyloskopické stopy ovlivňují tři základní faktory. Jedná se tedy o osobu, která stopu vytváří, nosič, na který je daktyloskopická stopa vytvářena a prostředí, ve kterém se nosič se zanechanou daktyloskopickou stopou nachází. [5]

Pokud se jedná o osobu, která daktyloskopickou stopu vytváří, záleží především na složení potně-tukového sekretu. Složení sekretu ovlivňuje roční období, strava, užívání léků, psychický stav osoby a další faktory. Obecně lze říci, že čím větší je podíl tukové složky v potně-tukovém sekretu, tím větší je pravděpodobnost, že stopa bude uchována po delší časové období. [5]

Další faktor ovlivňující uchování daktyloskopické stopy je materiál, ze kterého je nosič daktyloskopické stopy vytvořen, jeho schopnost uchovat daktyloskopickou stopu a to, zda je materiál (nosič) porézní nebo neporézní. [5]

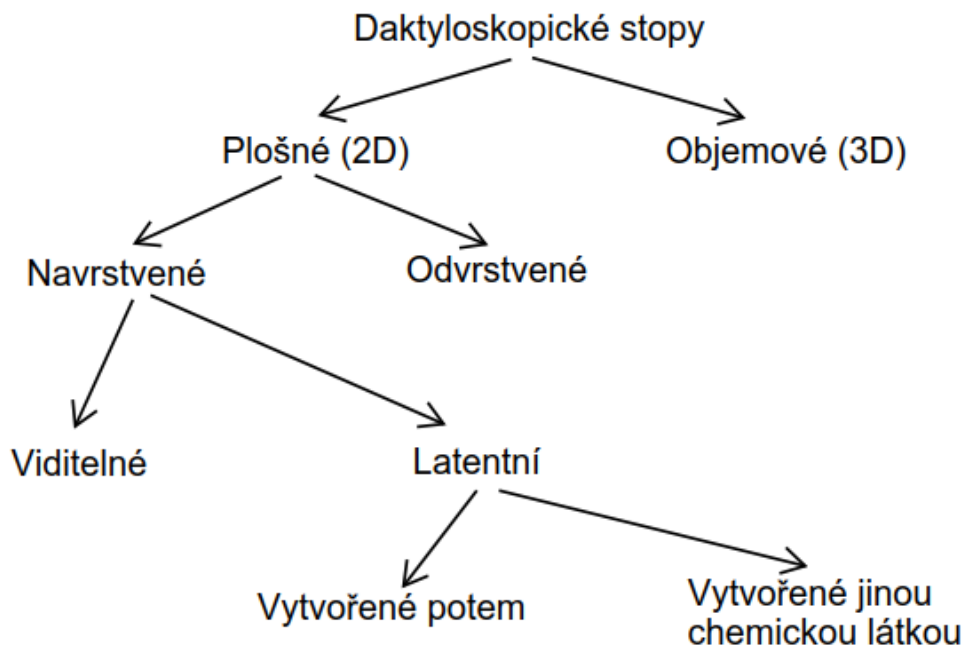
Poslední faktor ovlivňující uchování daktyloskopické stopy je prostředí, ve kterém se daktyloskopická stopa na nosiči nachází. Negativní vliv má především prašné prostředí, prudké střídání teplot nebo prostředí ve vodě. [5]

2.1 Vznik vlastní daktyloskopické stopy

První možností je, že se vytvoří zrcadlovitě obrácená stopa hřebenovitých výběžků papilárních linií tzn. objemová (3D) stopa. Vzniká jen za možnosti, je-li objekt do kterého se stopa vtlačuje, schopen plastické deformace (plastelína, vosk, hlína). [5] [17]

Druhá možnost je vznik daktyloskopické stopy, kdy se na papilární linie přenesou hmota z povrchu předmětu, čímž dojde k poškození povrchu nosiče stopy. V těch místech, jež nedošlo ke styku hřebenovitých výběžků s povrchem, zůstane povrch netknutý. Například díky potu na papilárních liniích a přítomnosti prachu na hladkém povrchu, jako je třeba skleněná police, dojde k transferu prachu z povrchu na papilární linie a takto vytvořená stopa se nazývá odvrstvená stopa. [5] [17]

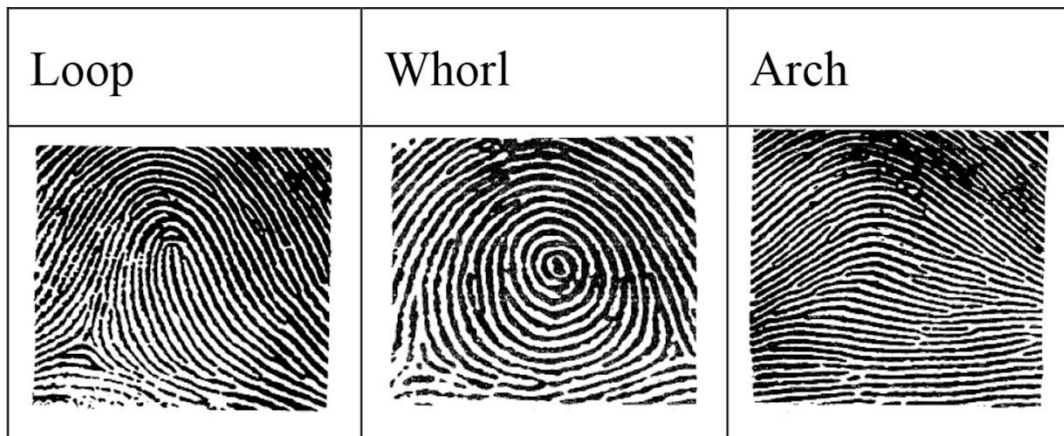
Poslední možností je vznik daktyloskopické stopy tak, že se na příslušný nosič dostane látka, jež byla přítomna na straně papilárních linií. Nejčastěji jsou tyto stopy označovány jako navrstvené. Jako časté látky, jež ulpí na předmětech, jsou např. barva, krev, psací prostředky, prach. V závislosti na viditelnosti těchto stop, zda jsou viditelné pouhým okem nebo za pomoci zvýrazňujících prostředků se tyto stopy dělí na viditelné a latentní. Velká většina latentních stop je tvořena potem, ale není to pravidlem. [5] [17]



Obrázek 2: Tvorba daktyloskopických stop [5]

2.1.1 Typy vzorů otisků prstů

U hledaných vzorů rozlišujeme několik základních typů, a to smyčka, vír a oblouk. Existuje mnoho dalších podtypů, které mohou napomoci eliminačnímu procesu. Tyto podtypy jsou zjednodušeně řečeno různé variace již zmíněných základních typů např.: plochý oblouk, uzavřená smyčka, dvojsmyčka, strmý oblouk a jiné. [5] [18]



Obrázek 3: Typy vzorů otisků prstů: loop = smyčka, whorl = vír, arch = oblouk [18]

2.1.2 Hodnoty daktyloskopických stop

U každé daktyloskopické stopy rozlišujeme její taktickou, technickou a procesní hodnotu. Taktická hodnota daktyloskopické stopy vyjadřuje mechanismus vzniku daktyloskopické stopy. Jedná se například o způsob uchopení určitého předmětu, a to ve vztahu ke kriminalisticko-relevantní události. Zda mohla osoba uchopit pistoli tak, aby byla schopna se zastřelit. Procesní hodnota daktyloskopické stopy vyjadřuje míru využitelnosti této stopy v trestním procesu. Technická hodnota daktyloskopické stopy určuje využitelnost a kvalitu vykreslení daktyloskopické stopy. [5]

Z hlediska technické hodnoty daktyloskopické stopy rozlišujeme daktyloskopické stopy na neupotřebitelné, částečně upotřebitelné a upotřebitelné. [5] [17]

Neupotřebitelné daktyloskopické stopy obsahují 6 a méně charakteristických znaků papilárních linií a z hlediska daktyloskopie se s nimi již dále nepracuje. [5] [17]

Částečně upotřebitelné daktyloskopické stopy obsahují 7 až 9 charakteristických znaků papilárních linií a slouží k určení skupinové příslušnosti, popř. k vyloučení osoby, která stopu zanechala. [5] [17]

Upotřebitelné daktyloskopické stopy obsahují 10 a více charakteristických znaků papilárních linií a slouží k určení individuální identifikace – ztotožnění osoby, která stopu vytvořila. [5] [17]

Je-li provedeno řádné a pečlivé posouzení a zhodnocení všech hodnot kriminalistických stop je možné následně určit do jaké míry pachatel místo činu znal, jaké měl znalosti a zkušenosti, které byly potřeba k provedení daného činu. Každá nalezená stopa má pro další vyšetřování význam. Z nalezených důkazů je možné stanovit, zda pachatel byl sám anebo byli přítomny další osoby na místě činu. Při dostatečném množství důkazů, lze sestavit podrobnou mapu pohybu pachatele na místě činu. [5]

2.1.3 Daktyloskopická identifikace

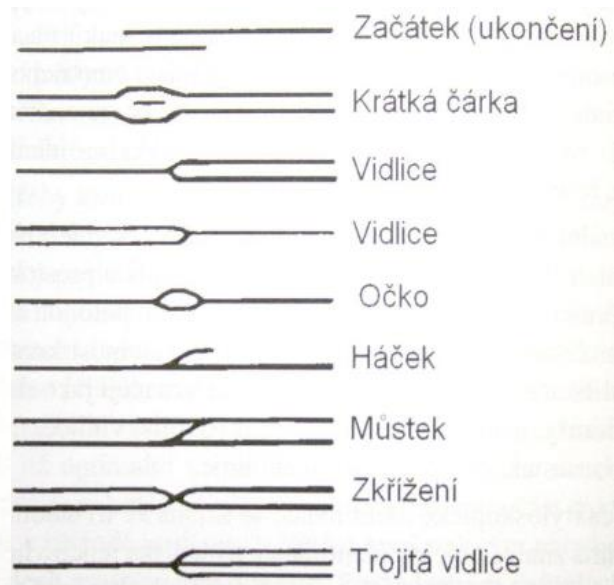
Daktyloskopická identifikace zahrnuje několik částí a jedná se o proces v daktyloskopickém zkoumání, jehož výsledkem je stanovení závěru o shodě či rozdílnosti dvou srovnávaných obrazců papilárních linií. Nejprve je třeba provést vyhodnocení srovnávaného materiálu z hlediska jeho upotřebitelnosti k dalšímu zkoumání. K tomuto vyhodnocení je třeba definovat technickou hodnotu daktyloskopické stopy, při které musíme dojít k závěru, že daktyloskopická stopa nebo daktyloskopický otisk je upotřebitelný, případně částečně upotřebitelný či neupotřebitelný. [5]

Další částí daktyloskopické identifikace je porovnávání shodných a shodně rozmístěných charakteristických vzorů otisků prstů. V první fázi se určí základní typy vzorů smyčka, vír, oblouk a popřípadě jejich podtypy či jejich kombinace. Tyto základní vzory jsou pozorovatelné pouhým okem. V druhé fázi se vyhledávají změny v papilárních liniích. Zkoumá se, kde se linie dělí, protínají, větví a případně mění svůj směr. [5]

Tyto změny v papilárním terénu neboli markanty jsou důležité pro další zkoumání a pro identifikaci vytvořeného otisku. [5]



Obrázek 4: Daktyloskopické markanty



Obrázek 5: Základní typy markantů [17]

Závěrem daktyloskopické identifikace je vyslovení závěru o tom, zda jsou oba objekty vzájemně shodné a lze tedy stanovit závěr o individuální identifikaci, což znamená, že oba porovnávané objekty jsou vzájemně shodné v minimálně 10 a více charakteristických markantech. Pokud dojdeme k závěru, že srovnávané objekty jsou shodné v 7 až 9 znacích nejedná se o individuální identifikaci, ale o stanovení skupinové příslušnosti. Tento závěr lze v praxi využít například k vyloučení osoby nebo ke zjištění, že stopa mohla být vytvořena určitou skupinou osob se shodnými markanty. [5] [17]

2.2 Systém AFIS

V minulosti byly k identifikaci otisků prstů a stop využívány různé typy klasifikačních systémů. U všech typů těchto klasifikačních systémů bylo třeba provádět ručně klasifikaci dle základních vzorů a vytvořit číselný kód každého otisku případné stopy. Tato klasifikace byla velmi náročná a vyžadovala vysokou zkušenost a trpělivost znalců. Rovněž z časového hlediska se jednalo o zdlouhavý proces klasifikace. Z těchto důvodů se začaly vyvíjet jednotlivé automatizované systémy, které tento proces urychlily. První systém svého druhu byl spuštěn v Německu v roce 1993 a v dnešní době již obsahuje více jak 3 miliony otisků prstů v databázi. V Československu se začal první automatizovaný systém vyvíjet v roce 1986. Jednalo se o systém EDOS, který byl v té době značně zaostalý za ostatními systémy vytvářenými ve světě, a tak byl jeho vývoj v roce 1989 zastaven. [5] [9] [10]

Prvním systémem v České republice byl systém AFIS (Automatizovaný daktyloskopický identifikační systém), který byl zaveden do rutinní praxe v lednu roku 1995. Systém byl zakoupen od americké firmy Printrak a byl využíván do poloviny roku 2010. Jednalo se o stavebnicový systém, který umožňoval automatické zpracování otisků prstů a daktyloskopických stop. Systém umožňoval automatické porovnávání daktyloskopických otisků s daktyloskopickými stopami s deklarovanou úspěšností nalezení shody 70–80 %. Úspěšnost porovnávání otisků prstů s otisky prstů byla deklarována na 99 %. Kapacita systému byla 800 000 daktyloskopických karet a 40 000 daktyloskopických stop, přičemž tato kapacita mohla být dle potřeby navyšována. V roce 2009 byla podepsána smlouva o nákupu nového systému od firmy Morphotrak a systém byl spuštěn v polovině roku 2010. Oproti původnímu systému umožňuje tento systém porovnávání otisků dlaní, které předchozí systém nezpracovával. Dalším přínosem systému oproti původnímu lze uvést některé funkcionality, jako například zpracovávání daktyloskopických karet ve vyšším rozlišení, pracuje v operačním systému Windows, umožňuje dávkové vkládání daktyloskopických karet s otisky prstů a další. Systém rovněž umožňuje vyhledávat v systémech členských států Průmské dohody. Velkou výhodou systému je jeho rychlost, která je uvedena v tabulce č. 2. [5]

Tabulka 2: Úlohy a jejich rychlost [5]

Typ úlohy	Rychlost odezvy (minuty)
otisky x otisky	2
otisky x stopy	5
stopy x otisky	5
stopy x stopy	5
stopy dlaní x otisky	5

Při vyhledávání neznámé latentní stopy v databázi AFIS poskytuje systém „seznam kandidátů“, kteří jsou nejbližší shodě s vyhledávaným otiskem v databázi. Samotný proces rychlého, a hlavně spolehlivého nalezení potenciální shody v tak obrovské databázi jakou AFIS disponuje, vyžaduje ohromné množství výpočetní síly. Vyhledávání v databázi a nalezení úspěšné shody záleží na celé řadě faktorů. Faktory, které ovlivňují vyhledávání jsou čistota (kvalita zachyceného otisku nebo stopy) snímků, nalezení shody mezi hledaným otiskem (stopou) a otiskem (stopu) v databázi. AFIS díky algoritmům dokáže zlepšit kvalitu obrazu snímků latentní stopy nebo otisku v databázi, dokáže zvýraznit důležité oblasti dle algoritmu, který identifikuje markanty a dokáže vyloučit z vyhledávání nevhodné shody. Úspěšnost při vyhledávání shody u latentní stop je okolo 30 % a zbytek vyhledávání a porovnávání závisí na trénovaném forezním technikovi. Forezní technik je speciálně trénovaný (prochází intenzivním tréninkem, který trvá od 12–18 měsíců), tak aby přesně věděl, co má na předložených snímcích hledat. [19]

Shodný kandidát nemusí být nezbytně jedním z prvních kandidátů v nabídnutém seznamu. [19]

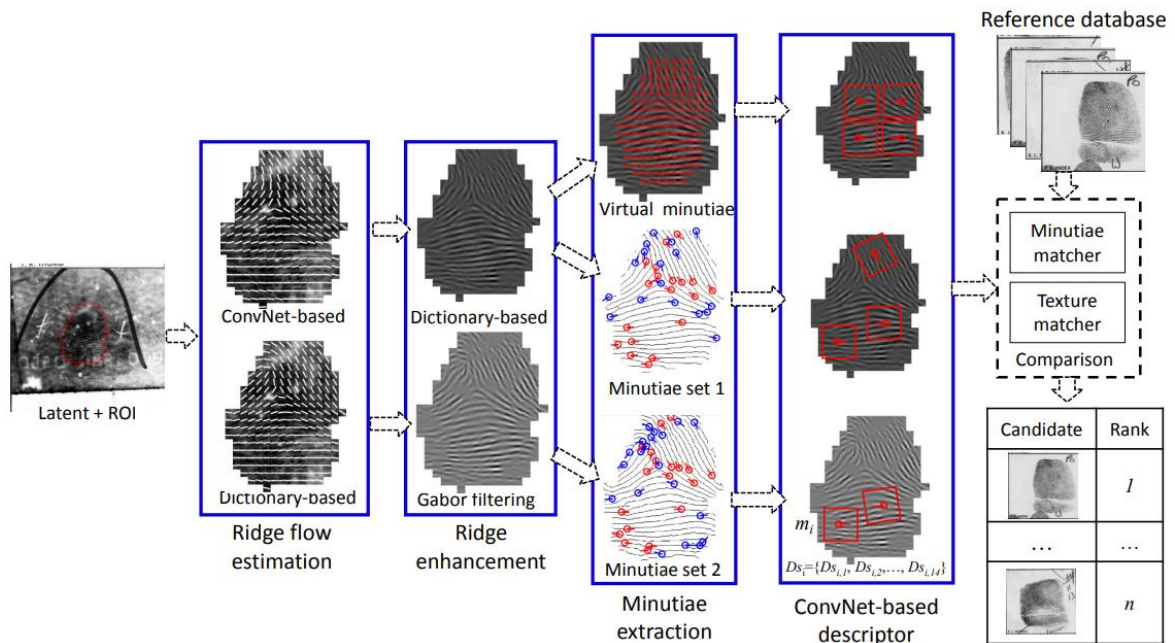


Obrázek 6: Výběr shody kandidátů k vizuálnímu porovnání [22]

V současné době je zpracování latentních stop a výsledků zcela závislé na forenzním technikovi. Pro snížení potřeby lidského ověření je snaha o vývoj automatického rozpoznávání latentních stop, tak aby výsledky byly spolehlivé a rychle dostupné s co nejmenším počtem vhodných kandidátů k následnému porovnání forenzním technikem. [19] [20]

Vývoj a využití neurálních sítí pro tento úkol začalo být stěžejní a stejně tak vývoj nových a přesnějších algoritmů. Jako příklad lze uvést neurální síť ConvNet (Convolutional Neural Network), která analyzuje vizuální obrazy a je vhodná pro analýzu obličejových rysů, rozpoznávání hlasu atd. Při použití neurální sítě ConvNet je v první fázi snímek s latentní stopou a zvýrazněnou oblastí, kde se vyskytují markanty analyzován pomocí algoritmů na jednotlivé segmenty papírných linií. V druhé fázi se linie zvýrazní a převedou na jednoduché segmenty, tak aby bylo možné vyhledat jednotlivé markanty. Ve třetí fázi se extrahuje první i druhá sada markantů a vytvoří se virtuální podoba markantů, jež jsou potřeba pro další analýzu.

