

Měření vlastností textilních vláken v oblasti forenzních věd

Bc. Petr Zdráhal

Diplomová práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr Zdráhal**
Osobní číslo: **A13355**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Měření vlastností textilních vláken a jeho uplatnění v oblasti forenzních věd**
Téma anglicky: **The Measurement of the Characteristics of Textile Fibers and their Application in the Forensic Sciences Field**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši kriminalistické identifikace osob a věcí spolu s danou problematikou.
2. Seznamte se s mikroskopem A1 AXIO Scope a jeho ovládáním.
3. Navrhněte vhodné způsoby popisu vlastností textilních vláken včetně měřicí metody.
4. Proveďte měření vybraných textilií a dosažené výsledky zpracujte a vhodně prezentujte.
5. Vytvořte databázi textilních vláken, která by se dala využít v oblasti forenzních věd.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. MILITKÝ, Jiří. Textilní vlákna: klasická a speciální. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. ISBN 80-708-3644-X.
2. HLADÍK, Vladimír. Textilní vlákna. Vyd. 1. Praha: SNTL, 1970, 299 s.
3. KOŠKOVÁ, Bohumila. Struktura a vlastnosti vláken. Vyd. 1. Liberec : Vys. škola strojní a textil., 1989.
4. WOLF, Jan. Mikroskopická technika, optická i elektronova, pro biologické ucelý. Vyd. 3. Praha: Statní zdravotnické nakl., 1954, 651 p.
5. STRAUS, Jiří. Úvod do kriminalistiky. 2. rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2006, 175 s. ISBN 8086898954.
6. MUSIL, Jan, Zdeněk KONRÁD a Jaroslav SUCHÁNEK. Kriminalistika. 2., přeprac. a dopl.vyd. Praha: C. H. Beck, 2004, 606 s. ISBN 80-717-9878-9.
7. STRAUS, Jiří. Kriminalistická taktika. 2. rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008, 291 s. ISBN 978-807-3800-956.
8. BRÜSCHWEILER, Walter, REY, Peter. Textilní vlákna a vlny jako důkazní prostředek. Kriminalistický sborník, 2000, roč. 2, s. 31-39.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Milan Navrátil, Ph.D.

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání diplomové práce:

12. ledna 2015

Termín odevzdání diplomové práce:

15. května 2015

Ve Zlíně dne 6. února 2015

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se v teoretické části zabývá popisem kriminalistických metod používaných při identifikaci osob a věcí, dále potom popisem zkoumání a zajišťování textilních vláken v kriminalistické praxi. V praktické části jsou vybraná textilní vlákna pozorována a měřena pomocí stereomikroskopu Stemi 2000-C a polarizačního mikroskopu A1 Axio Scope. Tato vlákna jsou zachycena pomocí zabudovaných fotoaparátů u jednotlivých mikroskopů. Fotografie textilních vláken mohou být využity jako databáze, která může sloužit pro identifikaci nalezených vláken na místě činu a pomoci tak k nalezení pachatele při objasňování trestných činů.

Klíčová slova: forenzní vědy, kriminalistika, mikrostopy, textilní vlákna.

ABSTRACT

Master's thesis in theoretical part describes investigative techniques used in identifying persons and objects. The thesis also describes the investigation and providing textile fibers in forensic practice. In the practical part, the selected textile fibres are observed and measured with a stereomicroscope Stemi 2000-C and polarizing microscope Axio Scope A1. These fibres are captured thanks to the built-in cameras in individual microscopes. Photos of textile fibres can be used as a database that can serve for identifying the fibres found at the crime scene and can help to find the offender in crimes.

Keywords: forensic sciences, criminal science, microtrail, textile fibers.