V předposlední fázi algoritmy neurální sítě vyhodnotí důležité markanty a vyloučí ty, jež nejsou vhodné pro další zkoumání a nevykazují žádnou shodu mezi otisky v databázi. Nakonec systém vyhodnotí shody mezi latentními stopami a otisky v databázi a porovná je. Výsledkem je zúžený seznam kandidátů na ověření. Celý tento proces za využití neurální sítě ConvNet je zobrazen na Obrázku 7. [21]



Obrázek 7: Schéma analýzy latentní stopy za využití neurální sítě ConvNet [21]

Příklad: latent = latentní stopa, ROI = oblast zájmu, Ridge flow estimation = očekávané papilární linie, ConvNet-based = založeno na neurální síti ConvNet, Dictionary-based = na základě tradičního algoritmu, Ridge enhancement = zvýraznění linií, Gabor filtering = Gaborovo filtrování, Minutiae extraction = extrakce markantů, Virtual minutiae = virtuální markanty, minutiae set = sada markantů, ConvNet-based descriptor = popisovač neurální sítě ConvNet, Reference database = připojená referenční databáze, Minutiae matcher = párování markantů, Texture matcher = párování textury, Comparison = porovnání, Candidate = kandidát, rank = pořadí

Problémy při automatickém rozpoznávání latentní stop nastávají při nízké kvalitě papilárních linií, okolnímu nekvalitnímu pozadí na snímku a samotné kvalitě snímků. Zavedení neurální sítě pro automatické vyhledávání by přímo vyžadovalo zapojení do systému AFIS, tak aby se neurální síť mohla učit a dále rozvíjet při větším množství dostupných dat. [21]

3 Metody vyhledávání daktyloskopických stop

Během vyšetřování důkazních předmětů se povrchy rozdělují mezi porézní (jako je papír, lepenka, tkanina) a neporézní (jako je sklo, kovy, plasty). Metody vyhledávání a zajišťování musí být odlišné v závislosti na zkoumaném povrchu, protože v případě neporézních objektů zůstávají otisky prstů na povrchu, zatímco u porézních povrchů proniká potně-tuková substance do materiálu. [12] [17]

Na daktyloskopickou stopu má vliv povrch nosiče. Kvalitní daktyloskopické stopy lze získat z povrchu hladkých, pevných a taktéž nenasákavých materiálů. Velmi špatné stopy s nízkou hodnotou lze získat z povrchu materiálů, jež jsou hrubé, nedrží pohromadě a jsou nasákavé. Jako vhodné materiály pro odebrání daktyloskopických stop jsou keramické materiály, hladký kov a sklo, hladké dřevo, vybrané plastické hmoty, předměty s nátěry, některé druhy papíru atd. Jako nevhodný povrch materiálů jsou povrch textilie, stavebního materiálu, hrubého dřeva a papíru, kůže a kožených výrobků atd. V případě například nasákavých materiálů se může stát, že stopy zaniknou za působení vlhkosti a již není možné je zviditelnit. [5] [17]

Ke zviditelňování latentních daktyloskopických stop jsou v kriminalistické daktyloskopii využívány tři základní metody. [5] [17]

Fyzikální metoda, která je založena na principu ulpívání daktyloskopického prostředku na povrchu potně-tukové substance za využití její přilnavosti. Tato metoda je zejména vhodná například na lakované povrchy, umělé hmoty, pozinkovaný plech, papír a neupravené dřevo atd. [5] [17]

Druhou metodou je metoda fyzikálně-chemická, při které dochází k navázání daktyloskopického prostředku na některou složku obsaženou v potně-tukové substanci. To znamená, že nedochází k přímé chemické reakci. Využívá se tzv. fyzikální vývojka (tekutý prostředek citlivý na tuky), která je určena zejména na porézní povrchy nosiče, jakými jsou sochařská sádra, omítka, umělé hedvábí, dřevo, suchý i mokrá papír a další. [5] [17]

Poslední metodou je metoda chemická, při které dochází k přímé chemické reakci daktyloskopického prostředku s potně-tukovou substancí. Chemické metody jsou určeny především ke zviditelnění latentní stop na povrchu porézních materiálů, textile a povrchu surového dřeva. [5] [17]

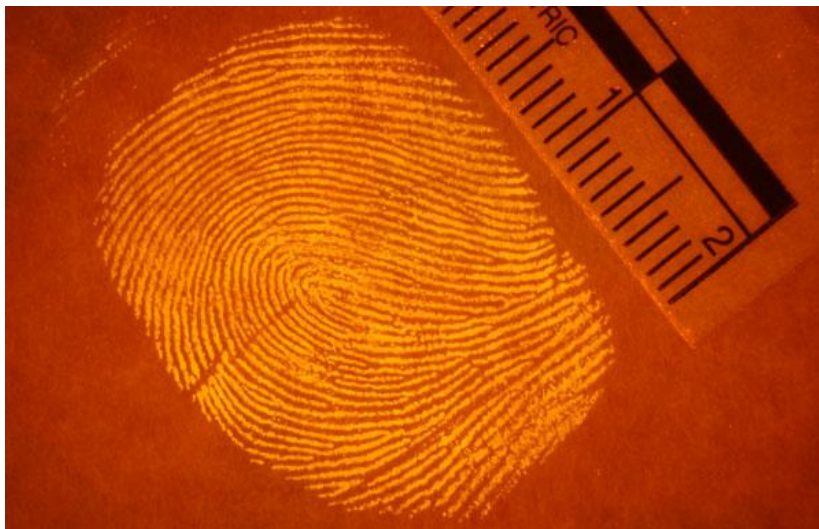
Dalšími důležitými prostředky pro zajištění daktyloskopických stop jsou například použití magnetického nebo fluorescenčního prášku, prášku sazí, lepicích pásek nebo gelových fólií. Použití různých prášků závisí na oblasti použití. Například fluorescenční prášek je nejvhodnější, jestliže různobarevné pozadí nebo vzory znemožňují použití běžného prášku (například prášku sazí). Pro zajištění důkazů ošetřených práškem se následně fotografuje (bez osvětlení nebo s použitím externích světelných zdrojů, jako je UV). Tyto prostředky zahrnujeme do skupiny fyzikálních metod. [12]

Na neporézní nosiče se využívá převážně fyzikální a fyzikálně-chemické metody a v případě hladkých neporézních materiálů se nejčastěji využívá daktyloskopického prášku. Na nerovné neporézní povrchy materiálů je možné využít daktyloskopické gelové fólie (pásky) v kombinaci s daktyloskopickými prášky. [5]

Na porézní nosiče se využívá fyzikálně-chemických a chemických metod. V případě papírových nosičů je možné využít daktyloskopické prášky, fyzikální vývojku, jodové páry a další. Na ostatní porézní nosiče lze využít chemické metody za použití ninhydrinu anebo fyzikální vývojky. [5]

3.1 Fyzikální metody

Jako jedna z prvních metod pro zajišťování stop využívá optické vlastnosti. Zkoumá vlastnosti daktyloskopické stopy v pohlcování světla, jeho odrazu a lomu. Při této metodě se využívá přirozené denní světlo, umělé světlo, zdroje světla o určité vlnové délce spektra viditelného záření nebo UV světla. Zdroj a jeho vlnová délka se volí dle vlastností nosiče a stopy, aby došlo k co nejlepšímu zvýraznění papilárních linií. Při použití zdroje světla viditelného záření se využívá bodové či plošné osvětlení. Takovéto osvětlení umožňuje zvýšení kontrastu, a tedy vykreslení papilárních linií, v co nejlepší kvalitě. Stopa bývá nasvícena, co nejvíce rovnoměrně pod všemi úhly za přispění nejvyššího kontrastu. Obraz se snímá fotograficky a je vhodné použití fotografických filtrů, nejlépe filtru pro negaci barvy pozadí a je nutné fotografovat, dle zásad pro fotografování kriminalistických stop (stopa musí být řádně označena, přiložené měřítko musí být v rovině stopy, rovina, ve které se stopa nachází musí být ve stejné rovině jako fotografický materiál) (Obrázek 8.). [5] [23]

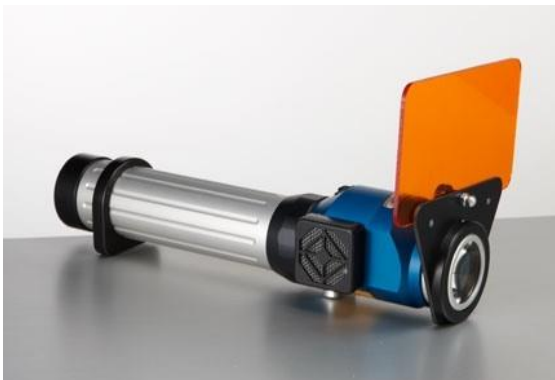


Obrázek 8: Fotografování daktyloskopické stopy [23]

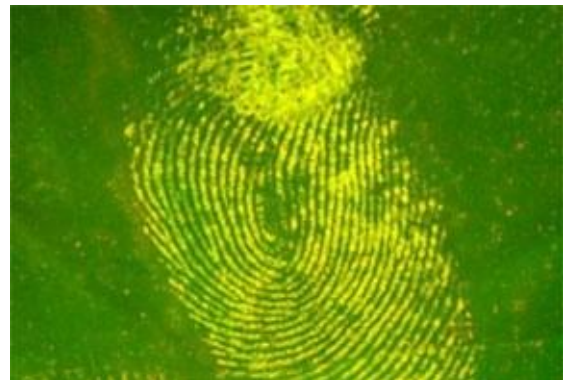
Pro vyhledávání a následném sběru latentních stop se nejlépe využívá zdroj UV záření o vlnové délce 254 nm. Jedná se o krátkovlnné UV záření typu C. V kombinaci se systémem na bázi násobiče UV záření nám zajišťuje ty nejlepší podmínky pro zachycování obrazu latentních stop, a to i bez předchozí úpravy. Tuto metodu lze bez problému používat za denního světla a používat ji na celou řadu povrchů. V případě použití kratších vlnových délek dokáže způsobit degradaci vzorku, který obsahuje stopy DNA (degradace

nastává při vlnových délkách nižších než 250 nm), proto je nutné odebrat vzorek DNA ještě před samotným použitím zdroje UV záření. Celá aparatura obsahuje zdroj UV záření o vlnové délce 254 nm, digitální fotoaparát, obrazovou zesilovací jednotku, křemennou čočku a filtr pro 254 nm. Celá aparatura je mobilní a lze ji používat přímo v terénu na místě činu, ale také v laboratoři. Povrch s očekávaným výskytem latentních stop se osvětlí zdrojem UV záření a na UV zobrazovacím systému se ukazuje povrch zkoumaného materiálu. Získané stopy se získávají v dostačující kvalitě pro další zkoumání a záznam se zaznamenává na UV citlivý film anebo rovnou do digitální podoby pomocí fotoaparátu či se záznam ukládá rovnou do PC. [5]

Zařízení pro zviditelnění a sběr latentních stop za pomoci UV záření mohou být jak přenosné, tak laboratorní. Světlo na místo činu typ SL450 (Obrázek 9.) je ideální pro použití jak v terénu, tak v laboratoři, má baterie v pouzdře svítilny, takže na místě činu neomezuje v pohybu. Zařízení pracuje s celkově 7 filtry, které dokáží měnit vlnovou délku světla, a to UV o vlnové délce 365 nm, 415 nm, 450 nm, 470 nm, 505 nm, 530 nm a bílé světlo. [24]



Obrázek 9: Světlo na místo činu typ SL450 [24]



Obrázek 10: Zvýrazněná stopa pod UV světlem [24]

Přístroj pro laboratorní použití MSA-810 PAGLAB (Obrázek 11.) je určen pro náročnější vyhledávání a zkoumání latentních stop, ale i pro další kriminalistické práce přímo v laboratoři. Lze s ním zkoumat latentní stopy, biologické skvrny, tělní tekutiny, vlasy, vlákna a zbytky laků. Zařízení je velmi kompaktní, dobře ovladatelné s vysokou intenzitou světla. Lze u něj měnit vlnové délky záření v rozsahu 320–720 nm, UV záření, modré světlo, azurové, zelené až ke žluté a bílé světlo. Celkově lze měnit mezi 10 různými

vlňovými délkami za pomoci filtrů. V případě práce v laboratoři za použití UV osvětlení je nutné zatemnění místnosti. [25]

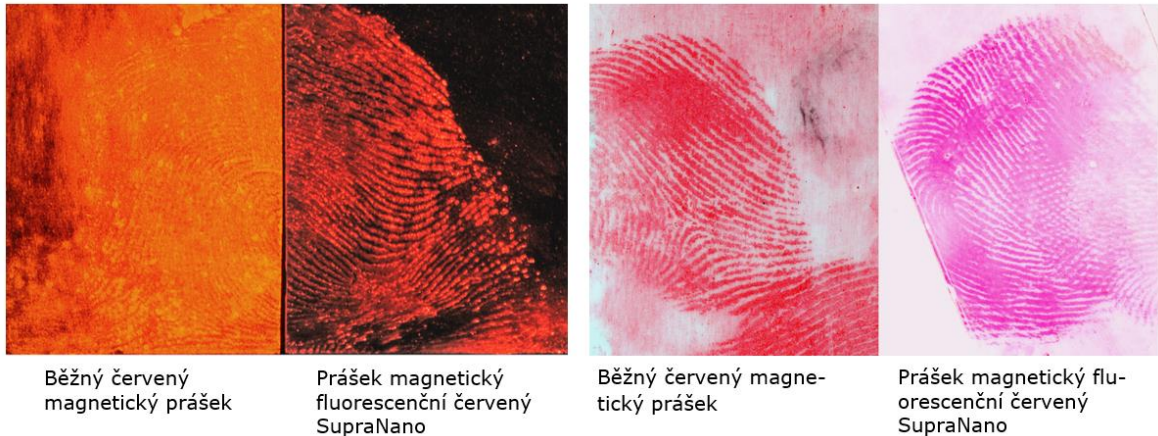


Obrázek 11: Laboratorní světlo MSA-810 PAGLAB [24] Obrázek 12: Hledání stop UV světlem po zatemnění [25]

Další vlastností, která se využívá pro vyvolání latentní stop je přilnavost potně-tukového složení stop. Používá se prášků, které se nanese na místa očekávaného výskytu stop a po zbavení se přebytečného prášku se nám zviditelní kresba daktyloskopické stopy. Postupným zkoumáním a zkouškami byly vybrány ty práškové hmoty, které dokázaly nejlépe zviditelnit kresby nalezených stop a zároveň neulpívaly tolik na povrchu nosiče dané stopy a staly se tak základem pro výrobu daktyloskopických prášků. [5]

Daktyloskopické prášky se třídí dle hrubosti prášku, třídí se na kovové a nekovové a dále jednosložkové a vícesložkové. U hrubosti záleží, zda použijeme jemnozrnné nebo hrubozrnné. Jemnozrnné jsou lehčí a lépe se s nimi zviditelňují staré latentní stopy, zatímco hrubozrnné jsou těžší, ale zase lépe zviditelňují čerstvé nebo mastné stopy. Co se týká kovových prášků ty lze dále dělit na magnetické a nemagnetické. Zde záleží, jaký bude typ nosiče, na němž se bude nacházet latentní stopa např. pozinkovaný plech, lakovaný stůl, plastové hračky, papír atd. [5]

V neposlední řadě také bude rozhodovat, zda použijeme jednosložkový prášek, který nám pomůže dosáhnout optimálního kontrastu díky svému složení z jednoho materiálu a barvení tak, aby kresba stopy byla co nejvýraznější vzhledem k podkladu. Dvousložkové prášky se vyrábí jako duální či fluorescenční a použití těchto prášků je zejména žádoucí tam kde se střídá světlá a tmavá barva na povrchu nosiče. Duální prášky se díky své optické vlastnosti chovají na světlém povrchu jako tmavošedé, a naopak na tmavém



Běžný červený magnetický prášek

Prášek magnetický fluorescenční červený SupraNano

Běžný červený magnetický prášek

Prášek magnetický fluorescenční červený SupraNano

Obrázek 13: Zviditelnění daktyloskopické stopy různými prášky [26]

povrchu jako světlešedé. U fluorescenčních prášků po vystavení účinkům budícího světla o dané vlnové délce v oblasti UV záření, dochází u prášků k fluorescenčnímu efektu. Takto zviditelněné stopy mají vysoký kontrast oproti pozadí, a proto tyto prášky jsou vhodné pro zviditelnění starších daktyloskopických stop. [5]

Poslední skupinou jsou tekuté prostředky. Tyto prostředky se nejvíce používají pro zviditelnění stop na předmětech, jež byly pod vodou. Používá se buď postřík nebo ponor předmětu (nosiče) do prostředku. Po působení prostředku se po určité době předmět vezme a projde oplachem destilovanou vodou. Prostředek na bázi disulfidu molybdenu je duální, kdy se stopa na světlém povrchu jeví jako tmavá a na tmavém povrchu je to naopak. Nejprve se fotografuje stopa za mokra. Po úplném zaschnutí prostředku, se projeví duální efekt a výsledná stopa se zajišťuje na snímací fólii. [5]

3.2 Fyzikálně-chemické metody

Zastaralou metodou je metoda jodových par, kdy se nosič, na němž přepokládáme výskyt latentní stop vystaví působení páry z krystalického jódu buď ručně za pomoci vyvíječe par anebo v boxu. [5]



Obrázek 14: Přenosný vyvíječ kyanoakrylátových par [27]

Fyzikální vývojka se využívá pro zviditelnění latentních stop na porézních površích materiálů, tento prostředek je velmi citlivý na tuky, které jsou obsažené ve zkoumaných stopách. Zkoumané nosiče můžou být např. papír, sádra, dřevo, hedvábí atd. Aplikace takového prostředku se provádí ponořením zkoumaného předmětu do misky s vývojkou a za pomoci lehkých pohybů se po cca 10 minutách začnou objevovat daktyloskopické stopy. Proces je nutno stále kontrolovat, aby nedošlo k přesycení stop a jejich zániku. Následuje oplach a po vyschnutí nosiče se stopy zkoumají a vyhodnocují. Proces lze opakovat pro lepší kontrast, ale na konci každého procesu je nutno fotograficky zajistit zjištěné stopy. [5]

Nejčastěji používaná metoda je za pomoci kyanoakrylátových par. Kyanoakrylátová kapalina, jež vytváří páry, reaguje jen s některými složkami potně-tukového sekretu a ty poté vytváří tuhý bílý polymer. Čím vyšší obsah mazové složky obsahuje sekret, tím výraznější je působení kyanoakrylátových par. Použití lze aplikovat na velkou většinu

neporézních povrchů, stejně tak na papír s hladkým lesklým povrchem. Páry je možné nechat uvolňovat za pokojové teploty nebo za pomoci pájedla, které zvedne teplotu na 80 °C, důležité je vyvarovat se přehřívání a průběžně proces kontrolovat. Také je dobrá vyšší vlhkost prostředí. Pro zvýšení kontrastu stop se využije nasvícení pomocí zdroje UV záření a získá se tak výraznější kresba stopy. V praxi se nejvíce využívají fluorescenční barviva, ale až po cca 12 hodinách od zviditelnění stop. Kyanoakrylát je měkký a může dojít k poškození kresby, proto nutno před použitím barviv vždy zajistit stopy fotograficky. Nejčastěji se tato metoda praktikuje v boxu, kde je možnost regulovat vlhkost, v uzavřeném akváriu anebo ve vakuové komoře. Na místech činu je pak možno používat přenosné vyvíječe nebo kyanoakrylátové pásky. Pro jejich aplikaci existují přenosné komory až do velikosti umístění v osobním automobilu. [5]



Obrázek 15: Zařízení pro vyvolávání daktyloskopických stop kyanoakrylátovými parami [28]

Prostředek súdánská čern (Solvent Black 3, $C_{29}H_{24}N_6$) je barvivo, které dokáže zvýraznit latentní stopy zejména na lepkavém povrchu. Je to nefluoreskující barvivo v roztoku spolu s vodou a etanolem, jež se dá využít například pro barvení po použití kyanoakrylátu (například je-li povrch s latentní stopou fluorescenční). Váže se na mastné složky v mazu a potu latentních stop a na stopy kontaminované tukem nebo olejem. Je účinný na neporézních materiálech a výsledek je viditelný pouhým okem jako modročerný. Aplikace se provádí buď postřikem nebo ponorem nosiče s předpokládaným výskytem stopy do roztoku súdánské černě. Po působení prostředku po dobu asi 10 vteřin, se nosič oplachuje od barviva po dobu 2–3 minuty. Postup lze opakovat. Stopy se zajišťují fotograficky. [5][33]

Poslední část prostředků se váží na protein a používají se na barvení stop jež obsahují krev. Jde zejména o amido čern ($C_{22}H_{14}N_6Na_2O_9S_2$) a využívá se jak na porézní povrch, tak i neporézní. Aplikuje se na nosič nástřikem či ponorem do prvního roztoku (amido čern, ledová kyselina octová a metanol) a po 30 vteřinách působení se nosič oplachuje druhým roztokem (ledová kyselina octová a metanol). Pro zvýraznění barvení stopy je možné proces opakovat. Oplachem destilovanou vodou dojde k odstranění přebytečné barvy a k vyjasnění pozadí. Stopy se jeví jako modročerné na rozdíl od světlého pozadí. Podobným prostředkem je také Coomassiova modř. [5][33]

3.3 Chemické metody

Nejvhodnější metody na zviditelnění latentních stop na většině povrchů z porézních materiálů. Dusičnan stříbrný je jeden z prostředků vhodný pro svoji reakci mezi chloridovou částí potně-tukového substance, díky čemuž se vytvoří chlorid stříbrný, jež je velmi citlivý na světlo. Na světle se rozkládá a vzniká kovové stříbro a díky tomu se stopa stává viditelná v šedých až černých odstínech. Tato metoda je nejúčinnější na většinu druhů papíru, avšak nevýhodami jsou silné reakce na pozadí, kdy dojde ke ztmavnutí podložky a také použití na starší stopy se nedoporučuje. [5] [33]

Ninhydrin je další hojně využívaný prostředek, který reaguje s aminokyselinami, jež jsou přítomny v potně-tukové substanci a vytváří tak tmavě purpurový výsledek, známý též jako Ruhemannův purpur. Metoda je velmi účinná při použití na porézním povrchu jako například papír. Jelikož jsou aminokyseliny stabilní stálé sloučeniny a ve struktuře papíru se nijak nepohybují, se tato metoda ke zviditelnění daktyloskopických stop doporučuje, jsou-li stopy již velmi staré. Při použití ninhydrinu se nosič na krátkou chvíli ponoří do roztoku a poté se nechá usušit, předmět je ale nutno uchovávat ve tmě, jelikož takto vyvolané kresby jsou velmi citlivé na světlo. Poté je ještě nutno nechat kresbu stopy vystavit působení roztoku soli kovu, kdy nám vzniká reakce mezi solí a purpurem. Kombinace solí dvojmocného zinku a kadmia s purpurem vytváří komplexy, které vykazují luminiscenční vlastnosti. Po vystavení zdroji UV záření dojde k výraznému zviditelnění kresby. Pro zvýšení účinku luminiscence se nosič ponoří do tekutého dusíku. Nosič je posléze nasvícen světlem o vlnové délce 480–550 nm, tak aby se vyvolal luminiscenční efekt. Latentní stopy jsou poté viditelné za pomoci brýlí s oranžovými skly a výsledek se fotografuje za použití fotografických filtrů. [5][33]



Obrázek 16: Ninhydrin ve spreji [29]



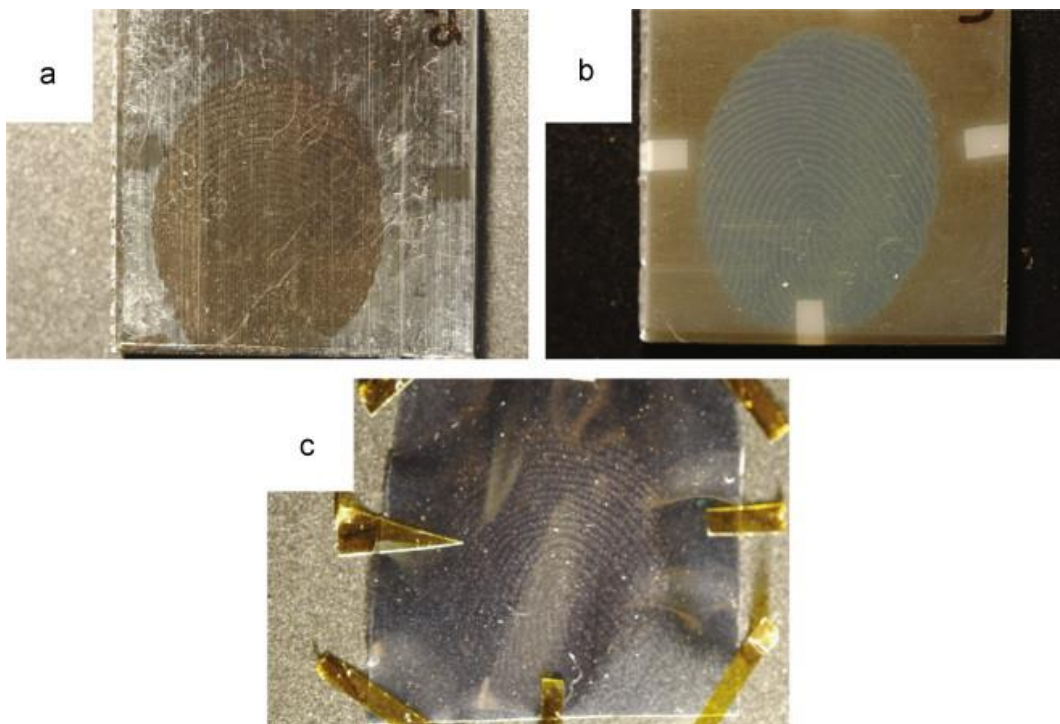
Obrázek 17: Zviditelnění daktyloskopické stopy na šeku pomocí ninhydrinu [30]