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu Ing. Milanu Navrátilovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytoval během zpracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Haně Vaškové za odbornou pomoc při obsluze Ramanova mikroskopu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 KRIMINALISTIKA	11
1.1 KRIMINALISTICKÁ STOPA	11
1.1.1 Paměťová stopa	11
1.1.2 Materiální stopa.....	12
2 MIKROSTOPY	13
3 OHLEDÁNÍ MÍSTA ČINU	15
3.1 DOKUMENTACE PRŮBĚHU A VÝSLEDKU OHLEDÁNÍ	16
4 KRIMINALISTICKÁ IDENTIFIKACE	18
4.1 KRIMINALISTICKÉ METODY IDENTIFIKACE OSOB	19
4.1.1 Kriminalistická biologie.....	20
4.1.1.1 Krev	20
4.1.1.2 Sliny, pot a ejakulát	20
4.1.1.3 Vlasy a chlupy	21
4.1.1.4 Analýza DNA	21
4.1.2 Kriminalistická daktyloskopie	21
4.1.2.1 Zákonitosti identifikace osob podle obrazců papilárních linií.....	22
4.1.3 Trasologie.....	23
4.1.3.1 Stopy obutých a bosých nohou	23
4.1.4 Portrétní identifikace	24
4.1.5 Odorologie.....	25
4.2 KRIMINALISTICKÉ METODY IDENTIFIKACE VĚCÍ	26
4.2.1 Mechanoskopie	26
4.2.2 Balistika.....	27
4.2.2.1 Střelné zbraně a střelivo.....	28
4.2.2.2 Vznik balistických stop.....	29
4.2.2.3 Povýstřelové zplodiny.....	30
5 FORENZNÍ VĚDY	31
6 RAMANOVA SPEKTROSKOPIE	32
7 TEXTILNÍ VLÁKNA	34
7.1 MEZINÁRODNÍ ZKRATKY PRO OZNAČENÍ TEXTILNÍCH VLÁKEN.....	34
7.2 KLASIFIKACE VLÁKEN.....	35
7.2.1 Přírodní vlákna	35
7.2.2 Chemická vlákna z přírodních polymerů	36
7.2.3 Chemická vlákna ze syntetických polymerů.....	36
8 ZKOUMÁNÍ TEXTILNÍCH VLÁKEN	37
8.1 ZPŮSOB ZAJIŠŤOVÁNÍ TEXTILNÍCH VLÁKEN.....	37
8.2 ZAJIŠŤOVÁNÍ POROVNÁVACÍHO MATERIÁLU	38
8.3 ZÁKLADNÍ VYHODNOCENÍ TEXTILNÍCH VLÁKEN	38
8.4 ZPRACOVÁNÍ KRIMINALISTICKY RELEVANTNÍCH TEXTILNÍCH VLÁKEN	39
8.4.1 Mikroskopické metody zkoumání textilního vlákna.....	39

8.4.1.1	Pozorování vlákna pomocí bílého dopadajícího a procházejícího světla	40
8.4.1.2	Pozorování vlákna pomocí polarizovaného světla.....	40
8.4.2	Chemické metody zkoumání textilního vlákna.....	41
8.4.2.1	Rozpouštěcí zkoušky	41
8.4.2.2	Určení teploty tání	41
8.4.2.3	Spalovací zkouška.....	41
8.4.2.4	Infračervená spektroskopie	42
8.4.3	Zkoumání rastrovacím elektronovým mikroskopem spolu s elektronovým mikroanalyzátoem	42
8.5	PŘENOS TEXTILNÍCH VLÁKEN	43
8.6	STÁLOST VLÁKNA PO PŘENOSU	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST	44
9	MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ VYBRANÝCH TEXTILNÍCH VLÁKEN	45
9.1	POUŽITÉ TECHNICKÉ PROSTŘEDKY A PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ.....	45
9.1.1	Axio Vision	45
9.1.2	Měření vlastností vybraných textilních vláken pomocí stereomikroskopu	47
9.1.3	Měření vlastností vybraných textilních vláken pomocí polarizačního mikroskopu.....	49
9.1.3.1	Popis polarizačního mikroskopu.....	50
9.2	MĚŘENÍ VYBRANÝCH TEXTILNÍCH VLÁKEN.....	51
9.2.1	Acetát	51
9.2.2	Akryl	53
9.2.3	Bavlna	54
9.2.4	Hedvábí (přírodní hedvábí).....	56
9.2.5	Len.....	58
9.2.6	Polyester.....	59
9.2.7	Polyamid	61
9.2.8	Viskóza (umělé hedvábí).....	62
9.2.9	Vlna (ovčí)	63
10	ZKOUMÁNÍ TEXTILNÍCH VLÁKEN ODEBRANÝCH POMOCÍ DAKTYLOSKOPICKÉ FÓLIE	65
11	POROVNÁNÍ MĚŘENÝCH TEXTILNÍCH VLÁKEN.....	66
12	MĚŘENÍ RAMANOVA SPEKTRA NA VYBRANÝCH TEXTILNÍCH VLÁKNECH.....	68
12.1	MĚŘENÍ RAMANOVA SPEKTRA NA PŘÍRODNÍCH VLÁKNECH	69
12.2	MĚŘENÍ RAMANOVA SPEKTRA NA UMĚLÝCH VLÁKNECH	70
13	VLIV ULTRAFIALOVÉHO ZÁŘENÍ NA TEXTILNÍ VLÁKNA	71
	ZÁVĚR	74
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ	78
	SEZNAM TABULEK.....	80
	SEZNAM PŘÍLOH.....	81

ÚVOD

Zkoumání textilních vláken se z pohledu kriminalistiky objevuje již na přelomu 19. a 20. století. V současné době existuje specializovaná mezinárodní organizace expertů, kteří se touto problematikou zabývají a navzájem si předávají své odborné zkušenosti. Jednou z cest při odhalování a dokazování trestných činů je využití rozměrově velmi malých nepatrných kriminalistických stop. Tyto stopy se označují jako mikrostopy, ze kterých se získávají informace o průběhu trestného činu a to pomocí nejmodernějších metod zkoumání. Tyto stopy po sobě pachatel vždy na místě činu zanechá. I kdyby pachatel po sobě odstraňoval stopy a podařilo by se mu je odstranit, pak ovšem zanechá další, jiné stopy vzniklé při odstraňování těch původních. Pachatel navíc nemá ani tušení o tom, že na místě činu zanechal tyto mikroskopy. Při vyhledávání a zkoumání těchto mikrostop se musí často používat náročné technické prostředky. Do oblasti mikrostop řadíme i textilní vlákna, která patří v oblasti forenzních věd mezi jedny z nejdůležitějších důkazů při objasňování trestných činů. Většinou se tato vlákna nacházejí na místě činu při různých násilných trestných činech jako je například znásilnění, vražda, ale i vloupání a krádež. Pachatel zanechává tyto stopy na oběti a naopak, oběť zanechává stopy na pachateli. Tímto lze prokázat přítomnost pachatele na místě činu, kde se pachatel dostal do bezprostředního kontaktu s obětí. Do této kategorie mikrostop můžeme také zařadit vlasy a chlupy člověka, které jsou také velice důležitým a častým nálezem při ohledání místa činu. Nález těchto mikrostop na místě činu je dán tím, že textilní vlákna jsou u většiny textilií držena pohromadě pouze jejich vzájemnou adhezí. Skutečnost, jako je stáří oděvu, mechanické namáhání a časté praní vysvětluje snadné oddělení textilních vláken a jejich běžný nález v souvislosti s kriminalistickými mikrostopami.

Diplomová práce se v praktické části bude zabývat zkoumáním vlastností textilních vláken. Pomocí mikroskopu budu zobrazovat a popisovat vybraná vlákna a jejich vlastnosti, jako je jejich tvar, struktura a tloušťka. Pro přípravu takového vzorku budu pracovat se stereomikroskopem. Konkrétně jde o mikroskop STEMI 2000-C, na kterém si zobrazím textilií a z ní si vytáhnu jedno vlákno a připravím si jej pro další zkoumání pomocí polarizačního mikroskopu A1 Axio Scope. Zkoumané vlákno pomocí tohoto mikroskopu si poté mohu vyfotografovat pomocí zabudovaného fotoaparátu a vytvořit tak databázi vybraných textilních vláken.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KRIMINALISTIKA

Kriminalistiku můžeme zařadit mezi vědy, které zaujímají důležité místo v boji proti kriminalitě a to tím, že se snaží vypracovávat nové a stále dokonalejší metody odhalování, vyšetřování a předcházení trestné činnosti. Kriminalistika má daleko širší funkci a nepomáhá jen tehdy, jde-li o protispolečenskou činnost, ale i tehdy, jsou-li například pohřešovány osoby, při identifikaci obětí nebo při vědeckých analýzách uměleckých děl.