Metoda za využití oxidu osmičelého (OsO_4) se zejména využívá na nosiče z papíru. Zejména účinná je při použití na vyhledávání stop na bankovkách, ale prostředek je také možné využívat na celou škálu porézních i neporézních materiálů. Pro použití se předmět vystaví působení par, které unikají z krystalů podobně jako vystavení parám jodu. Doba trvání celého procesu je od jedné do dvanácti hodin a stopy se ve výsledku zobrazí jako šedohnědé. Je potřeba si dát pozor při používání oxidu osmičelého, jelikož je velmi toxický a jeho vdechnutí, požití nebo potřísnění kůže může být smrtelné. Proto je třeba používat tuto metodu pouze jen v dobře vybavených laboratořích a s velmi velkou dávkou opatrnosti. [5]

Rychlou metodou je metoda využívající látku, která je známá pod zkratkou DFO (1,8-diaza-9-9-fluorenon). Tato látka je citlivá na aminokyseliny stejně jako ninhydrin, ale dosahuje výrazně lepších výsledků a má vysokou luminiscenci již za pokojové teploty. Nevýhoda spočívá v nevhodnosti při použití na staré stopy. Při postupu se zkoumaný předmět ponoří do roztoku, usuší se a následně se zahřívá při teplotě 100°C . Celý proces trvá méně jak 30 minut a výsledkem jsou slabě růžové stopy na povrchu papíru, jež jsou snáze viditelné v luminiscenčním režimu, kdy je okamžitě po zahřátí luminiscence nejvýraznější. Vlivem vlhkosti prostředí intenzita luminiscence klesá, ale opětovným zahřátím lze zase obnovit. [5][33]

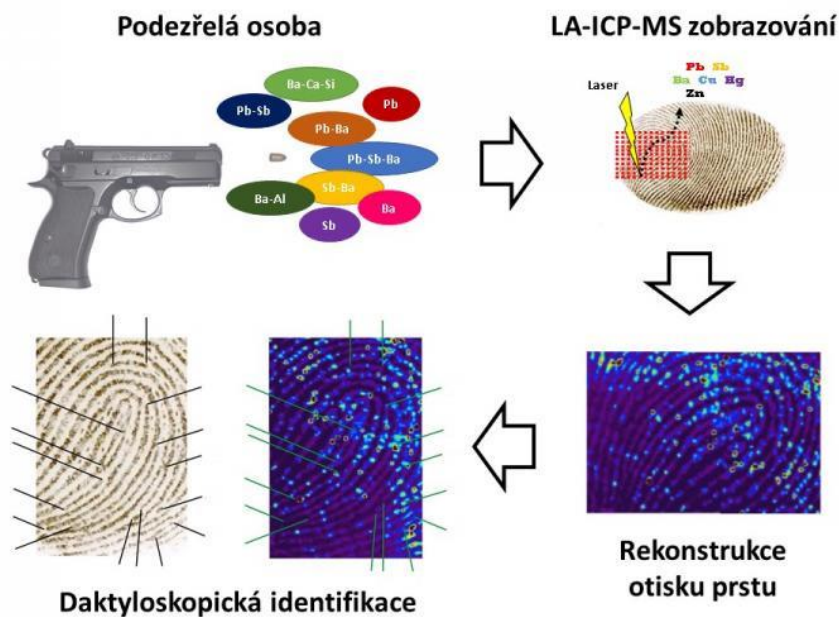
3.4 Speciální metody

Metoda VMD (vacuum metal deposition) je metoda, která za pomoci dvou po sobě jdoucích procesů, kdy se vystaví předmět působení dvou kovů dovolí zviditelnit latentní stopy. Nejčastěji se využívá působení zlata a zinku v nízkotlaké komoře. Nosič se položí na podložku a je na něj nanášena velmi tenká vrstva zlata o tloušťce 5 nm. Výpary ze zlata se pohybují po nosiči, pronikají na latentní stopy a vytvoří na nich tenkou vrstvu. Vrstva není homogenní, ale tvoří jí jednotlivé části. Následuje použití zinku, který po odpaření zanechá vrstvu o tloušťce 20 nm. Jednotlivé části pokryté zlatým filmem se chovají jako místa pro zinkování. Páry zinku nejsou již schopny proniknout do latentní stopy, a tak se vytvoří film pouze na povrchu pozlacených částí, které se vytvořily mimo stopy. Metoda VMD se hojně využívá na předměty z neporézních materiálů, ale zkoumá se i použití na porézní materiály. [13]



Obrázek 18: Zviditelněné stopy pomocí VMD metody na (a) nylonu, (b) ABS a (c) plastovém sáčku [13]

Metoda LA-ICP-MSI (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry Imaging) je metoda, která byla vyvinuta pro zviditelnění latentní daktyloskopických stop podezřelých osob, které mohou mít spojitost s trestným činem, který byl spáchán za pomoci střelné zbraně. Kovové nečistoty a zbytky kovů po střelbě, které ulpí na latentní stopě mohou spojit biometrické informace se střelbou. Kovové nečistoty mohou být jednoduše zviditelněny a vytvořit stopy, které mohou odhalit osobu, která se zbraní manipulovala a přítomnost kovových zbytků poskytne důležité důkazy o střelbě. Touto metodou můžeme určit, zda pachatel skutečně střílel ze zbraně nebo s ní jenom manipuloval, či popřípadě manipuloval se střelivem. Analýza se provádí ve specializované laboratoři a trvá v řádu hodin. Přesto, že takováto analýza trvá dlouhou dobu, získané výsledky jsou velmi přesné. K rozboru prvků ze zplodin po výstřelu stačí prvky jako je olovo, baryum, antimon nebo rtuť. [14]



Obrázek 19: Diagram postupu při analýze otisků prstů a identifikaci pachatele [31]

3.5 Využití luminiscence a fluorescence

Jedná se o dva skoro totožné jevy, avšak luminiscence obsahuje jak fluorescenci, tak i fosforescenci. Rozdíly mezi fluorescencí a fosforescencí jsou však značné. Fluorescence přestane téměř okamžitě působit, jakmile dáme pryč budící zdroj. Trvání fluorescence je od 10^{-15} až 10^{-14} sekundy, aby se tento jev odlišil od odraženého světla nebo jiných efektů, které se řadí mezi rozptýl světla. Fosforescence na druhé straně trvá ještě delší dobu i po skončení působení budícího zdroje. Fosforescence může trvat sekundy, minuty, ale klidně i hodiny nebo dny. Příkladem může být ciferník náramkových hodinek, který je za pomoci slunečního svitu vystaven budícímu efektu a poté po dobu několika hodin po setmění fosforeskuje téměř až do rána. Fluorescence je ve své podstatě luminiscence, která vzniká pouze v průběhu excitačního působení, narozdíl od fosforescence, která pokračuje i nadále po skončení excitačního působení. [16]

Je těžké stanovit, které látky, zvláště nově vyvíjené, budou mít schopnost vysílat luminiscenční záření či nikoliv. Tato schopnost se nenachází u všech látek a v podstatě ani neexistuje souhrnný popis luminiscenčního spektra, který by se dal matematicky vyjádřit narozdíl třeba od Planckova zákona pro tepelné záření. Tato skutečnost nám ukazuje, jak velkou variabilitu luminiscenčních jevů můžeme pozorovat. Jediným pravidlem, jež obecně platí se týká elektrických vlastností dané látky i přesto že luminiscence patří mezi optické vlastnosti látek. Pravidlo se týká látek, jež nevedou dobře elektrický proud, což jsou v podstatě jakékoliv izolátory a polovodiče. Tyto látky mají schopnost luminiscenčního záření. Nejméně vhodnými látkami jsou kovy, jež jsou všeobecně dobrými vodiči, a tudíž nemají schopnost luminiscence. Z toho by se dalo usoudit, že luminiscence je v základu důsledkem výskytu elektronů v látce přesněji v elektronovém obalu atomů látky. Luminiscence nevzniká působením atomového jádra a nemá tedy nic společného s radioaktivitou. Jedná pouze o obyčejné světlo. [16]

Tabulka 3: Nejznámější luminiscenční látky [16]

Luminiscenční látky	Využití	Poznámka
Alkalické halogenidy, iontové krystaly (KCl, NaI, KI, CaF ₂ , ...) Oxidy (Al ₂ O ₃ , MgO, SrO, ...)	Scintilační detektory	Nutné vhodné příměsi
Polovodiče (CdS, ZnS, GaAs, GaP, GaN, ...)	LED diody, lasery	
Wolframany (CaWO ₄ , CdWO ₄ , ...)		
Křemičitany (ZnSiO ₄ , MgSiO ₃ , ...)		
Fosforečnany (Ca ₃ (PO ₄) ₂ , Zn ₃ (PO ₄) ₂ , ...)		
Granáty (Nd:YAG (Y ₃ Al ₅ O ₁₂), ...)	Lasery	Příměs vzácných zemin
Čisté organické krystaly (naftalen, antracen, ...)		
Organická barviva (rhodaminy, kumariny, porfyriny, ...)	Kapalinové lasery	
Luciferiny	Biologie, medicína	

Aby byla látka schopná projevit luminiscenci je třeba jí dodat energii ve formě tak zvaného buzení (či excitace) luminiscence. Buzení luminiscence může mít mnoho podob, a proto existují různé druhy luminiscence. Mezi typy luminiscence patří například fotoluminiscence, kdy se buzení provádí ozářením tělesa světlem. Elektroluminiscence vzniká při působení elektrického napětí a průchod elektrického proudu látkou, toho se využívá zejména u LED diod. Bioluminiscence, kdy některé živé organismy vytváří tento typ luminiscence na základě chemických exotermních reakcí v jejich těle. [16]

3.6 Zařízení Recognitoil

Zařízení Recognitoil 2W od společnosti TechTest je přenosný přístroj na detekci zejména mastných nečistot na povrchu kovových materiálů. Přístroj je bezdrátový a funguje na principu vyvolání luminiscence nečistot na povrchu materiálu. Vyhodnocení měření se provádí za pomoci vyvinutého softwaru. Přístroj je také možno používat pro měření bez nutnosti připojení k PC či tabletu. Přístroj má pro tyto účely sadu LED indikátorů a zvukovou signalizaci. Snímky z měření se ukládají do paměti zařízení. Po připojení k PC se naměřené hodnoty okamžitě načtou z paměti přístroje. Přístroj je možné nastavit na dovolené hodnoty znečištění a maximální limit znečištění. [15]

Zařízení se dále využívá v rámci výzkumného projektu s cílem využití principu UV-VIS spektroskopie pro kriminalistickou praxi. Jedná se o společný projekt společnosti TechTest s.r.o., Kriminalistického ústavu Policie ČR a FS ČVUT v Praze. Projekt je zaměřený na vývoj zařízení pro účinné vyhledávání a zajišťování daktyloskopických stop z rozličných povrchů. Konečným cílem je moderní zařízení pro nedestruktivní a bezkontaktní sběr latentních stop vhodný pro kriminalistickou praxi. [15]



Obrázek 20: Prototyp přístroje pro účinné vyhledávání a zajišťování daktyloskopických stop
(2x zdroj UV 365 nm, 2x zdroj bílé světlo)

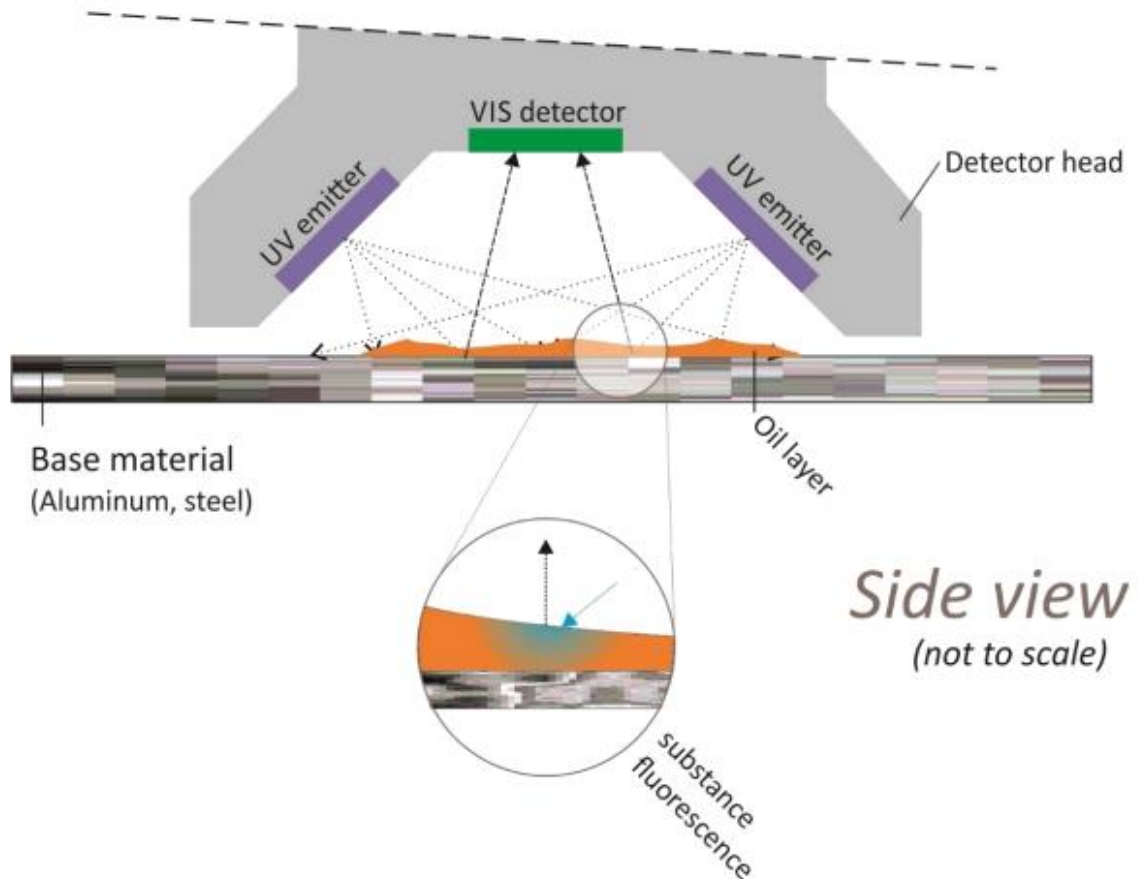
3.6.1 Princip detekce

Zařízení využívá jevu zvaného fluorescence, kdy je povrch předmětu ozařován neviditelnými paprsky UV světla. Přístroj má zdroj UV záření o vlnové délce 365 nm. UV záření má díky kratší vlnové délce vyšší energii než viditelné světlo a díky tomu dochází k vybuzení některých látek, které následně jsou schopny produkovat záření ve viditelném spektru. Přístroj toto záření detekuje a vyhodnocuje. Díky tomuto jevu je možno zkoumat velkou většinu mastných nečistot, které mají vysokou intenzitu fluorescence. Důležité při procesu a zkoumání fluorescence je odstínění, jelikož už se nacházíme ve viditelném spektru. Okolní prostředí (zejména osvětlení) by mohlo značně ovlivnit výsledky měření. Čím lepší odstínění okolního prostředí, tím se dostane přesnějších výsledků. V případě snímání tvarově složitějších ploch, různých zkosení a snímání prostorových objektů je nutno používat speciální předsádky, jež jsou přesně na míru pro dané měření. Je také možno využívat měření ve speciálním boxu. [15]

Samotná metoda se provádí přesným umístěním přístroje na zkoumaný povrch, který je vystaven po dobu několika sekund UV záření. Nečistoty na povrchu začnou vykazovat fluorescenci a jsou tudíž zaznamenatelné ve viditelném spektru. [15]

Výsledky měření se okamžitě zaznamenávají díky kameře o vysokém rozlišení. Výsledný obraz měření je oblast o rozměrech 20,0 x 13,8 mm s maximálním rozlišením snímacího čipu 1536 x 1056 px / 1 px \approx 13 μ m se softwarem PROFESSIONAL. Vyhodnocení vzniklé oblasti probíhá na základě hodnot tzv. intenzity fluorescence [F.U. - jednotky fluorescence], která se zobrazí jako fluorescenční mapa povrchu dané oblasti. [15]

Nejvhodnější použití přístroje je za účelem měření mastnoty na povrchu kovů, které samy o sobě nevykazují fluorescenci. V případě měření na jiném materiálu, než je kov, je nutné zjistit vlastnosti zkoumaného materiálu. Důležitým faktorem je zejména intenzita fluorescence daného materiálu. Takto je pak možné zařízení použít na měření v rámci plastů, skla, keramiky a dalších. [15]



Obrázek 21: Schéma zařízení Recognoil 2W [15]

Překlad: side view (= pohled z boku), VIS detektor (= VIS detektor), UV emitter (= zdroj UV záření), detector head (= snímací hlava detektoru), oil layer (= vrstva oleje (mastnoty)), base materiál (= základní zkoumaný materiál), substance fluorescence (= látka vykazující fluorescenci)

4 Praktická část

Praktická část této bakalářské práce je rozdělena do několika částí, které mají modifikovat zařízení Recognoil od společnosti TechTest s.r.o. a napomoci jeho vývoji pro účinné vyhledávání daktyloskopických stop pomocí UV-VIS spektroskopie. První část se zabývá testováním vhodného materiálu pro odstíněné okolního světla, kdy testovaný materiál by měl mít schopnost přilnout k tvarově složitějším předmětům (nosičům stop). Materiál, který by se dal připevnit na předsádku (adaptér pro zařízení Recognoil). Druhá část se věnuje úpravě materiálu (odmaštění) a jeho vlivu na výslednou intenzitu fluorescence. Ve třetí části je uveden návrh a vytvoření modelů předsádek pro zařízení Recognoil. Následuje kompletace předsádek a ověření jejich funkčnosti při nastavení zařízení Recognoil. Poslední část se věnuje vhodnosti využití metody UV-VIS spektroskopie pro zjišťování daktyloskopických stop před výstřelem a po vystřelení na nábojnicích za použití speciální předsádky na nábojnice.

4.1 Testování vhodného materiálu pro odstínění

Předsádka přístroje pro bezkontaktní vyhledávání daktyloskopických stop by měla být osazena materiálem, který by byl schopen odstínit okolní prostředí, neporušit povrch zkoumaného materiálu a zároveň by měl mít nízkou hodnotu intenzity fluorescence, kvůli zkreslení a ovlivnění stop. Zkoumaná vlákna pro předsádku by měla přilnout k tvarově složitějším předmětům (nosičům) a zajistit odstínění přístroje od okolního prostředí.

Při testování vláken štětců pro odstínění okolního prostředí byla zvolena jak přírodní vlákna, tak vlákna syntetická. Celé měření probíhalo v prostorách Výtvarných potřeb v Soukenické ulici 14 dne 29.3.2019. Testovalo se za pomoci přístroje Recognoil 2 W metodou měření intenzity fluorescence vláken štětců a černého pozadí (black glass) firmy TechTest s.r.o. Při měření bylo zařízení nastaveno na režim AUTO, což znamená, že jak délka expozice, tak nastavení citlivosti provádí systém přístroje automaticky bez jakéhokoliv zásahu.

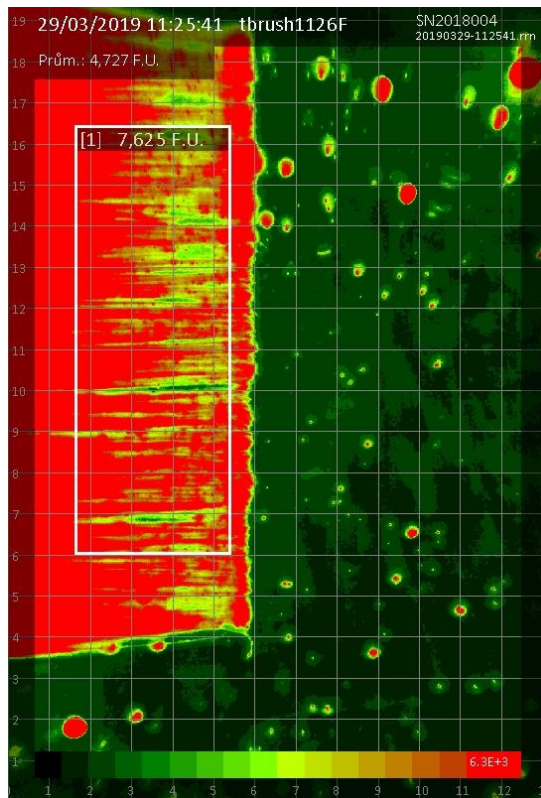
Počet testovaných variant: 35

Použité pozadí při měření: TechTest black glass 80x100mm

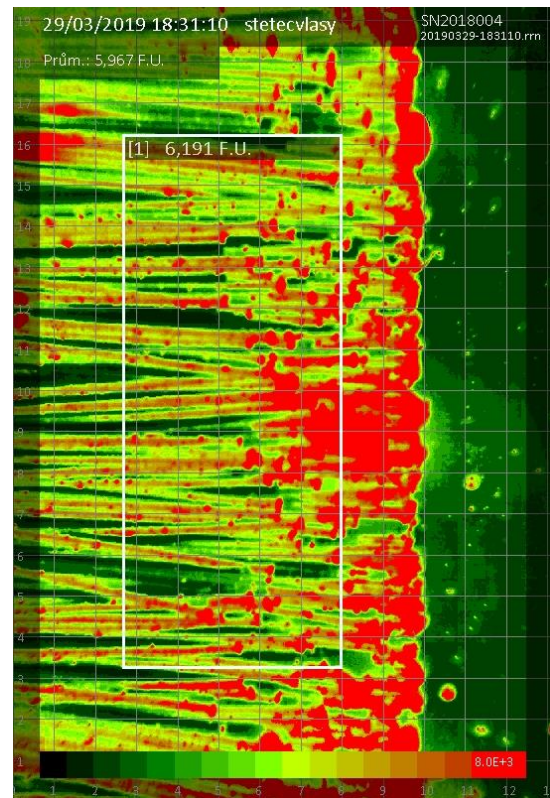
Tabulka 4: Hodnoty intenzity fluorescence vláken testovaných štětců

Výrobce	Označení	P/S*	Původ vláken	Intenzita fluorescence [F.U.]
Simply-T	IBERIS 2875	S	-	32 070
Simply-T	IBERIS 2610-S	S	-	29 036
Simply-T	FONTAINE 2450	S	-	32 772
Simply-T	KAZAN 12045	S	-	27 691
Simply-T	KAZAN 12016	S	-	30 772
Simply-T	ASTRA 9400-BGS	S	-	99 757
Simply-T	MAESTRO 1150-B	P	Bílé prasečí štětiny	5 871 374
Simply-T	KAZAN 2703	S	-	25 097
Simply-T	PYTHON 9100-B	S	-	63 656
t_brush	3005F	P	Volské ucho	241 684
t_brush	1008A	S	-	1 181 642
t_brush	1006F	S	-	28 242
t_brush	1075F	S	-	11 885
t_brush	840	S	-	138 565
t_brush	1126F	S	-	7 625
t_brush	X3011	S/P	Veverka a syntetika	27 693
t_brush	8055	P	Bělené prasečí štětiny	6 004 629
t_brush	2023FR	P	Prasečí štětiny	5 936 021
Raphael	KAERELL 8796	S	-	135 164
Raphael	PETIT GRIS PUR 916	P	Veverka	62 434
Raphael	PETIT GRIS PUR 903	P	Veverka	97 689
Raphael	TEXTURA 870	S		34 034
Raphael	KAERELL 8795	S		73 972
Raphael	PRECISION 8970	S		11 808
Raphael	D'ARTIGNY 3695	P	Bílé prasečí štětiny	5 860 515
Raphael	KEVRIN+ 3675	S/P	Prasečí vlákno a syntetika	4 490 505
Raphael	FRESCO 872	P	Sobolí chlup	188 461
Raphael	KOLINSKY GOLD 1872	P	Přírodní vlas	166 978
Raphael	SEPIA 8747	S	-	89 131
pebeo	COBRA 9591	S	-	67 266
pebeo	KOLINSKY 9565	P	Přírodní vlas	194 714
-	Brown Polyamid 75	S	-	190 651
-	Prachovka	S	-	121 865
-	Štětec na barvení vlasů	S	-	6 191
Framesi	Štětec na barvení vlasů	S	-	68 525

*typ vláken P=přírodní, S=syntetický



Obrázek 22: Fluorescenční mapa štětce t_brush 1126 F



Obrázek 23: Fluorescenční mapa štětce na vlasy

4.1.1 Diskuze výsledků měření fluorescence vláken štětců

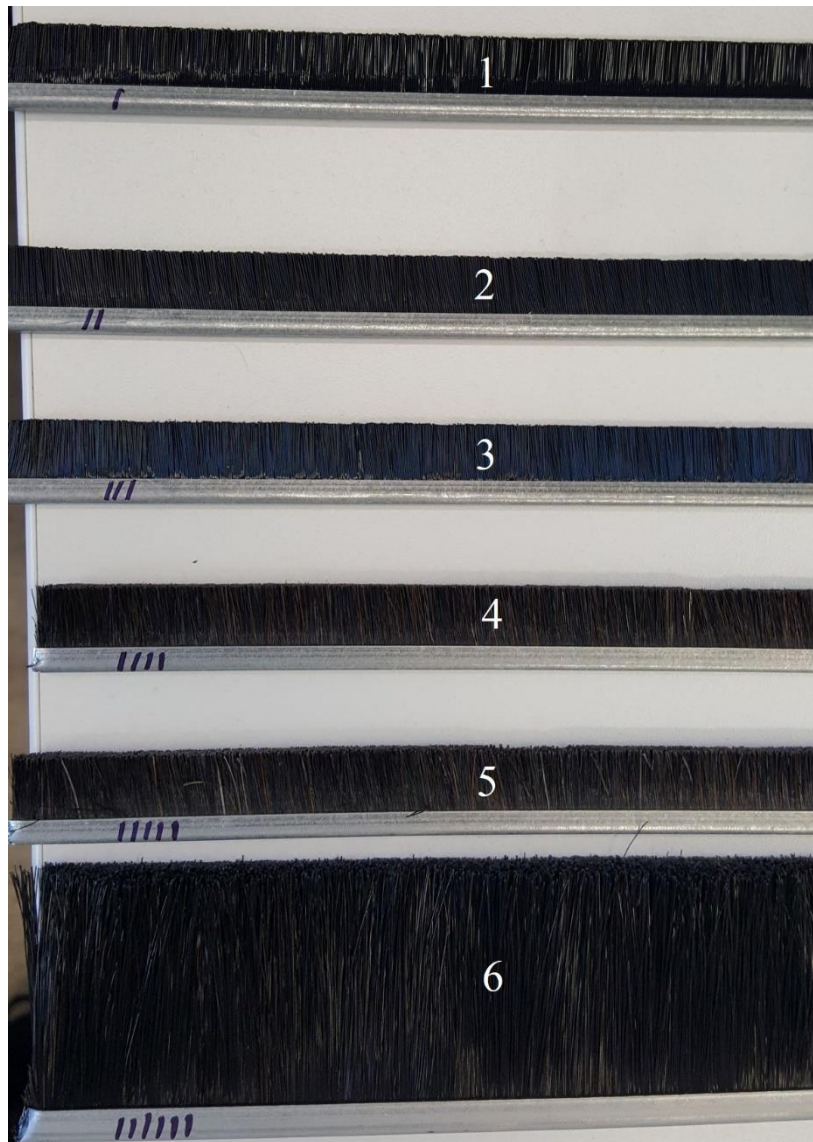
Z provedených měření žádné z testovaných vláken štětců nemělo dostatečně nízkou intenzitu fluorescence pro využití jako materiál pro odstínění. Vysoká intenzita fluorescence mohla být způsobena úpravou vláken štětce za pomoci roztoku arabské gumy (ovlivnění intenzity fluorescence roztokem), popřípadě jiného roztoku, který se používá na fixaci vláken štětce při přepravě a skladování. Vzorek s nejnižší hodnotou byl vzorek od firmy t_brush 1126 F a obyčejný štětec na barvení vlasů.

Z měření intenzity fluorescence vláken štětců lze vypočítat vysokou intenzitu fluorescence u štětců z přírodních vláken (nejnižší 62 434 F.U.) a nízkou intenzitu fluorescence u syntetických vláken (nejnižší 6 191 F.U.). Pro další testování je vhodné zaměřit se na syntetická vlákna.

Další část materiálů byla testována na Fakultě strojní ČVUT. Jednalo se o testování materiálů štětin kartáčových těsnících lišt. Bylo objednáno 6 typů kartáčových lišt (kartáčové těsnící lišty, 5x krátké a 1x dlouhé) od firmy Kartáčovna Koloveč, spol. s.r.o., které měly různé složení vláken a rozdílné vlastnosti. Testovala se intenzita fluorescence pomocí zařízení Recognoil.

Tabulka 5: Materiály vláken osazení

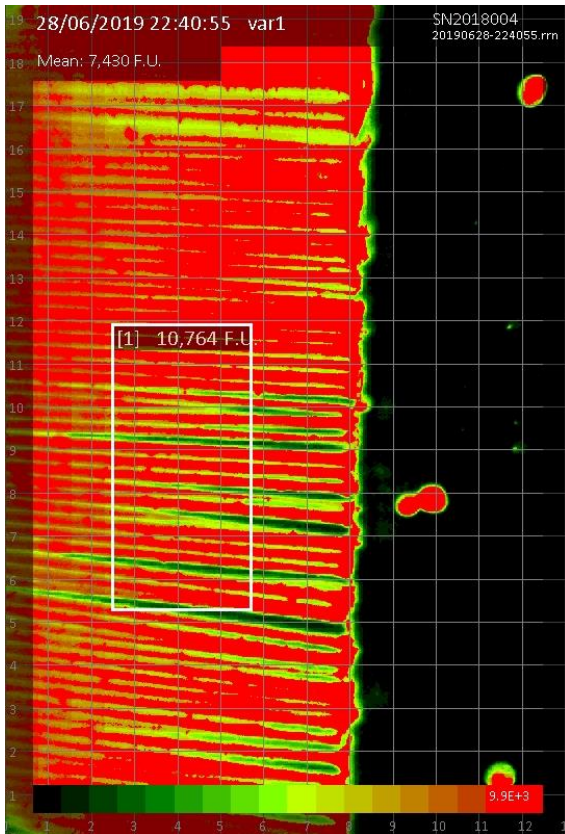
Plastová vlákna – Polyamid 6	Silon/Nylon-antistatický (1) Silon/Nylon-elektro-vodivý (2) (6) Silon/Nylon (3)
Živočišná vlákna	Žíně (4)
Směsi	50 % žíně 50 % polyamid (5)



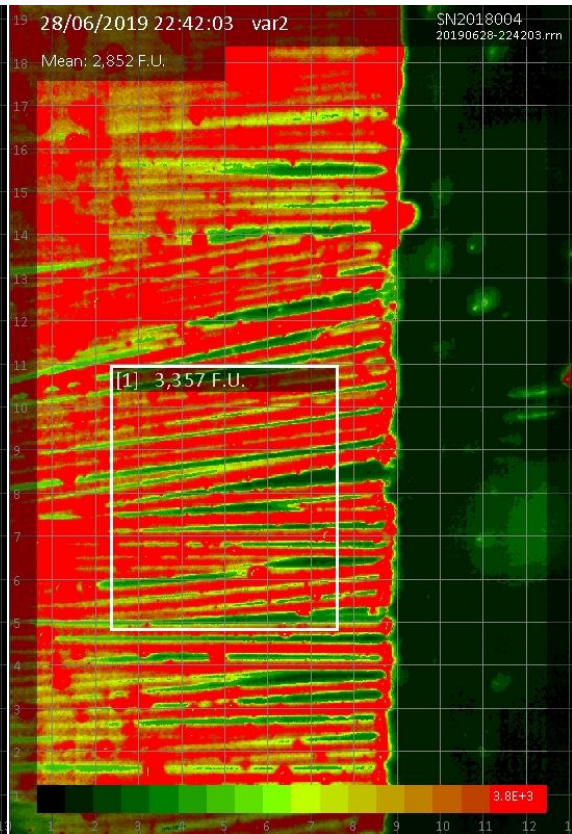
Obrázek 24: Kartáčové těsnící lišty

Tabulka 6: Intenzita fluorescence vláken osazení

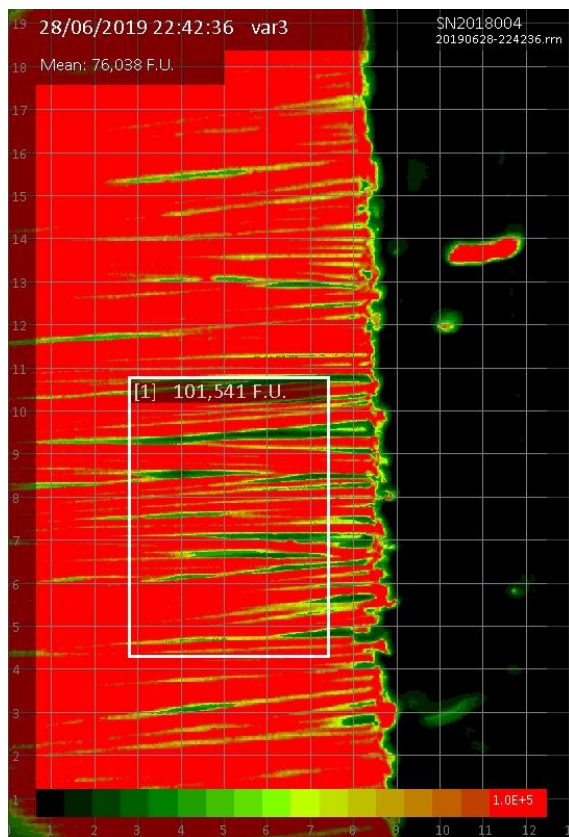
Typ vlákna	Intenzita fluorescence [F.U.]
1 Silon/Nylon-antistatický (Polyamid 6)	10 764
2 Silon/Nylon-elektro-vodivý (Polyamid 6)	3 357
3 Silon/Nylon (Polyamid 6)	101 541
4 Žíně	144 933
5 50 % žíně 50 % polyamid	131 238
6 Silon/Nylon-elektro-vodivý (Polyamid 6)	2 227



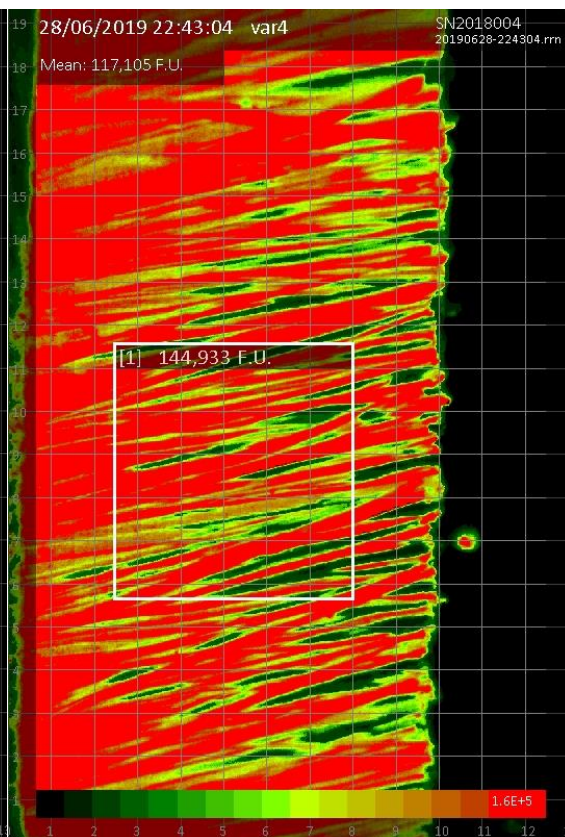
Obrázek 25: 1 Silon/Nylon-antistatický



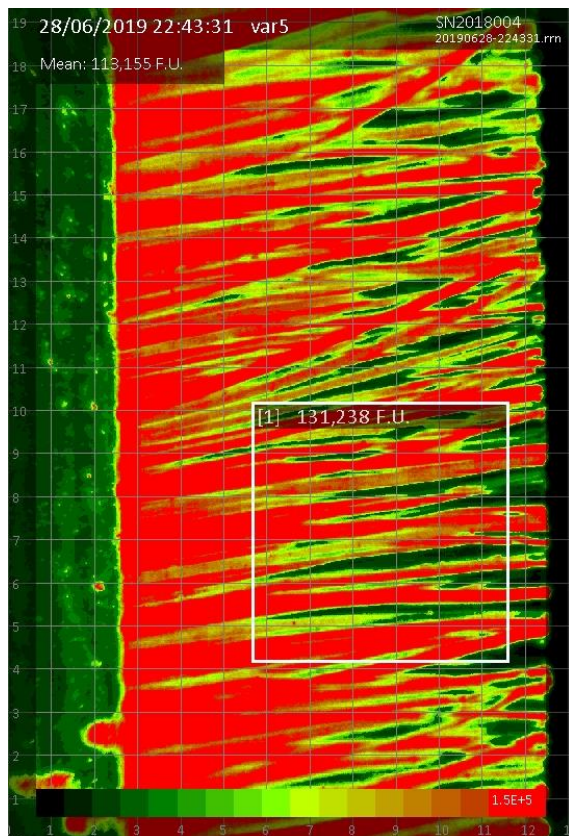
Obrázek 26: 2 Silon/Nylon-elektro-vodivý



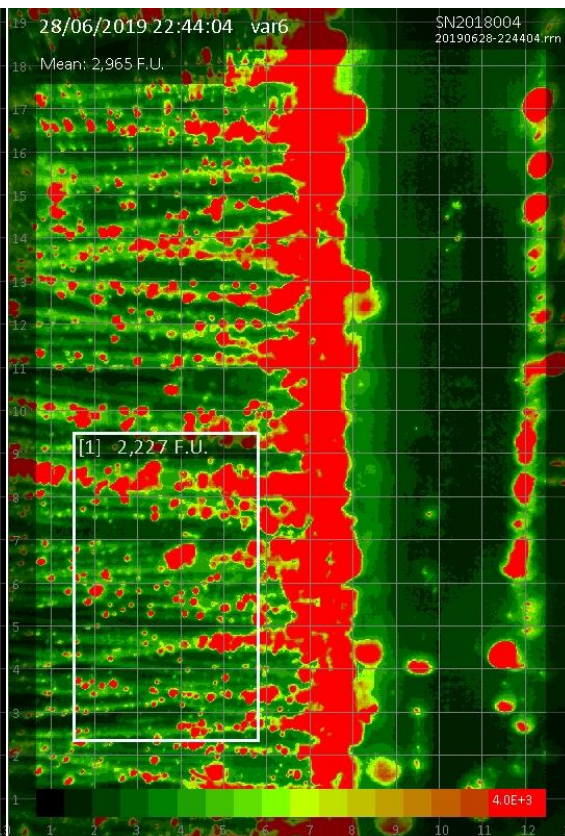
Obrázek 27: 6 Silon/Nylon



Obrázek 28: 4 žíně



Obrázek 29: 5 50 % žíně 50 % polyamid



Obrázek 30: 6 Silon/Nylon-elektro-vodivý

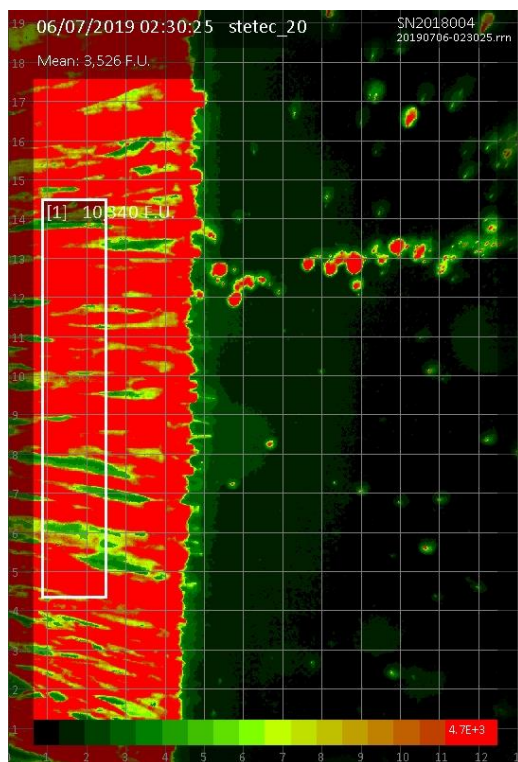
4.1.2 Diskuze výsledků měření fluorescence syntetických vláken

Z testovaných materiálů výměnných těsnících lišt vyšly nejlépe vzorky č.2 Silon/Nylon- elektro-vodivý a vzorek č.6. Nízká intenzita fluorescence elektro-vodivého Silon/Nylon materiálu přímo odpovídá teorii luminiscence, kdy látky s dobrou elektrickou vodivostí (vodiče) mají nízkou intenzitu fluorescence. Pro další měření a testy předsádek byl vybrán vzorek č.2 s krátkými štětinami a vzorek č.6 s dlouhými štětinami.

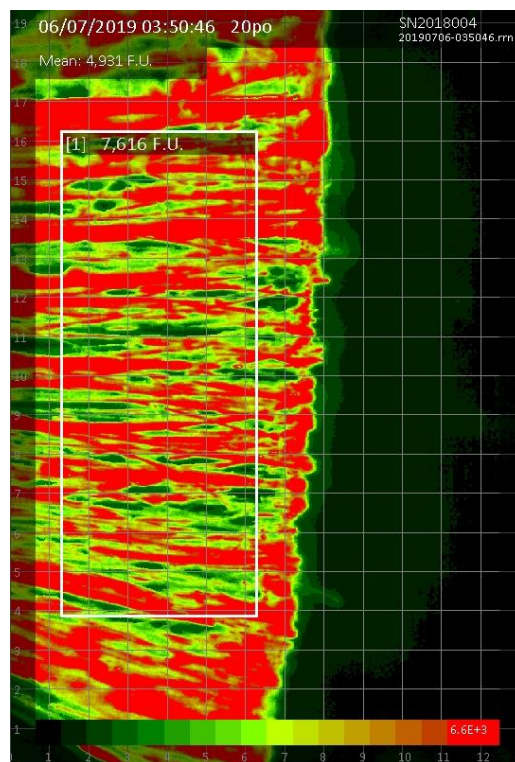
4.2 Odstranění vlivu arabské gumy (odmaštění)

Intenzita fluorescence testovaných štětců může být způsobena úpravou vláken štětce za pomoci roztoku arabské gumy, který se používá na fixaci vláken štětce při přepravě a skladování. Byli proto zakoupeny 2 štětce pro měření intenzity fluorescence po jejich odmaštění. První štětec byl obyčejný štětec velikosti 20 (syntetické štětiny) a druhý štětec byl od firmy Da Vinci velikosti 24 (přírodní štětiny – české hovězí).

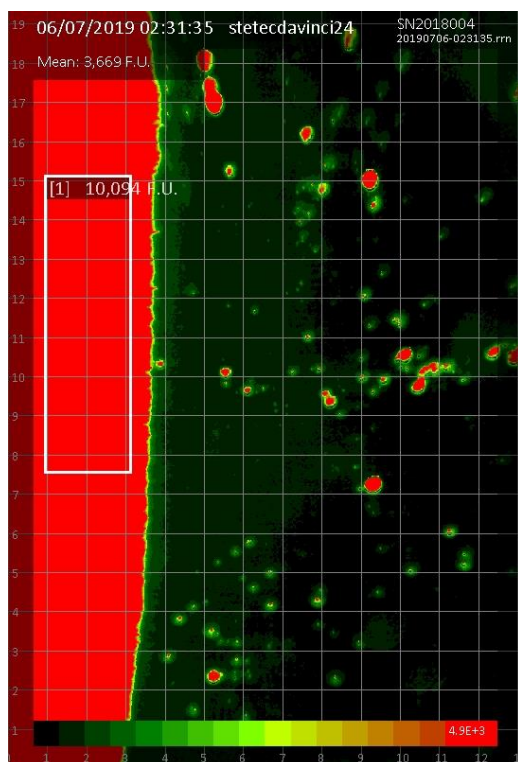
Štětce byly změřeny na intenzitu fluorescence před odmaštění a po odmaštění. Odmaštění probíhalo v několika krocích. Štětiny byly řádně umyty mýdlem pod tekoucí teplou vodou, dále ponechány několik minut ponořené v technickém lihu a poté několik minut v benzínové směsi ČIKULI (cyklohexan, pentan, uhlovodíky, C6, isoalkany, < 5 % n-hexanu, uhlovodíky, C6-C7, isoalkany, cyklické, < 5 % n-hexanu). Jako poslední následoval oplach v demineralizované vodě a sušení na vzduchu.