Lze ji definovat jako samostatný vědní obor, který zkoumá a objasňuje zákonitosti vzniku, zániku, vyhledávání, zajišťování, zkoumání a využívání kriminalistických stop, jiných soudních důkazů a kriminalisticky významných skutečností a vypracovává podle potřeb trestního zákona a trestního řádu metody, postupy, prostředky a operace v zájmu úspěšného odhalování, vyšetřování a předcházení trestné činnosti.

Kriminalistika je provázána s dalšími obory, jako jsou především fyzikálně matematické a technické obory, např. psychologie, biologie, medicína, psychiatrie aj.

1.1 Kriminalistická stopa

Kriminalistická stopa je jednou ze základních součástí kriminalistiky, která nám pomáhá objasňovat trestný čin. Definice o kriminalistických stopách existuje nespočet, všechny jsou si velice podobné a tak jsem vybral jednu, kterou jsem upravil. Kriminalistická stopa je každá změna, která souvisí s vyšetřovanou událostí, vznikla a ještě nezanikla na místě činu od příchodu až do doby odchodu pachatele a byla vytvořena pachatelem, osobou na činu zúčastněnou, obětí nebo činem samým. Vlastnosti, které se ve stopách projeví a které jsou předmětem zkoumání se nazývají identifikační znaky.

Kriminalistické stopy se dělí na paměťové a materiální stopy. Rozdíly mezi těmito stopami jsou patrné již od jejich názvů. Paměťové stopy vznikají v paměti člověka, kdežto materiální vznikají v nejrůznějších objektech neživé nebo živé přírody. [1]

1.1.1 Paměťová stopa

Jedná se o stopy, které vznikají v paměti člověka vnímáním nějaké události, která se kolem něj odehraje. Tyto stopy se zaznamenávají pomocí receptorů lidských smyslů jako je zrak, sluch, čich, chuť a hmat. Nejvíce se ovšem ve smyslu paměťových stop uplatňuje zrak a sluch a poté pomocí tohoto vjemu dochází k přenosu informací do mozku, kde se tyto informace uloží do paměti v mozku. Rozlišujeme tři druhy paměti:

- krátkodobá,
- střednědobá,
- trvalá.

Člověk si nemůže zapamatovat veškeré události, které prožije. To je dáno kapacitou mozku, do kterého nemůžeme zapsat veškeré informace. Obvykle si zapamatujeme informace, které jsou pro nás důležité, nebo informace a prožitky, které jsou vnímány intenzivněji nebo více smysly najednou než ostatní. Paměťová stopa není pokaždé pro kriminalisty dostupná a to například v případě, že konkrétní vyslýchaná osoba nám tyto informace nechce nebo nemůže podat. Většinou se to stává v případech, kdy má daná osoba duševní poruchu, utrpěla dočasnou ztrátu paměti vlivem šoku, je v bezvědomí nebo zemřela.

1.1.2 Materiální stopa

Materiální stopa je taková stopa, která vznikla působením pachatele nebo předmětů použitých na místě činu na okolní materiální prostředí a to i na lidském těle v podobě poranění. Materiální stopy se dají rozdělit do těchto čtyř skupin:

- **stopy odrážející vnější stavbu objektu, který je vytvořil** - patří sem stopy daktyloskopické, trasologické, balistické, mechanoskopické a jiné,
- **stopy odrážející vnitřní strukturu objektu, který je vytvořil** - jedná se například o stopy chemické, biologické apod.,
- **stopy odrážející funkční a dynamické vlastnosti objektu, který je vytvořil** - stopy chůze, hlasu a ručního písma,
- **stopy obsahující sdruženou (komplexní) informaci** - jsou to stopy, které současně spadají alespoň do dvou ze tří předcházejících skupin (např. daktyloskopická stopa vytvořená krví nebo stopa obuvi, která vytváří i informaci o způsobu chůze osoby, apod.).