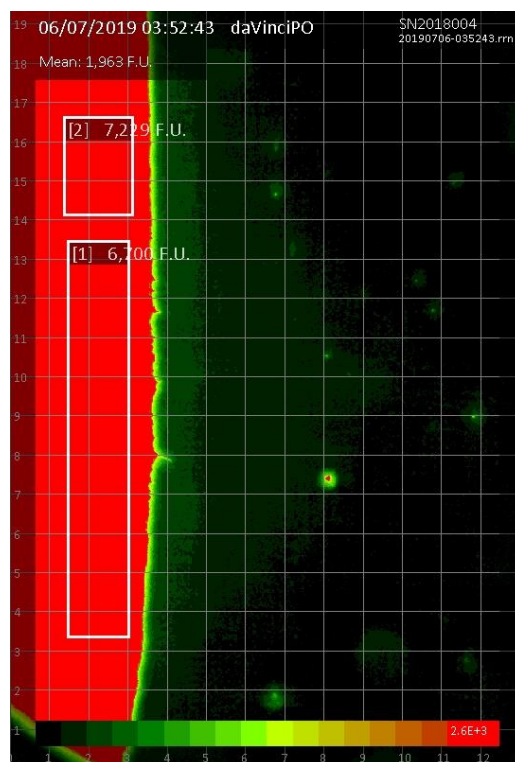
Obrázek 31: Štětec 20 před odmaštěním



Obrázek 32: Štětec 20 po odmaštění



Obrázek 33: Štětec Da Vinci před odmaštěním



Obrázek 34: Štětec Da Vinci po odmaštění

Tabulka 7: Intenzita fluorescence vybraných štětců před a po odmaštění

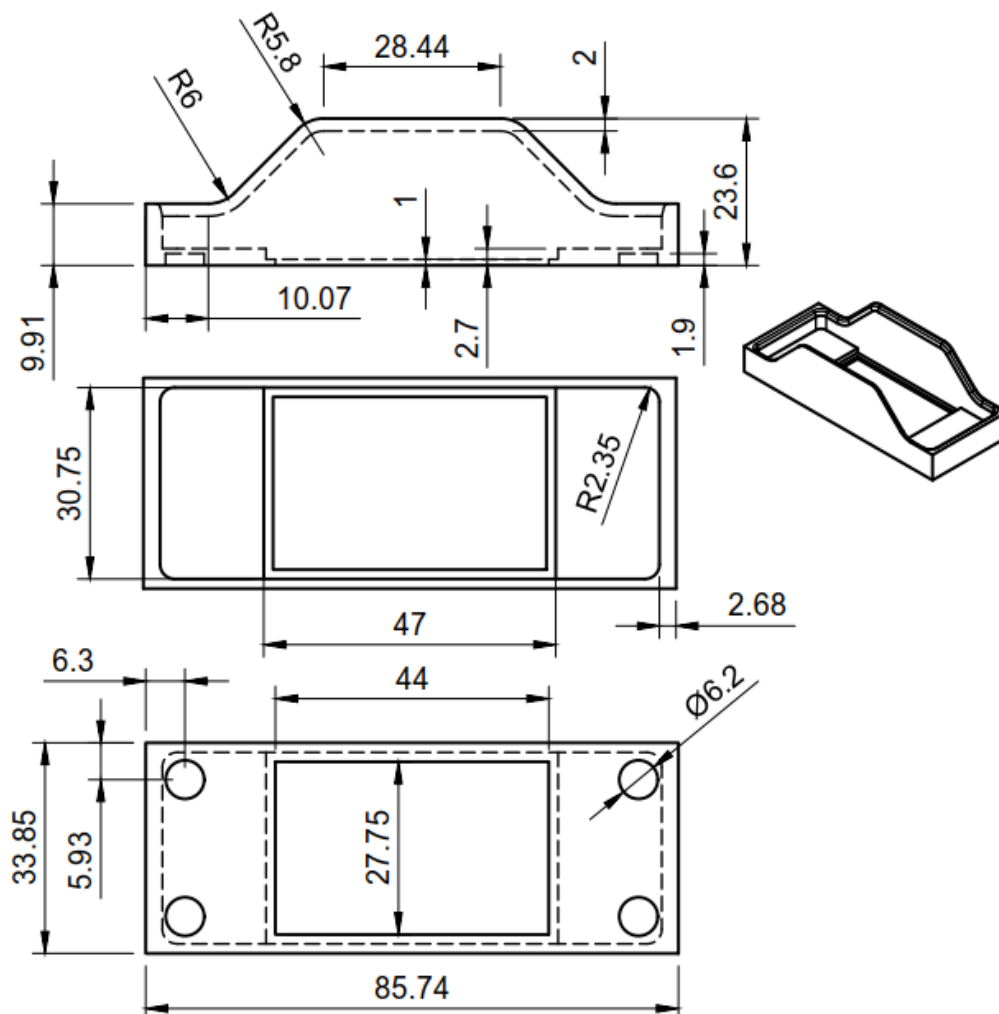
Vzorek	Intenzita fluorescence [F.U.]	Intenzita fluorescence [F.U.]
	Před odmaštěním	Po odmaštění
Štětec 20	10 340	7 616
Da Vinci 24	10 091	6 700

4.2.1 Diskuze výsledků měření fluorescence vláken štětců po odmaštění

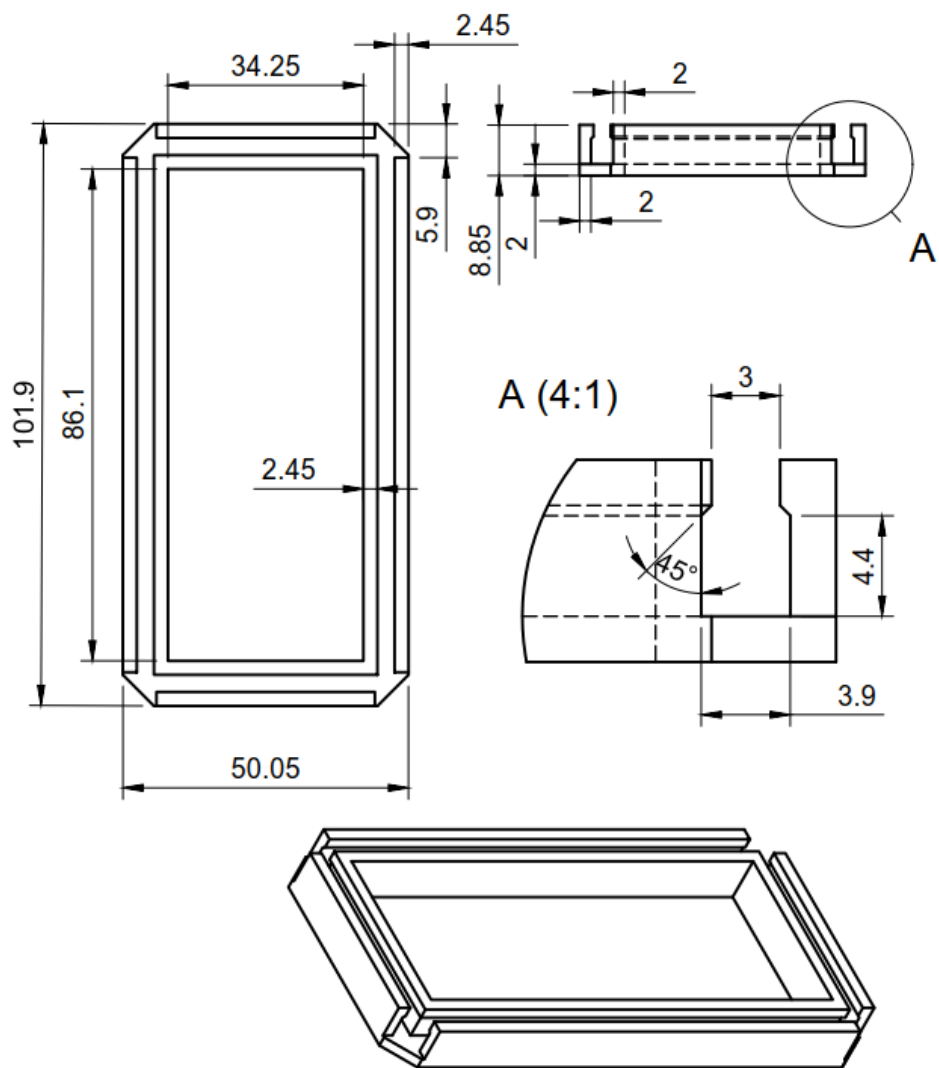
Z provedeného měření vyplývá, že odstraněním ochranné (fixační) vrstvy arabské gumy pomocí odmaštění se sníží intenzita fluorescence o cca 3000 jednotek [F.U.]. Bohužel snížení intenzity není tak významné, aby bylo možné materiály využít pro odstínění zařízení Recognoil. Je také nutno zmínit, že štětiny u štětce Da Vinci 24 byly syntetického původu a štětiny u štětce 20 byly přírodní (české hovězí).

4.3 Návrh předsádky

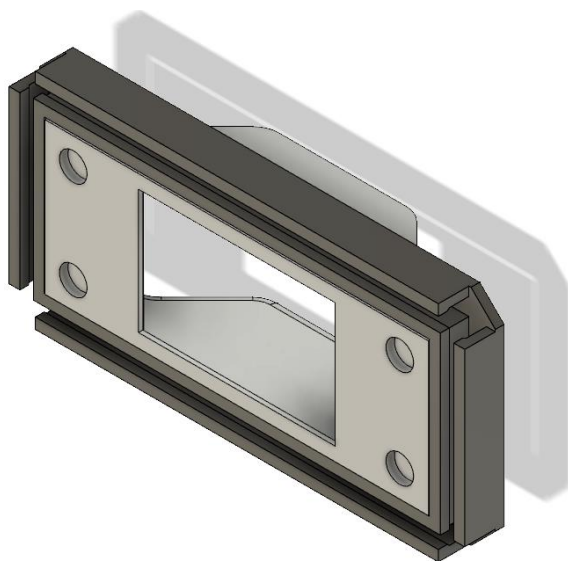
Návrh a následné modelování předsádek bylo vytvořeno v programu Autodesk Fusion 360 od firmy Autodesk, Inc. Předsádky byly modelovány, tak aby je bylo možné nasadit na zařízení Recognoil bez dalších pomocných prvků. Samotná předsádka je rozdělena na dvě části s ohledem na 3D tisk, taky aby se nemuselo využívat podpor a jiných výztuh. První část předsádky (vnitřní část) má tvar navržený, tak aby přesně a těsně dosedl na zařízení a dala se přichytit pomocí magnetů k zařízení. Druhá část předsádky (vnější část) má na každé straně drážku pro nasazení výměnných těsnících lišt. Při modelování bylo nutné dbát na tloušťky stěn, tak aby předsádka měla dostatečnou pevnost a bylo možné na ní nasadit těsnící lišty.



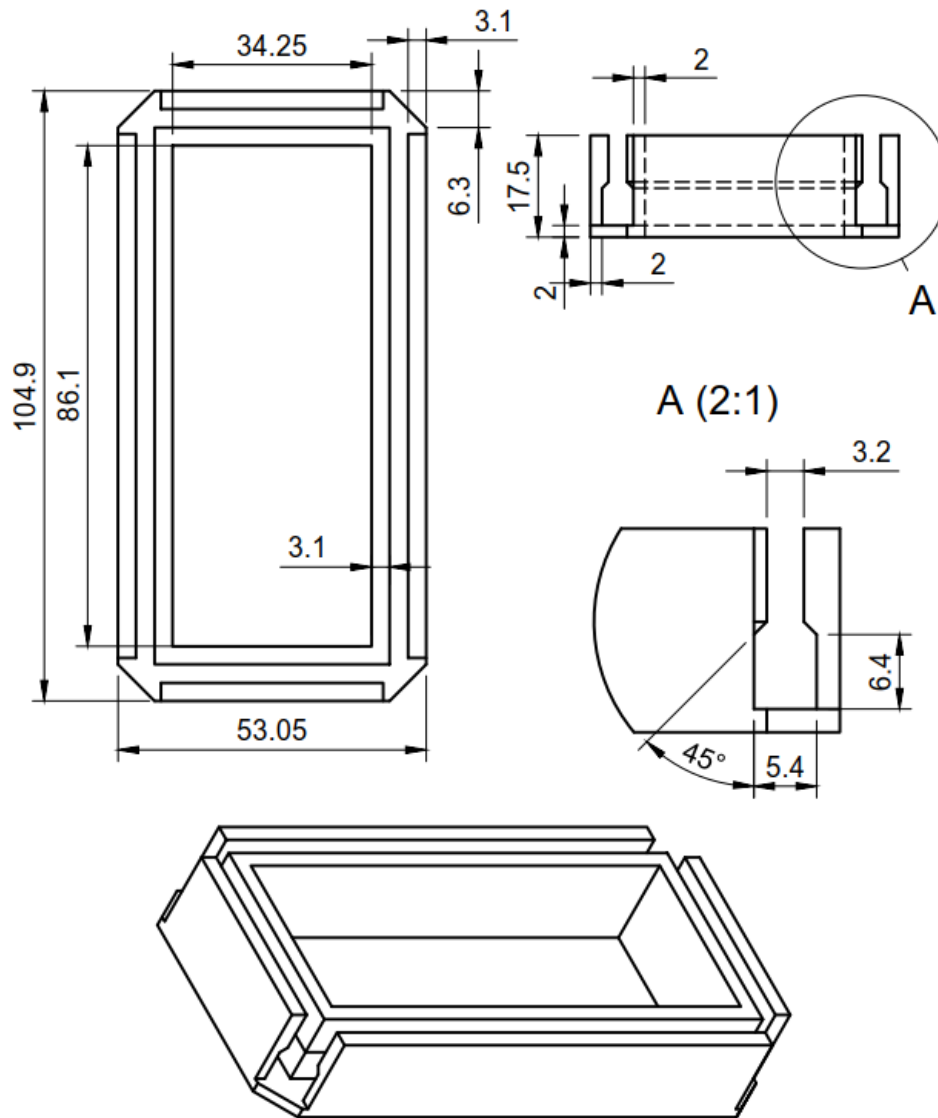
Obrázek 35: Vnitřní část předsádky



Obrázek 36: Vnější část předsádky pro lišty s krátkým vláknem osazení



Obrázek 37: Spojené části předsádky dohromady



Obrázek 38: Vnější část předsádky pro lišty s dlouhým vláknem osazení

Vnější část předsádky byla vymodelována ve dvou variantách. První varianta je pro lišty (3,5 x 4 mm) s krátkým vláknem osazení. Druhá varianta je pro lišty (5 x 6 mm) s dlouhým vláknem osazení. Drážky u modelů předsádek byly uzpůsobeny tak aby bylo možné lišty bez problémů nasadit a vyndat. Jednotlivé modely byly vyexportovány jako .step soubory, tak aby bylo možné je, případně upravit v libovolném CAD programu. Následovalo převedení do STL formátu pro 3D tisk.

4.3.1 Ověření funkce předsádky

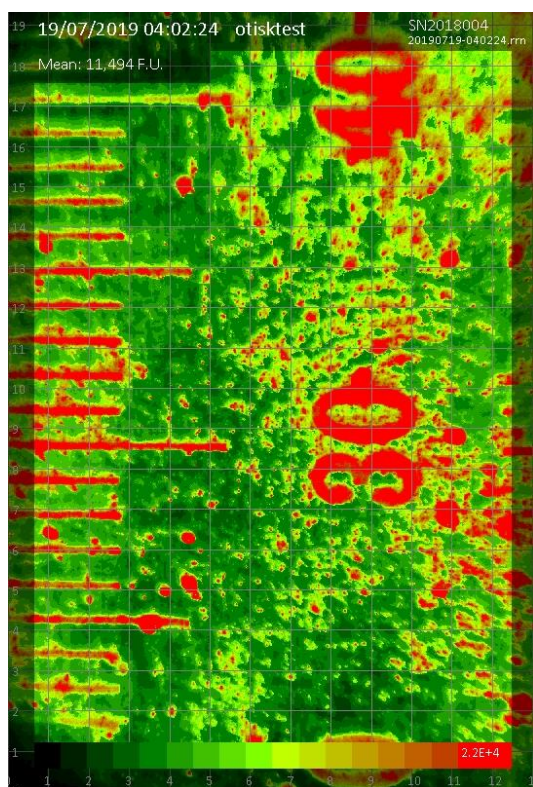
Vytisknuté části předsádek bylo nutné spojit dohromady a nasadit těsnící výměnné lišty do drážek. Zkontrolovat, zda všechno dosedá a těsní, nic není volně a nemůže se uvolnit. Následovalo nasazení na průmyslové zařízení Recognoil a ruční ostření objektivu, dokud se nedosáhlo dostatečného zaostření pro měření. Měření probíhalo v laboratoři na FS ČVUT. Měření mělo dvě části. První část nalezení a zachycení otisku prstu na pravítku při denním světle za pomoci předsádky se štětinkami, doostření objektivu, vyhodnocení kvality otisku a kvalitu odstínění. Druhá část obsahovala měření na kovové destičce, nalezení otisku prstu a přejetí po vzorku pomocí předsádky se štětinkami 1krát nebo vícekrát (v našem případě 30krát). Následovalo vyhodnocení stopy, zdali je otisk předsádkou znehodnocen či nikoliv.



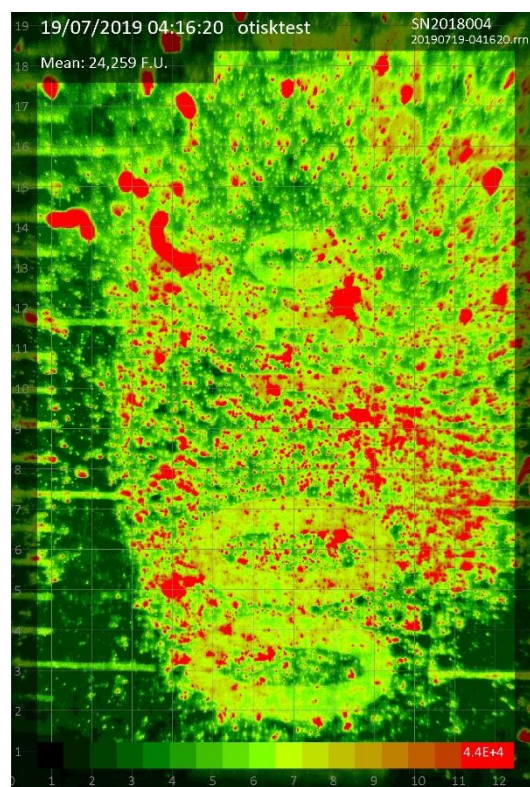
Obrázek 39: Sestavená předsádka s výměnnými lištami a nasazená na zařízení Recognoil



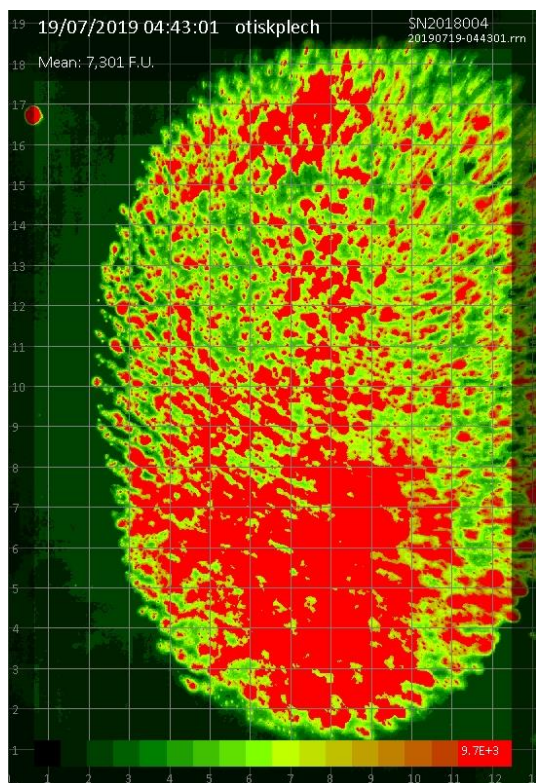
Obrázek 40: Zařízení s předsádkou s výměnnými lištami (dlouhé vlákno osazení)



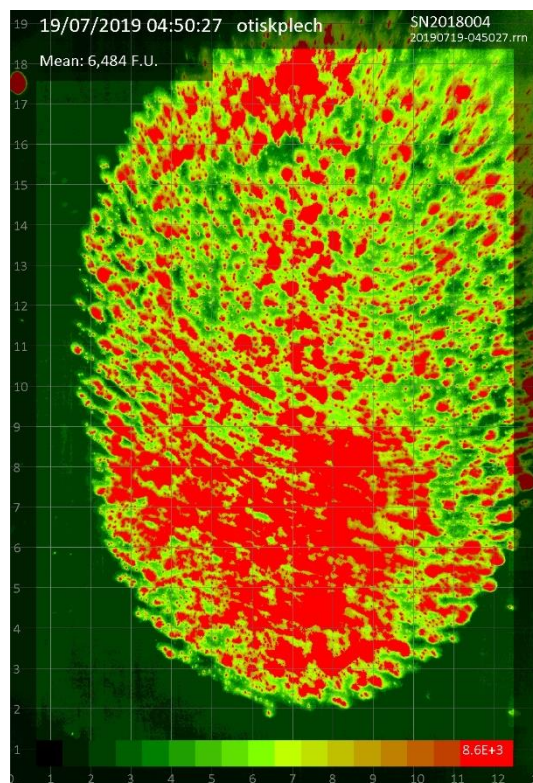
Obrázek 41: Částečný otisk na pravítku



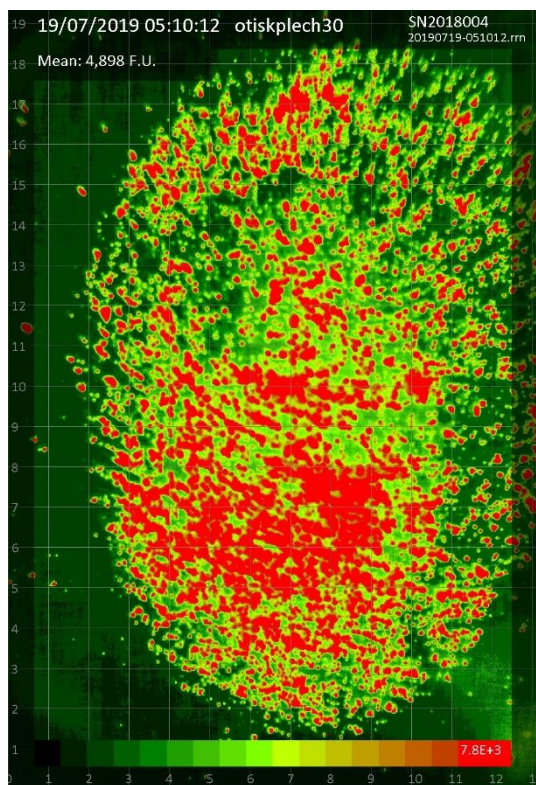
Obrázek 42: Druhý otisk nalezený na pravítku



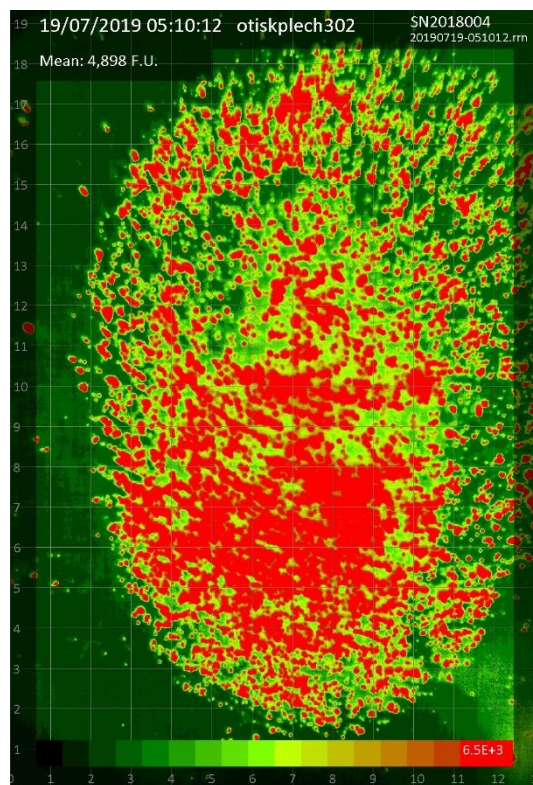
Obrázek 43: Otisk na kovové destičce



Obrázek 44: Otisk na kovové destičce po škrábání štětinami



Obrázek 45: Otisk po hrubém škrábání štětinami (opakované 30x)



Obrázek 46: Otisk po opakovaném škrábání

4.3.2 Diskuze výsledků k ověření funkce předsádky

Využití předsádek s výměnnými lištami splnilo cíl pro odstínění okolního světla. Předsádku s krátkým vláknem osazení lze používat na rovinné plochy předmětů a předsádku s dlouhým vláknem osazení lze používat na tvarově složitější plochy, díky poddajnosti vláken. Problém nastával kvůli nedostatečnému osvětlení plochy pomocí UV diod, jelikož není možnost, jakkoliv u nich nastavovat polohu, měnit směr a plochu osvětlení. Z toho důvodu nejsou pořízené snímky natolik kvalitní jako při použití standardního nastavení přístroje na fixní vzdálenost mezi objektivem a snímanou plochou. Na snímcích pravítka jsou proto vidět pouze částečné otisky.

V druhé části se povedlo zachytit snímek otisku prstu v dostatečné kvalitě pro testování na porušení otisku. Na snímku (Obrázek 44.) je vidět otisk po přejetí štětinami pouze jednou a na dalších snímcích (Obrázek 45. a 46.) po přejetí otisku 30x po sobě hrubou silou. Ze snímků je patrné, že poškození otisku po jednom přejetí štětinami je nulové a nedochází tedy k porušení otisku. Po hrubém škrábání otisku štětinami (30x po sobě) je vidět změna v otisku prstu, kdy se části otisku znehodnotily, to ale může být způsobeno i nedostatečným osvětlením vyhodnocované plochy, kdy přístroj není schopen zachytit luminiscenci správně a papilární linie tak vykreslit v plné kvalitě.

4.4 Ověření vhodnosti metody UV-VIS na nábojnicích

Tato část se zabývá sběrem latentních stop na nábojnicích a ověření vhodnosti metody UV-VIS spektroskopie pro účel sběru latentních stop z nábojnic. Pro měření byly využity standartní nábojnice 9 mm v celkovém počtu 10 kusů.

První část experimentu testovala nábojnice, na kterých byly otisky pouze vlastního složení potně-tukové substance, otisky za použití krému Nivea na prstech a otisky zhotovené použitím včelího vosku na prstech. Byly vyhotoveny snímky otisku prstu na jednotlivých nábojnicích před jejich výstřelem a pak bezprostředně po výstřelu. Vyhodnocovala se kvalita stop před výstřelem a po výstřelu nábojnic.

Druhá část experimentu spočívala v tom, že na nábojnicích byly nejdříve udělány otisky prstu a místo, kde se nalézá otisk bylo označeno permanentním fixem. Poté za pomoci speciální předsádky na nábojnice a přístroje Recognoil byly vyhotoveny snímky otisku

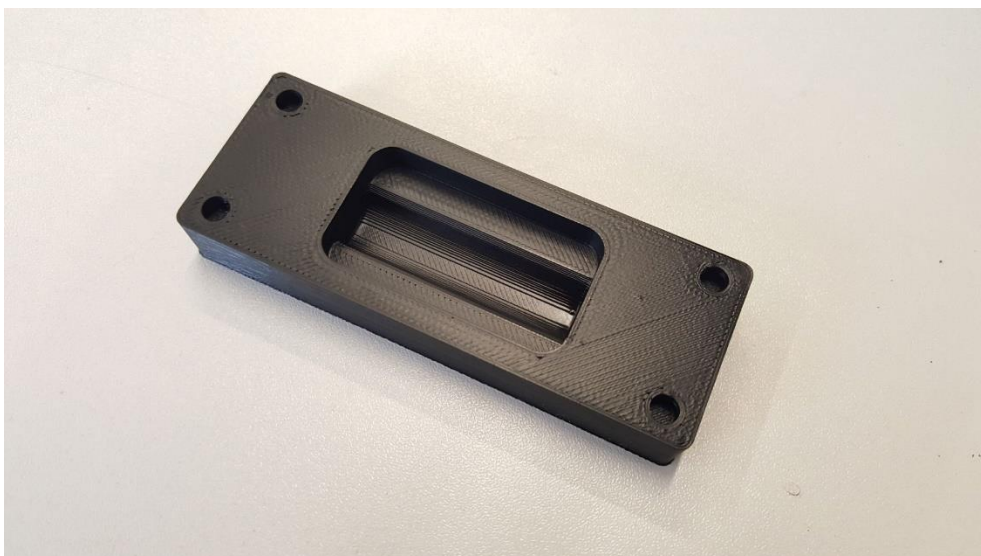
prstu na jednotlivých nábojnicích před jejich výstřelem. Otisky byly zhotoveny dne 22.5.2019 a stejně tak jejich zachycení na jednotlivé snímky.

K samotnému vystřelení nábojů došlo dne 27.6.2019 a nábojnice byly pečlivě sesbírány pomocí rukavic, tak aby nedošlo k porušení stop.

Dne 9.7.2019 bylo provedeno měření s cílem nalezení a zhodnocení kvality otisků na nábojnicích, a ověření vhodnosti metody UV-VIS spektroskopie pro tento účel.

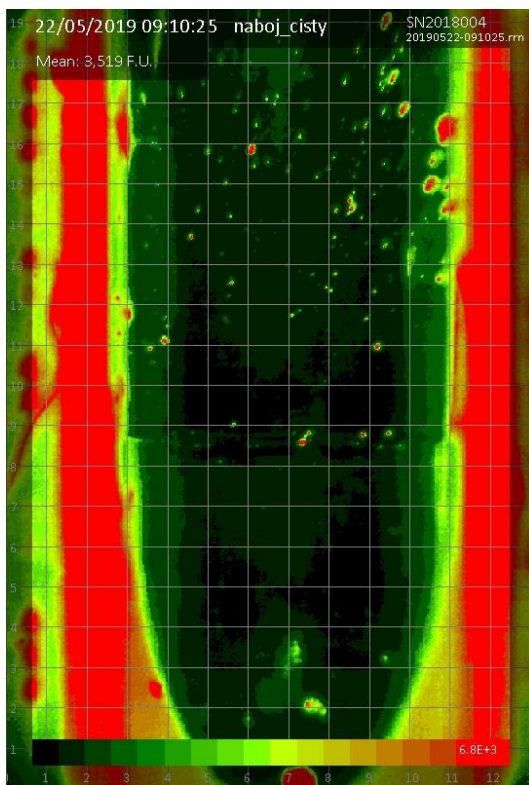


Obrázek 47: Zhotovení otisků pomocí včelího vosku



Obrázek 48: Speciální předsádka pro testování nábojnic

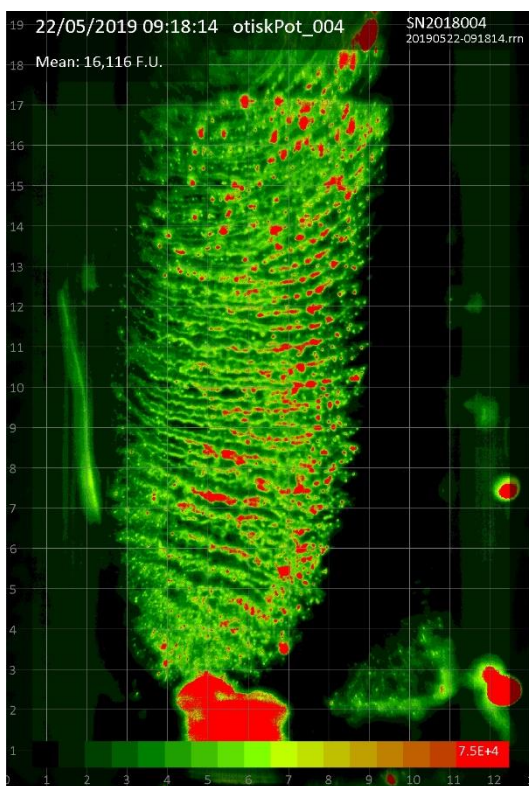
První část experimentu na nábojnicích



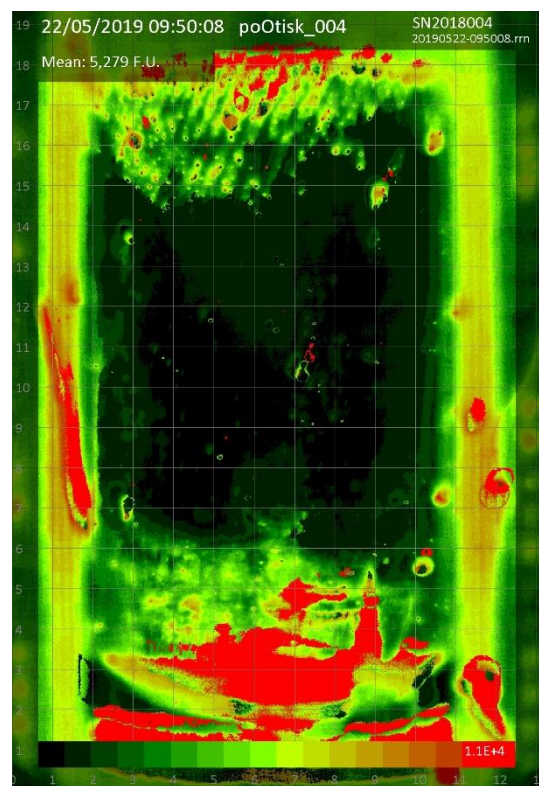
Obrázek 49: Čistá nábojnice s projektilem



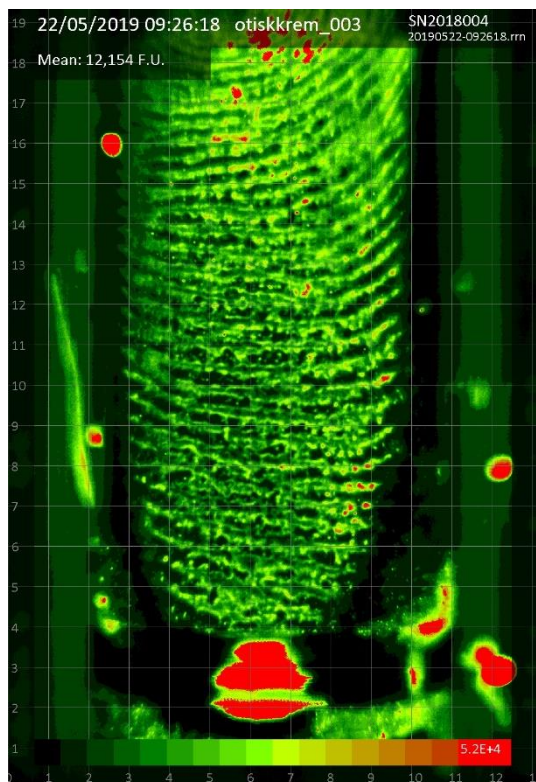
Obrázek 50: Testování nábojnic pomocí speciální předsádky a zařízení Recognoil



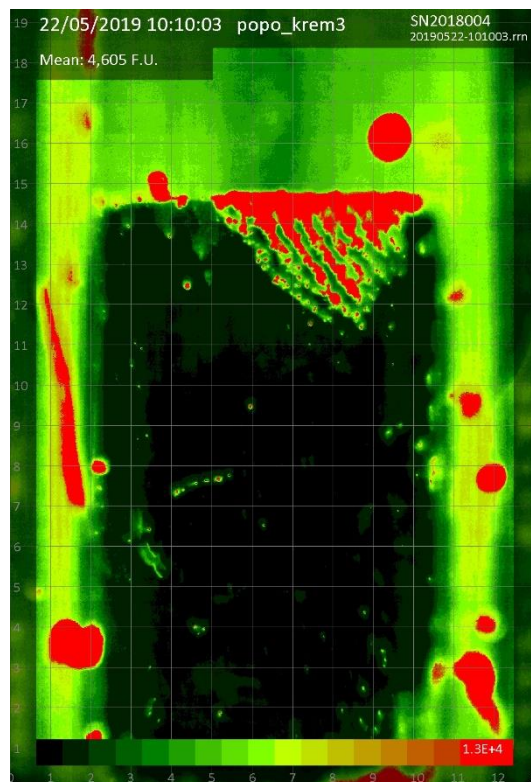
Obrázek 51: Otisk na nábojnici před výstřelem



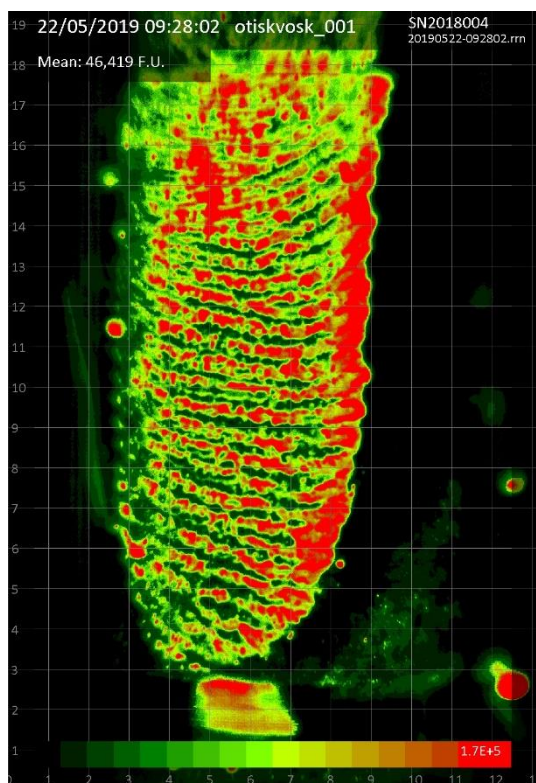
Obrázek 52: Otisk na nábojnici po výstřelu



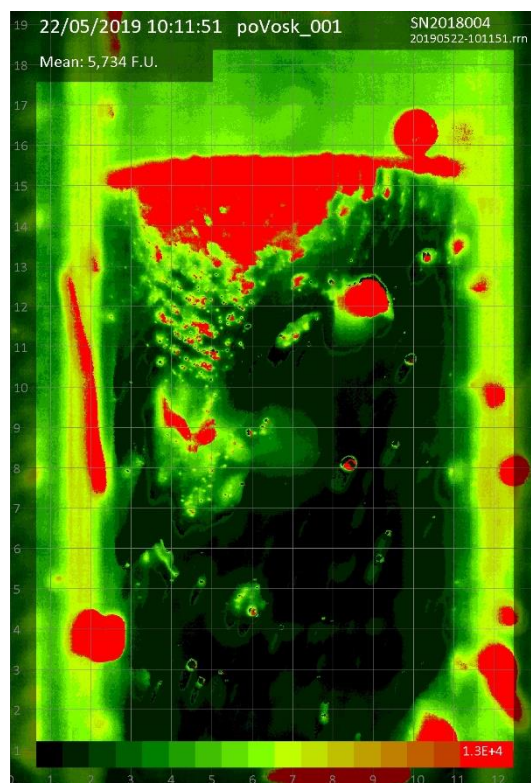
Obrázek 53: Otisk (krém) na nábojnici před výstřelem



Obrázek 54: Otisk (krém) na nábojnici po výstřelu



Obrázek 55: Otisk (vosk) na nábojnici před výstřelem

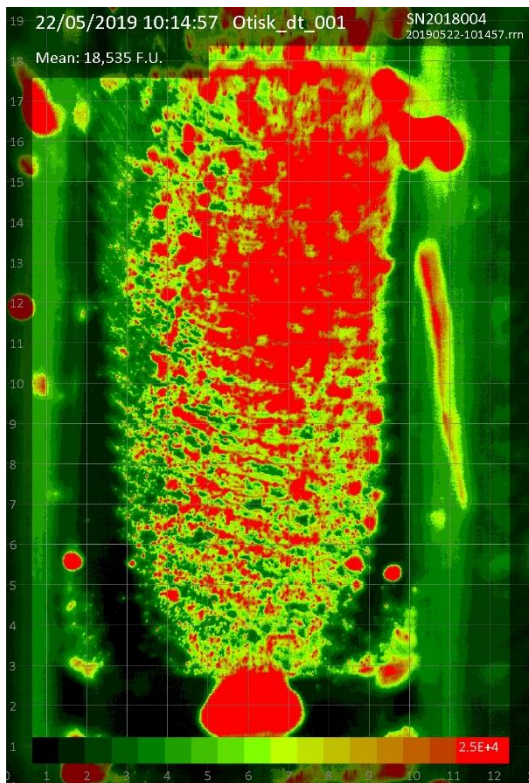


Obrázek 56: Otisk (vosk) na nábojnici po výstřelu

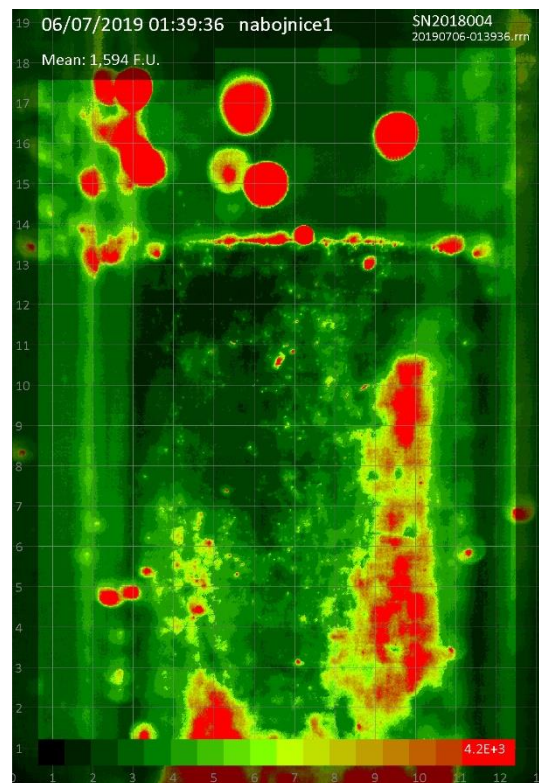
4.4.1 Diskuze výsledků měření kvality otisků prstů

Z výsledných snímků před výstřelem je vidět rozdíl v hodnotách intenzity fluorescence stopy mezi otiskem vytvořeným za pomoci vosku a obyčejným otiskem (pot). Voskový otisk je výraznější a má větší intenzitu fluorescence. Mezi otisky (pot) a otisky za použití krému Nivea je rozdíl nepatrný ve prospěch standardního otisku (pot) s vyšší intenzitou fluorescence. Ze snímků po výstřelu nábojnic je vidět minimální zůstatek otisku prstu u všech vzorků. Otisky jsou jen částečně a špatně vyhodnotitelné.

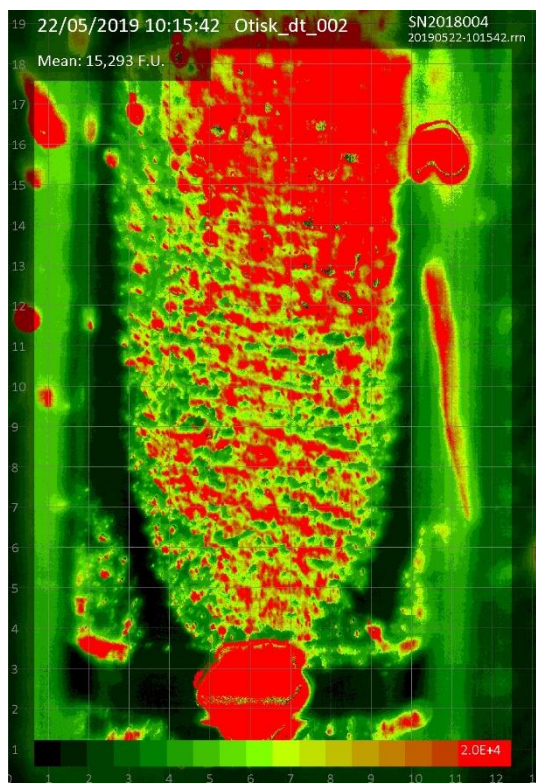
Druhá část experimentu na nábojnicích



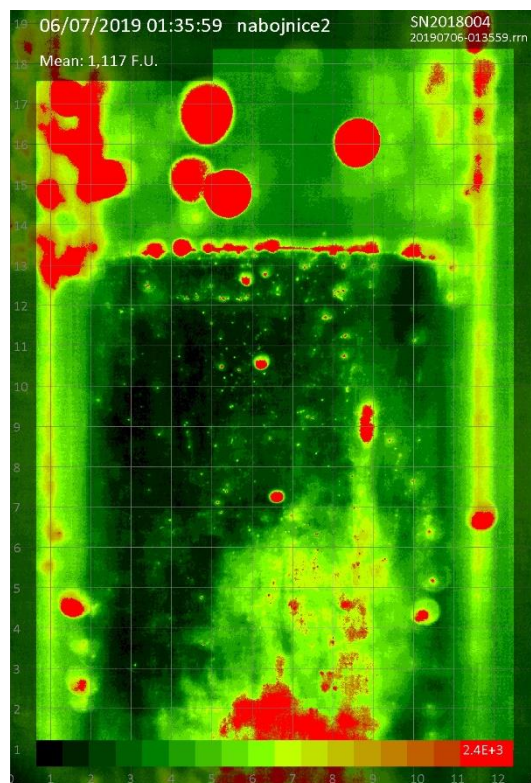
Obrázek 57: Stopa na nábojnici č.1 před vystřelením



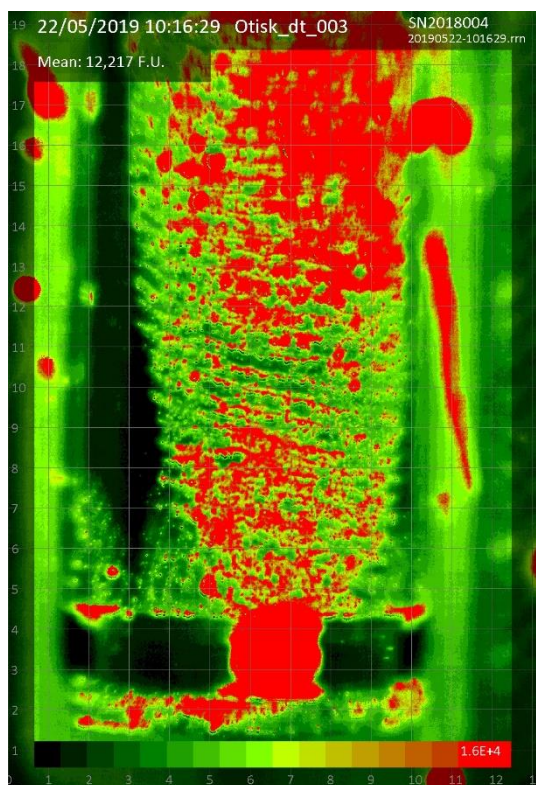
Obrázek 58: Stopa na nábojnici č.1 po vystřelení