Stopy, které obsahují informace o vlastnostech odraženého objektu mohou být statické nebo dynamické, plošné nebo objemové.

2 MIKROSTOPY

Jelikož se tato práce zabývá měřením vlastností textilních vláken, které spadají do oblasti mikrostop, chtěl bych zde uvést i kapitolu věnovanou těmto mikrostopám. Jde o kriminalistické materiální stopy, které mají nepatrné geometrické rozměry a jsou prostým okem slabě viditelné či neviditelné. Proto je potřeba pro účely vyhledávání, zajišťování, zkoumání nebo vyhodnocování použít speciální metody a prostředky.

Na mikrostopy působí obecně z hlediska časové stálosti intenzivněji vnější vlivy, než na stopy klasické. To je dáno tím, že rozměrově jde o stopy velice malé, případně je v těchto stopách obsaženo malé množství hmoty. Z toho je obecně zřejmé, že na menší objekt budou působit příslušné vlivy daleko intenzivněji než na stopy větší. Rozlišujeme tyto druhy mikrostop:

- vlákna textilního původu,
- nátěrové hmoty,
- otěry pryže a kovů (úlomky kovů),
- skleněné úlomky,
- vzorky zeminy,
- úlomky různých materiálů (plasty, skla, aj.).

Mikrostopy můžeme rozdělit také podle časové stálosti na stálé, relativně stálé, nestálé a absolutně nestálé. Mikrostopy stálé, pokud jsou uchovávány za optimálních podmínek, mohou být neměnné i po dobu několika let. Jedná se například o kovy, minerální látky, textilní vlákna, apod. Mikrostopy relativně stálé, jsou takové, které mají stálost cca 1 měsíc (těkavé látky). U mikrostop absolutně nestálých může být doba, po kterou tuto stopu můžeme zkoumat, ohraničena až do cca jednoho dne. Absolutní nestálost se týká látek, u kterých probíhá neustále chemický nebo biochemický děj, který vede k jejich rychlému pozměňování, mohou sem patřit i látky silně těkavé. Toto rozdělení je velice důležité z hlediska délky zkoumání. Proto musíme určit, o jaký druh této stopy se z hlediska časové stálosti jedná. To z toho důvodu, abychom zkoumali přednostně ty stopy, které jsou

nejméně stálé. Posuzování stálosti mikrostop přísluší vždy příslušnému expertu. Příklady nejčastějších vlivů působících na kriminalistické stopy:

- **vlivy koroze** - tyto vlivy se projevují u objektů, které jsou vytvořeny z kovových materiálů nebo jsou tvořeny ze směsi kovových materiálů,
- **klimatické vlivy** - projevují se ve formě vlhkosti, působení slunečního záření a to především z důvodu ultrafialového záření či přehřátí objektu,
- **vlivy mikrobiologického rozkladu**, které mohou vést až k destrukci stopy,
- **vlivy nežádoucích chemických reakcí** - jedná se především o oxidační děje,
- **vlivy použití nevhodných nástrojů a jejich nesprávné použití při zajišťování mikrostop či manipulaci v průběhu zkoumání**,
- **vliv nevhodného prostředí** - tento vliv se týká hlavně laboratorních podmínek, ve kterých jsou objekty zkoumány,
- **vliv chybných pracovních postupů a manipulací s mikrostopou.** [1]

Při vyhledávání takovýchto mikrostop se musí postupovat cílevědomě, efektivně a je vyžadována pečlivá práce, hlavně při ohledání místa činu. Vyhledané mikrostopy se zkoumají a vyhodnocují až tehdy, kdy zkoumání stop klasických nevedlo k získání dostatečného množství informací potřebných pro objasnění a vyšetření daného trestného činu. Jedná se tedy vždy o srovnávací druhovou analýzu.

3 OHLEDÁNÍ MÍSTA ČINU

Jedná se o kriminalistickou metodu, která na základě bezprostředního pozorování zkoumá, zjišťuje, hodnotí a podchycuje materiální situace nebo stav objektů, které mají vztah k dané prověřované události, k jejímu poznání a získání důkazů i dalších informací důležitých pro trestní řízení. Ohledání v sobě zahrnuje nejen pozorování a zkoumání, ale patří sem také měření, zkoumání objektů, experimentování a v neposlední řadě dokumentace postupu s výsledkem ohledání. Základní metodou ohledání je však pozorování. Jedná se o bezprostřední a cílevědomé pozorování s využitím všech smyslů, ale především vizuálního vnímání a také vnímání pomocí speciálních kriminalistických prostředků.