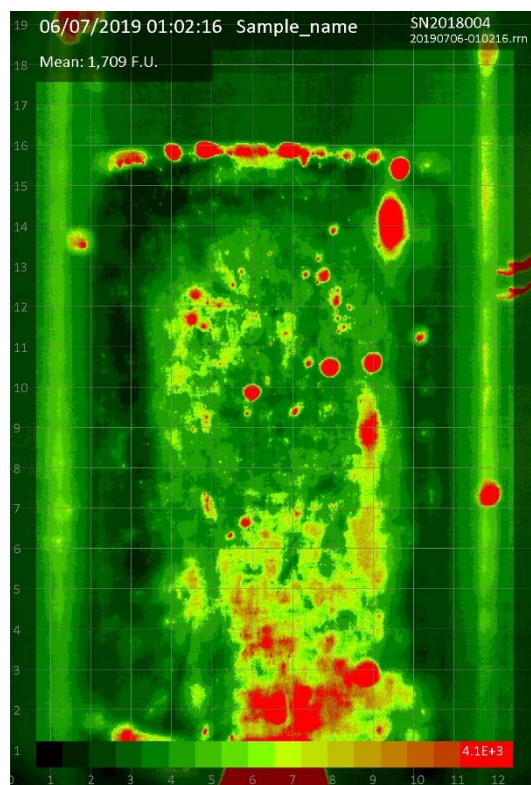
Obrázek 59: Stopa na nábojnici č.2 před vystřelením



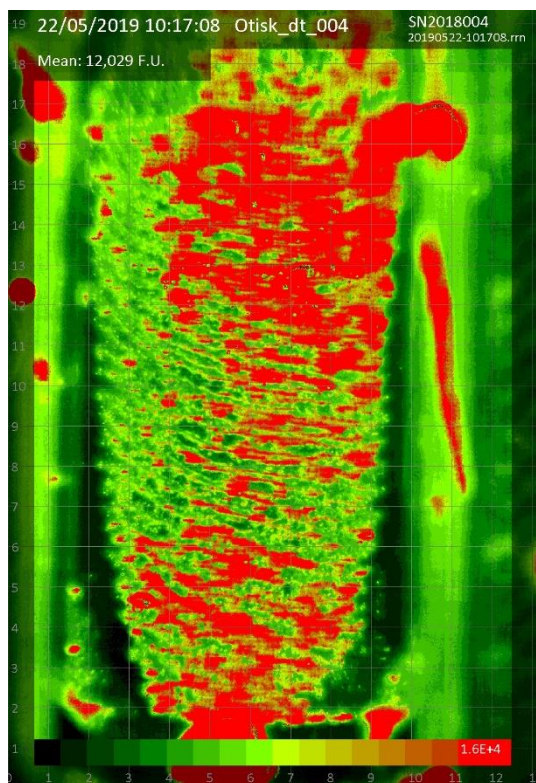
Obrázek 60: Stopa na nábojnici č.3 po vystřelení



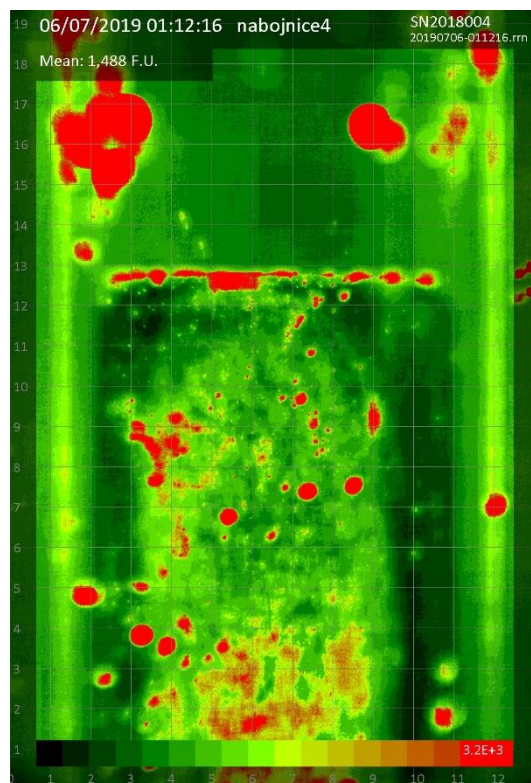
Obrázek 61: Stopa na nábojnici č.3 před vystřelením



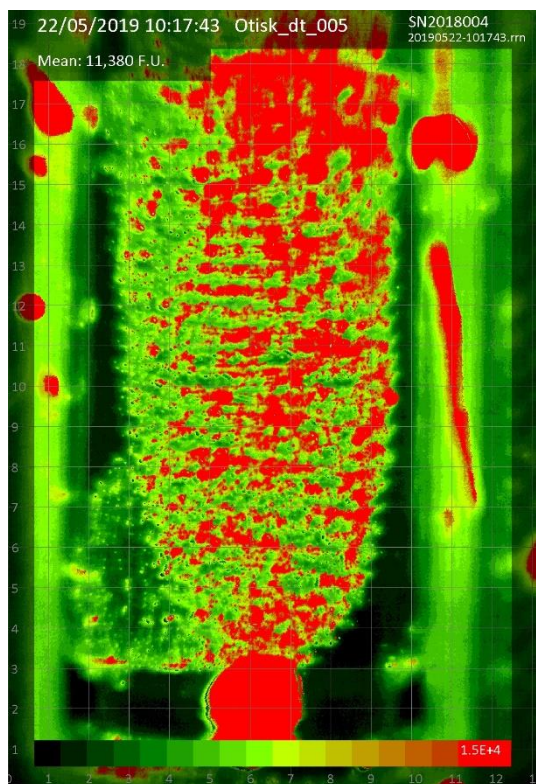
Obrázek 62: Stopa na nábojnici č.3 po vystřelení



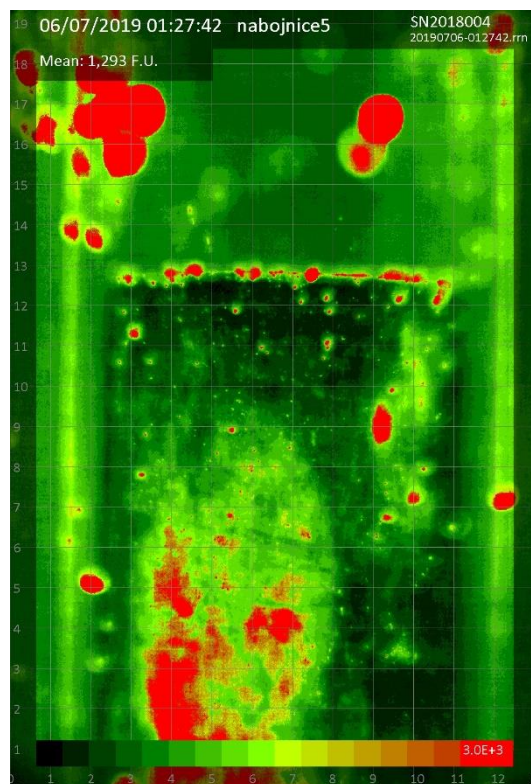
Obrázek 63: Stopa na nábojnici č.4 před vystřelením



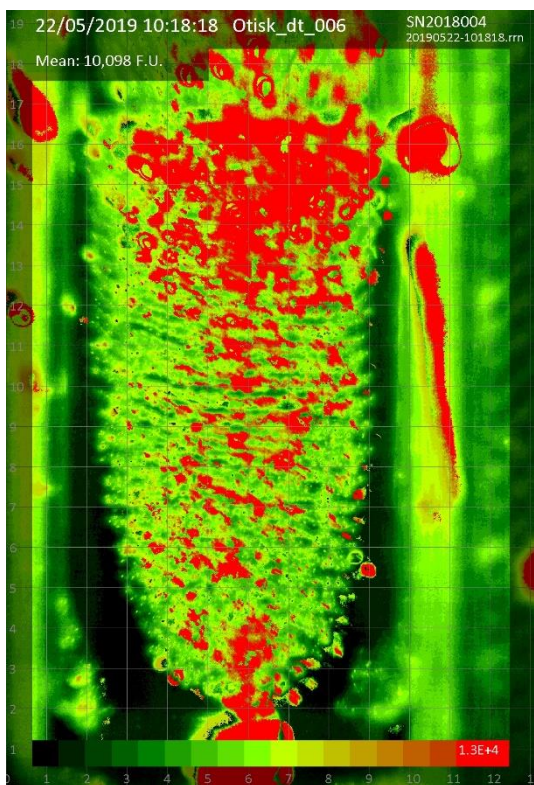
Obrázek 64: Stopa na nábojnici č.4 po vystřelení



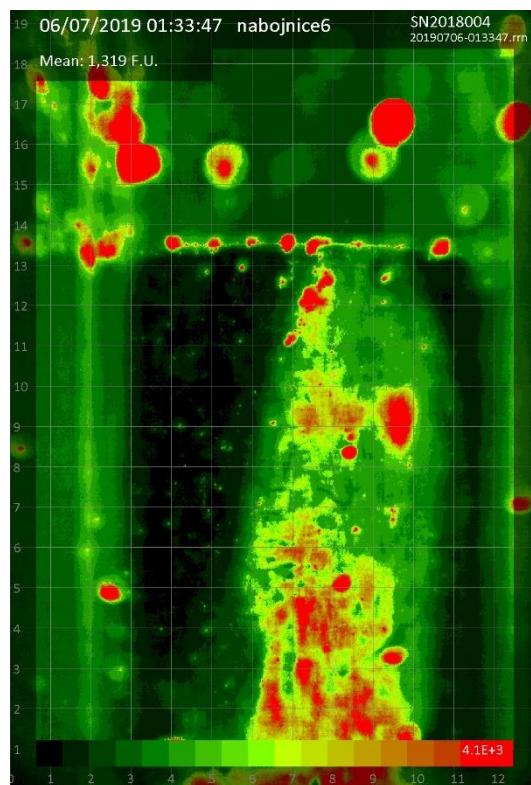
Obrázek 65: Stopa na nábojnici č.5 před vystřelením



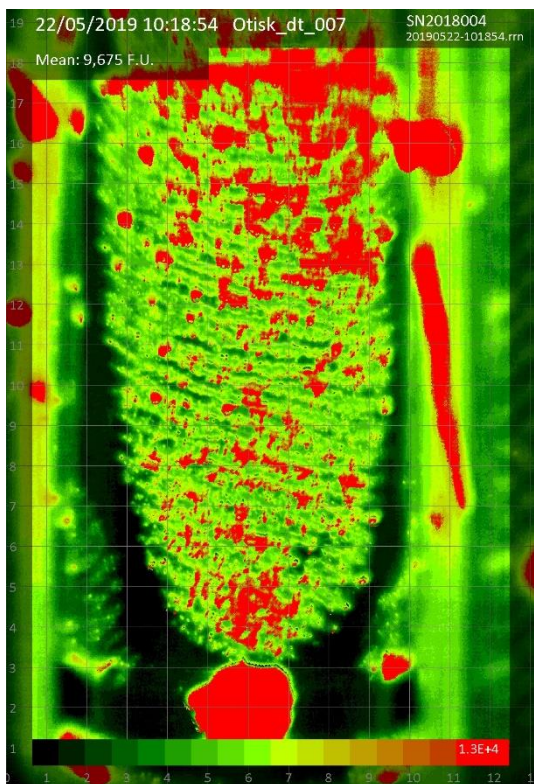
Obrázek 66: Stopa na nábojnici č.5 po vystřelení



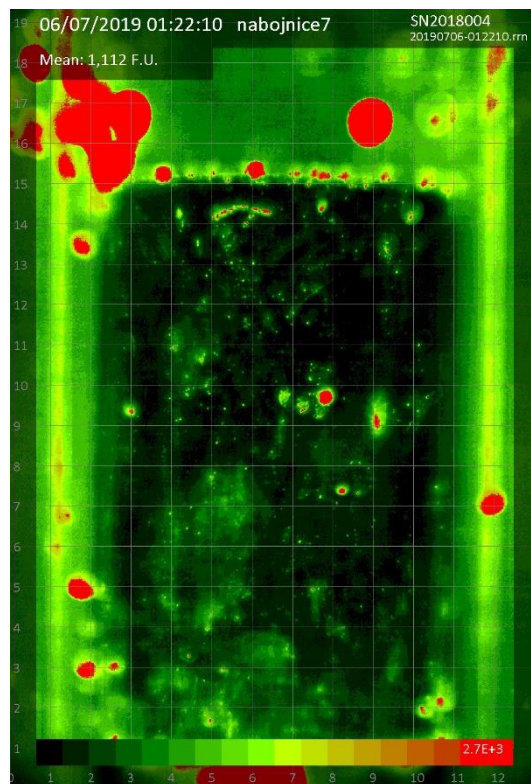
Obrázek 67: Stopa na nábojnici č.6 před vystřelením



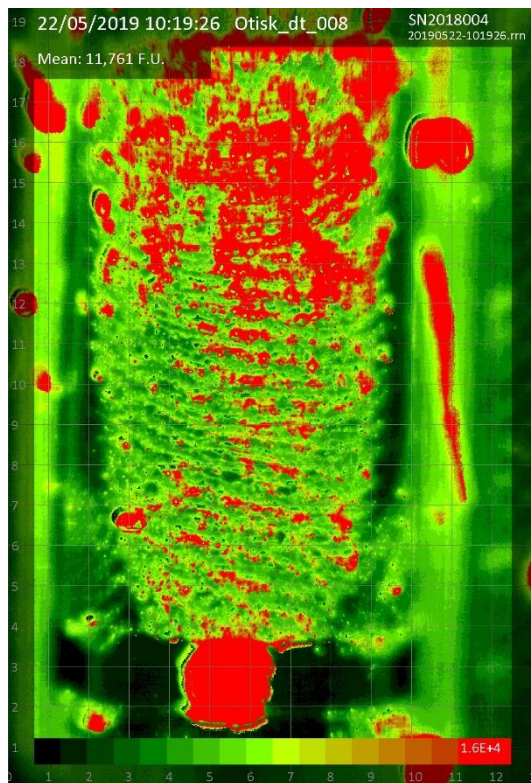
Obrázek 68: Stopa na nábojnici č.6 po vystřelení



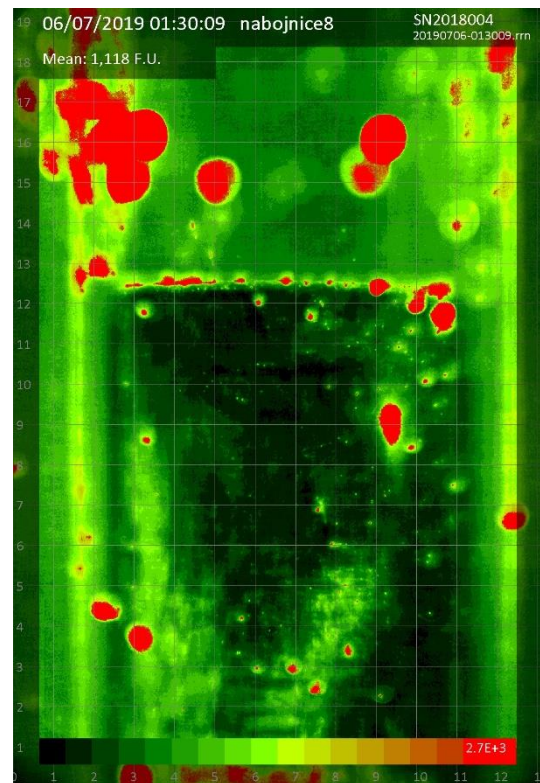
Obrázek 69: Stopa na nábojnici č.7 před vystřelením



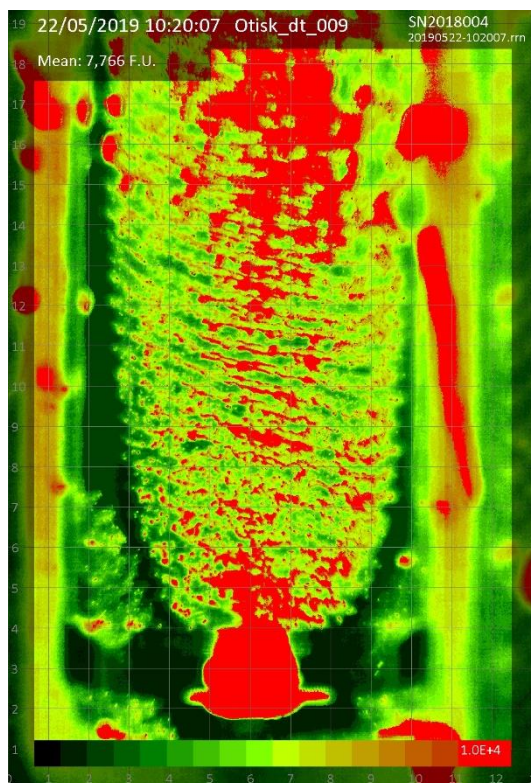
Obrázek 70: Stopa na nábojnici č.7 po vystřelení



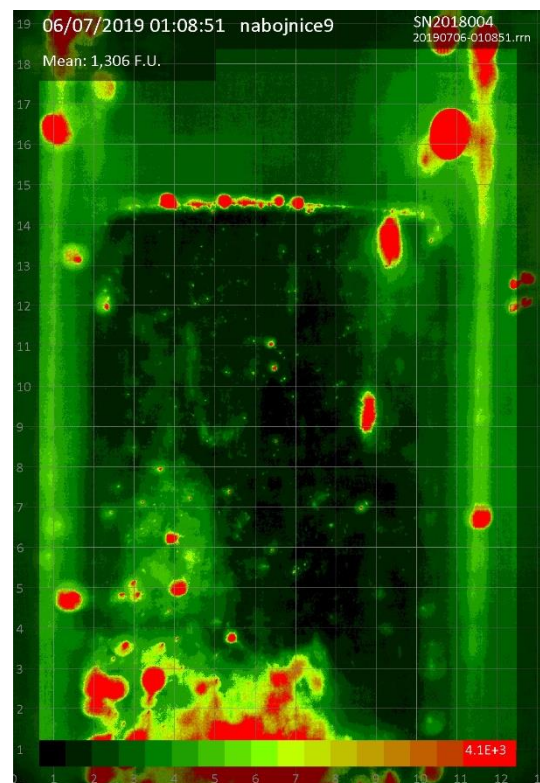
Obrázek 71: Stopa na nábojnici č.8 před vystřelením



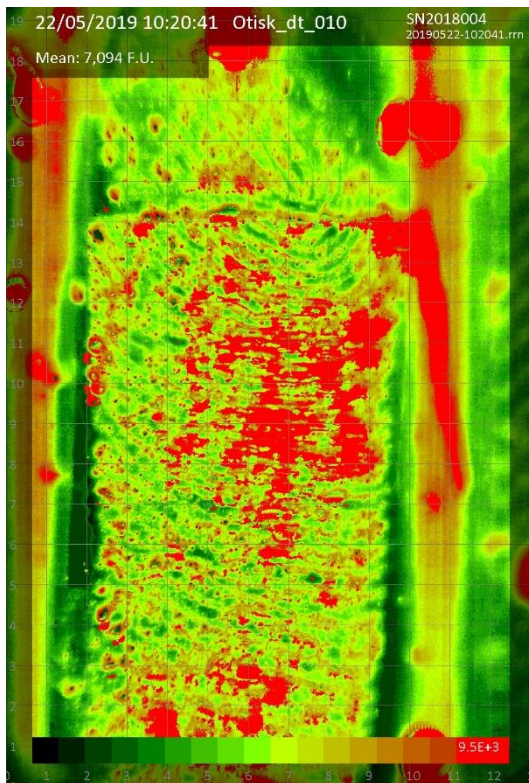
Obrázek 72: Stopa na nábojnici č.8 po vystřelení



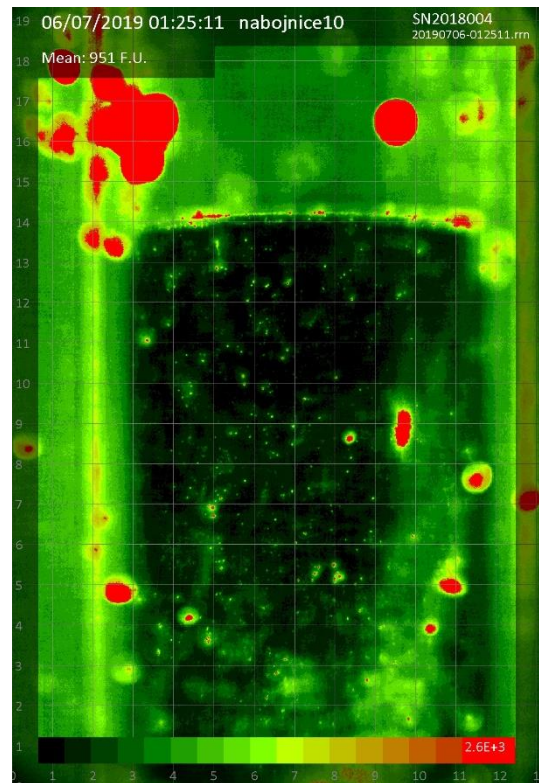
Obrázek 73: Stopa na nábojnici č.9 před vystřelením



Obrázek 74: Stopa na nábojnici č.8 po vystřelení



Obrázek 75: Stopa na nábojnici č.10 před vystřelením



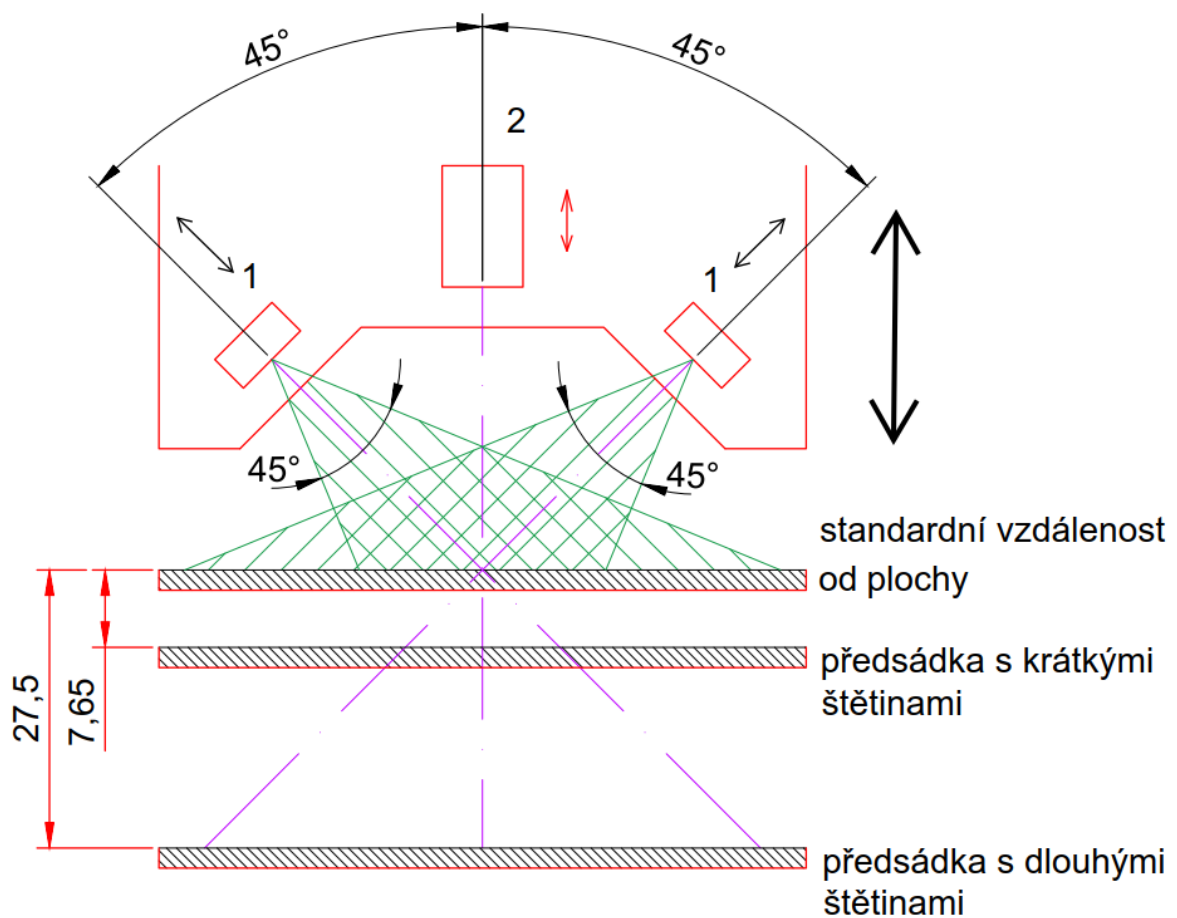
Obrázek 76: Stopa na nábojnici č.10 po vystřelení

4.4.2 Diskuze výsledků ověření vhodnosti metody UV – VIS spektroskopie na nábojnících

Jelikož nábojnice má válcovitý tvar je obtížné zachytit dokonalou stopu na nich. Z měření nábojnic před výstřelem je možné zachytit daktyloskopické stopy v dobrém stavu. U většiny nábojnic již vystřelených lze jen těžko detekovat zbytky daktyloskopických stop. Měření metodou UV-VIS spektroskopie může jen ukázat, zda se tam nějaké stopy nacházely. Metoda tedy není vhodná pro tento účel za současného stavu.

4.5 Návrhy a doporučení zlepšení zařízení Recognoil

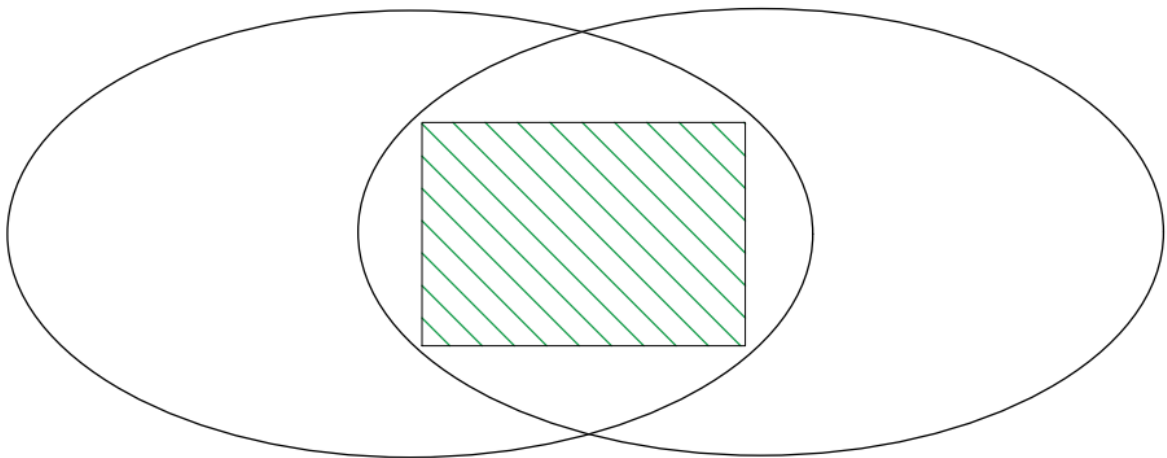
Momentálně je možnost pouze ručního nastavení objektivu kvůli zaostření na větší vzdálenosti mezi přístrojem a snímanou plochou se stopami při použití předsádek s výměnnými lištami. Problém nastává při nemožnosti, jakkoliv hýbat se zdroji UV záření, tak aby byla osvětlená homogenní plocha přímo v novém ohnisku zaostření. Dochází tudíž k nedostatečnému nehomogennímu osvětlení, což ovlivňuje výsledné snímky stop. Řešením by bylo kompletní možnost pohybu jak s objektivem kvůli zaostření, tak možnost nového nastavení UV diod do nových poloh. Popřípadě možnost pohybu s celou hlavou přístroje.



Obrázek 77: Schéma hlavy zařízení Recognoil (1) UV diody, (2) objektiv

Velikost výsledné vyhodnocované plochy je 13,8 x 20 mm při homogenním osvětlení plochy. Pro kriminalistické účely by bylo vhodné, aby vyhodnocovaná plocha mohla mít rozměry například vizitky (90 x 50 mm). K tomu, aby bylo možné takto velkou plochu snímat ve stávající kvalitě by bylo nutno přidat velké množství nových zdrojů UV osvětlení, tak aby bylo zajištěno homogenní osvětlení celé plochy. V podstatě to znamená, že čím bude snímaná plocha větší, tím bude potřeba víc zdrojů UV osvětlení (UV diod). Řešením by bylo podobně jako je to v případě stereoskopických mikroskopů přidat zdroje osvětlení například v kruhovém provedení.

Homogenní osvětlení plochy 20x13,8 mm



Obrázek 78: Homogenní osvětlení se dvěma zdroji UV záření



Obrázek 79: Kruhové LED osvětlení pro stereoskopické mikroskopy s plynulou regulací intenzity jasu [32]

5 Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce byla modifikace zařízení pro účinné vyhledávání a zajišťování daktyloskopických stop pomocí UV-VIS spektroskopie a zhodnocení této metody pro kriminalistické účely. Při měřeních se povedlo najít vhodný materiál vláken Polyamidu 6 (Silon/Nylon-elektro-vodivý) pro odstínění zařízení Recognoil od okolního prostředí ve formě kartáčových těsnících lišt. Ze zkoumaných materiálů se taktéž povedlo zjistit, že syntetické materiály vláken mají nižší intenzitu fluorescence než materiály přírodní. Dále bylo zjištěno, že odmaštění vláken od roztoku arabské gumy nemá na výslednou intenzitu fluorescence výrazný vliv.

Po vytvoření modelů, 3D tisku a kompletaci předsádek pro výměnné těsnící lišty následovalo měření na povrchu materiálů. Z provedených měření lze konstatovat, že předsádky splňují účel pro odstínění přístroje. Materiál vláken osazení nepoškozuje stopy v případě náhodného přejetí vzorku štětinami, takže je možné s nimi pracovat v terénu. Z tohoto ohledu byl splněn cíl této práce. Problémem zůstává nastavení objektivu a nemožnost homogenního osvětlení ploch, které jsou vzdálenější kvůli výšce předsádek.

Dalším cílem bylo zajištění daktyloskopických stop na povrchu nábojnic za použití speciální předsádky na nábojnici. Z prvního experimentu vyšlo zvýraznění stopy před vystřelením, která byla vytvořena za pomoci včelího vosku na rozdíl od stop (pot) nebo stop (krém). Avšak po vystřelení žádná ze stop (pot, krém, vosk) se nezachovala v použitelném a dobře detekovatelném stavu.

Z druhého experimentu lze konstatovat o možnosti zachycení stop na nábojnicích před výstřelem. U vystřelených nábojnic již ale nebylo možné stopy téměř detekovat. Metoda UV-VIS je pro tuto aplikaci tedy nevhodná.

V závěru práce jsou uvedeny návrhy a doporučení pro budoucí vývoj zařízení pro aktivní sběr a vyhledávání daktyloskopických stop přímo v terénu. Zejména se jedná o možnosti ostření a osvětlení větších ploch pro sběr daktyloskopických stop.

6 Seznam použitých zdrojů

- [1] BROEDERS, A.P.A. Of earprints, fingerprints, scent dogs, cot deaths and cognitive contamination—a brief look at the present state of play in the forensic arena. *Forensic Science International* [online]. 2006, 159(2-3), 148-157 [cit. 2019-4-8]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.11.028>. ISSN 0379-0738. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037907380500410X?via%3Dihub>
- [2] Policie České republiky – Kriminalistický ústav Praha [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/celorepublikove-utvary-kriminalisticky-ustav-praha-zpravodajstvi-test-2.aspx?q=Y2hudW09MQ%3d%3d>
- [3] Scientific Working Group on Friction Ridge Analysis, Study and Technology. *Fingerprint Sourcebook* [online]. United States of America, 2011 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.ncjrs.gov/App/Publications/abstract.aspx?ID=247300>
- [4] RAK, Roman, Vašek MATYÁŠ a Zdeněk ŘÍHA. *Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích*. Praha: Grada, 2008. Profesionál. ISBN isbn978-80-247-2365-5.
- [5] STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. *Kriminalistická daktyloskopie*. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2005. ISBN 80-7251-192-0.
- [6] MACHUTOVÁ, Marcela. *První kroky daktyloskopie* [online]. 2013 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.muzeumpolicie.cz/prvni-kroky-daktyloskopie/>
- [7] THE EDITORS OF ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. *Dactyloscopy*. *Encyclopaedia Britannica* [online]. United States of America: Encyclopædia Britannica, 2013 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/topic/dactyloscopy>
- [8] WATSON, Stephanie. *How Fingerprinting Works*. *HowStuffWorks* [online]. United States of America: HowStuffWorks, 2008 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://science.howstuffworks.com/fingerprinting1.htm>

- [9] THAKKAR, Danny. Minutiae Based Extraction in Fingerprint Recognition. Bayometric [online]. United States of America: Bayometric, 2007 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.bayometric.com/minutiae-based-extraction-fingerprint-recognition/>
- [10] AFIS – THE AUTOMATED FINGERPRINT IDENTIFICATION SYSTEM. Eviscan [online]. Germany: Eviscan, 2017 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.eviscan.com/en/glossary/afis-automated-fingerprint-identification-system/>
- [11] Automated Fingerprint Identification System (AFIS). Australian Police [online]. Australia: Australian Police, 2001 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.australianpolice.com.au/dactyloscopy/automated-fingerprint-identification-system-afis/>
- [12] METHODS FOR VISUALIZING FINGERPRINTS. Eviscan [online]. Germany: Eviscan [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.eviscan.com/en/glossary/methods-for-visualizing-fingerprints/>
- [13] SWIONTEK, Stephen E. a Akhlesh LAKHTAKIA. Vacuum-metal-deposition and columnar-thin-film techniques implemented in the same apparatus. Materials Letters [online]. 2015, 142, 291-293 [cit. 2019-05-11]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2014.12.038>. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167577X14022046?via%3Dihub>
- [14] PLUHÁČEK, Tomáš, Martin ŠVIDRNOCH, Vítězslav MAIER, Vladimír HAVLÍČEK a Karel LEMR. Laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry imaging: A personal identification based on a gunshot residue analysis on latent fingerprints. Analytica Chimica Acta [online]. 2018, 1030, 25-32 [cit. 2019-05-11]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2018.05.074>. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003267018307207>
- [15] Recognoil. TechTest, s.r.o. [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.techtest.eu/recognoilinfoCZ.html>
- [16] PELANT, Ivan a Jan VALENTA. Luminiscence doma, v přírodě a v laboratoři. Praha: Academia, 2014. Průhledy (Academia). ISBN 978-80-200-2394-0.

- [17] STRAUS, Jiří. *Kriminalistická technika*. 2., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008. ISBN 978-80-7380-052-9.
- [18] A “Handy” tool for hypertension prediction: Dermatoglyphics. *Indian Heart Journal* [online]. 2018, **70**(3), 116-119 [cit. 2019-07-24]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2018.07.007>. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019483218302013>
- [19] Automated Fingerprint Identification System (AFIS) – a short history. *Gemalto* [online]. United States of America: Thales Group, Gemalto, 2019 [cit. 2019-07-24]. Dostupné z: <https://www.gemalto.com/govt/biometrics/afis-history>
- [20] FERDOUS, Ahmed, Sohel a M. AMIRUZZAMAN. *Fingerprint Authentication System Using Back-Propagation* [online]. Bangladesh, 2014 [cit. 2019-07-24]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/228433611_Fingerprint_Authentication_System_Using_Back-Propagation
- [21] KAI, Cao a Anil K. JAIN. Automated Latent Fingerprint Recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* [online]. 2019, **41**(4), 788-800 [cit. 2019-07-24]. DOI: 10.1109/TPAMI.2018.2818162. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8322288&isnumber=8660600>
- [22] KNOX, Karen. The High Tech Crime Lab [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: https://www.maine.gov/newsletter/backissues/Feb99/high_tech_crime_lab.htm
- [23] Fingerprint Analysis. *A Simplified Guide To Forensic Science* [online]. United States of America: National Forensic Science Technology Center, 2013 [cit. 2019-07-24]. Dostupné z: <http://www.forensicsciencesimplified.org/prints/how.html>
- [24] Světlo na místo činu SL450, Projectina. *LT Sezam: Forensic Equipment* [online]. 2019 [cit. 2019-07-24]. Dostupné z: <http://www.krimi-ltsezam.cz/cs/svetlo-na-misto-cinu-sl450-projectina/>
- [25] Laboratorní světlo MSA-810 PAGLAB, Projectina. *LT Sezam: Forensic Equipment* [online]. 2019 [cit. 2019-07-24]. Dostupné z: <http://www.krimi-ltsezam.cz/cs/laboratorni-svetlo-msa-810-paglab-projectina/>

- [26] Prášky a suspenze SupraNano. LT Sezam: Forensic Equipment [online]. 2019 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.krimi-ltsezam.cz/cs/prasky-a-suspenze-supranano/>
- [27] Vyvolávání stop kyanoakrylátem. LT Sezam: Forensic Equipment [online]. 2019 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.krimi-ltsezam.cz/cs/fuma-dome-v-prepravnim-kufriu/>
- [28] Daktyvak. ELAS Brno: Výroba a prodej přístrojů, pomůcek a spotřebního materiálu pro policejní techniky [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: http://www.elasbrno.cz/index_l=cs_t=13_k=10_p=62.html
- [29] Vyvolávání stop ninhydrinem. LT Sezam: Forensic Equipment [online]. 2019 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.krimi-ltsezam.cz/cs/ninhydrin-sprej-nin-print/>
- [30] Ninhydrin. BVDA [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.bvda.com/en/ninhydrin>
- [31] MAZALOVÁ, Blanka. Chemici z Olomouce pomáhají kriminalistům. Usvědčí střelce díky otiskům prstů na místě činu. Český rozhlas [online]. Olomouc, 2018 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://olomouc.rozhlas.cz/chemici-z-olomouce-pomahaji-kriminalistum-usvedci-strelce-diky-otiskum-prstu-na-7225534>
- [32] Osvětlení Model CL-16.1. *INTRACO MICRO* [online]. 2019 [cit. 2019-07-24]. Dostupné z: <https://www.mikroskopy-optika.cz/produkt/osvetleni-model-cl-161>
- [33] Latent Fingerprints. BVDA [online]. 2019 [cit. 2019-07-24]. Dostupné z: <http://www.bvda.com/en/latent-fingerprints>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma stavby kůže s papilárními liniemi [1].....	14
Obrázek 2: Tvorba daktyloskopických stop [5]	17
Obrázek 3: Typy vzorů otisků prstů: loop = smyčka, whorl = vír, arch = oblouk [18]	18
Obrázek 4: Daktyloskopické markanty	20
Obrázek 5: Základní typy markantů [17]	20
Obrázek 6: Výběr shody kandidátů k vizuálnímu porovnání [22].....	23
Obrázek 7: Schéma analýzy latentní stopy za využití neurální sítě ConvNet [21].....	24
Obrázek 8: Fotografování daktyloskopické stopy [23]	27
Obrázek 9: Světlo na místo činu typ SL450 [24]	28
Obrázek 10: Zvýrazněná stopa pod UV světlem [24].....	28
Obrázek 11: Laboratorní světlo MSA-810 PAGLAB [24]	29
Obrázek 12: Hledání stop UV světlem po zatemnění [25].....	29
Obrázek 13: Zviditelnění daktyloskopické stopy různými prášky [26]	30
Obrázek 14: Přenosný vyvíječ kyanoakrylátových par [27]	31
Obrázek 15: Zařízení pro vyvolávání daktyloskopických stop kyanoakrylátovými parami [28].....	32
Obrázek 16: Ninhydrin ve spreji [29]	34
Obrázek 17: Zviditelnění daktyloskopické stopy na šeku pomocí ninhydrinu [30]	35
Obrázek 18: Zviditelněné stopy pomocí VMD metody na (a) nylonu, (b) ABS a (c) plastovém sáčku [13].....	36
Obrázek 19: Diagram postupu při analýze otisků prstů a identifikaci pachatele [31]....	37
Obrázek 20: Prototyp přístroje pro účinné vyhledávání a zajišťování daktyloskopických stop	40
Obrázek 21: Schéma zařízení Recognoil 2W [15]	42
Obrázek 22: Fluorescenční mapa štětce t_brush 1126 F.....	45
Obrázek 23: Fluorescenční mapa štětce na vlasy	45
Obrázek 24: Kartáčové těsnící lišty	46
Obrázek 25: 1 Silon/Nylon-antistatický	47
Obrázek 26: 2 Silon/Nylon-elektro-vodivý.....	47
Obrázek 27: 6 Silon/Nylon	48

Obrázek 28: 4 žíně.....	48
Obrázek 29: 5 50 % žíně 50 % polyamid	48
Obrázek 30: 6 Silon/Nylon-elektro-vodivy.....	48
Obrázek 31: Štětec 20 před odmaštěním	50
Obrázek 32: Štětec 20 po odmaštění.....	50
Obrázek 33: Štětec Da Vinci před odmaštěním	50
Obrázek 34: Štětec Da Vinci po odmaštění.....	50
Obrázek 35: Vnitřní část předsádky	52
Obrázek 36: Vnější část předsádky pro lišty s krátkým vláknem osazení.....	53
Obrázek 37: Spojené části předsádky dohromady	53
Obrázek 38: Vnější část předsádky pro lišty s dlouhým vláknem osazení.....	54
Obrázek 39: Sestavená předsádka s výměnnými lištami a nasazená na zařízení Recognoil	55
Obrázek 40: Zařízení s předsádkou s výměnnými lištami (dlouhé vlákno osazení).....	56
Obrázek 41: Částečný otisk na pravítku.....	56
Obrázek 42: Druhý otisk nalezený na pravítku	56
Obrázek 43: Otisk na kovové destičce	57
Obrázek 44: Otisk po opětovném škrábání	57
Obrázek 45: Otisk po hrubém škrábání štětinami (opakované 30x)	57
Obrázek 46: Otisk na kovové destičce po škrábání štětinami	57
Obrázek 47: Zhotovení otisků pomocí včelího vosku	59
Obrázek 48: Speciální předsádka pro testování nábojnic.....	59
Obrázek 49: Čistá nábojnice s projektilem	60
Obrázek 50: Testování nábojnic pomocí speciální předsádky a zařízení Recognoil	60
Obrázek 51: Otisk na nábojnici před výstřelem.....	60
Obrázek 52: Otisk na nábojnici po výstřelu	60
Obrázek 53: Otisk (krém) na nábojnici před výstřelem	61
Obrázek 54: Otisk (krém) na nábojnici po výstřelu	61
Obrázek 55: Otisk (vosk) na nábojnici před výstřelem	61
Obrázek 56: Otisk (vosk) na nábojnici po výstřelu.....	61
Obrázek 57: Stopa na nábojnici č.1 před vystřelením	62
Obrázek 58: Stopa na nábojnici č.1 po vystřelení.....	62

Obrázek 59: Stopa na nábojnici č.2 před vystřelením	63
Obrázek 60: Stopa na nábojnici č.3 po vystřelení.....	63
Obrázek 61: Stopa na nábojnici č.3 před vystřelením	63
Obrázek 62: Stopa na nábojnici č.3 po vystřelení.....	63
Obrázek 63: Stopa na nábojnici č.4 před vystřelením	64
Obrázek 64: Stopa na nábojnici č.4 po vystřelení.....	64
Obrázek 65: Stopa na nábojnici č.5 před vystřelením	64
Obrázek 66: Stopa na nábojnici č.5 po vystřelení.....	64
Obrázek 67: Stopa na nábojnici č.6 před vystřelením	65
Obrázek 68: Stopa na nábojnici č.6 po vystřelení.....	65
Obrázek 69: Stopa na nábojnici č.7 před vystřelením	65
Obrázek 70: Stopa na nábojnici č.7 po vystřelení.....	65
Obrázek 71: Stopa na nábojnici č.8 před vystřelením	66
Obrázek 72: Stopa na nábojnici č.8 po vystřelení.....	66
Obrázek 73: Stopa na nábojnici č.9 před vystřelením	66
Obrázek 74: Stopa na nábojnici č.8 po vystřelení.....	66
Obrázek 75: Stopa na nábojnici č.10 před vystřelením	67
Obrázek 76: Stopa na nábojnici č.10 po vystřelení.....	67
Obrázek 77: Schéma hlavy zařízení Recognoil (1) UV diody, (2) objektiv	68
Obrázek 78: Homogenní osvětlení se dvěma zdroji UV záření.....	69
Obrázek 79: Kruhové LED osvětlení pro stereoskopické mikroskopy s plynulou regulací intenzity jasu [32]	69

Seznam tabulek

Tabulka 1: Typy žláz a jejich složení [5]	13
Tabulka 2: Úlohy a jejich rychlost [5]	22
Tabulka 3: Nejznámější luminiscenční látky [16]	39
Tabulka 4: Hodnoty intenzity fluorescence vláken testovaných štětců	44
Tabulka 5: Materiály vláken osazení	46
Tabulka 6: Intenzita fluorescence vláken osazení	47
Tabulka 7: Intenzita fluorescence vybraných štětců před a po odmaštění	51