Kvalitní ohledání je základním kamenem pro úspěch celého dalšího postupu. Je proto důležité věnovat mu co největší pozornost. Nedoceněním významu a nedůsledným ohledáním místa činu vznikají mnohdy neodstranitelné následky, které komplikují nebo znemožňují objektivní, úplné a rychlé vyšetření trestného činu. Cíle, kterých chceme dosáhnout jsou tedy: nalezení a zajištění stop a ostatních věcných důkazů, zjištění a objasnění mechanismu vzniku a průběhu událostí a také zjištění a odhalení jiných kriminalisticky významných okolností. Výsledek a kvalita ohledání určitě souvisí se znalostí a praktickou zkušeností provádějících expertů na místě činu. Ohledání místa činu by mělo dát odpovědi na následující otázky:

- co bylo spácháno (nešťastná náhoda, vražda, sebevražda, krádež),
- kdy byl čin spáchán,
- kde byl čin spáchán (místo nálezů nemusí být místem činu),
- kdo čin páchal,
- jak byl čin spáchán,
- čím byl čin spáchán,
- proč byl čin spáchán. [1]

3.1 Dokumentace průběhu a výsledku ohledání

Aby ohledání místa činu mělo důkazní hodnotu v trestním řízení, musí být výsledky z ohledání řádně zdokumentovány. K tomu nám slouží protokol ohledání, který slouží k dokumentaci průběhu a výsledků ohledání a to tak, aby si kdokoliv, kdo na místě činu nebyl přítomen, mohl vytvořit ucelenou představu o situaci na místě činu. Současně tento dokument slouží i k rekonstrukci události. K zadokumentování nám neslouží pouze protokol ohledání místa činu, ale také kriminalistické fotografie, videozáznamy a kriminalistická topografie.

Protokol popisuje průběh a výsledek ohledání. Musí být tedy přesný a musí být poznamenáno vše, co bylo zajištěno. Musí být také srozumitelný a jasný. Z procesního hlediska je protokol ohledání dokumentem, který má hodnotu důkazního prostředku. Každý protokol ohledání obsahuje povinné části a to:

1. Úvodní část:

- označení události, se kterou bylo ohledání provedeno,
- datum, místo a čas ohledání,
- povětrnostní podmínky při ohledání,
- jméno, funkci, hodnost a zařazení policisty, který provedl ohledání,
- osobní údaje o dalších účastnících ohledání,
- podnět k ohledání.

2. Popisná část - obsahuje přesný popis ohledávaného objektu, postupu při ohledání a výsledků ohledání, včetně přesné specifikace zajištění stop a předmětů. Tato část je tedy rozdělena na tyto části:

- popis místa činu s vymezením hranic ohledání,
- popis přístupových cest k místu ohledání a popis všeho co bylo na nich nalezeno a zajištěno,
- jedná-li se o místnost, pak se je jejich součástí i strop, podlaha, vchod, okna, zdi, apod.,
- situace na místě činu,

- popis míst, na nichž byly zajištěny stopy, předměty použité při spáchání činu a jiné věcné důkazy,
 - zvláštnosti místa a daného případu ohledání,
 - zjištění negativních okolností, apod.
3. Závěrečná část - obsahuje soupis zajištěných stop, předmětů a dokumentů. Popis jak s těmito předměty bylo naloženo. Popisuje se zde i opatření, která byla na místě činu provedena a jaké typy dokumentů byly pořízeny. Závěrečná část obsahuje popis všech účastníků zúčastněných při ohledání místa činu. [2]

4 KRIMINALISTICKÁ IDENTIFIKACE

Kriminalistická identifikace je proces, během kterého se zjišťuje, kterým konkrétním objektem byla vytvořena kriminalistická stopa. Jedná se o proces ztotožňování objektů podle kriminalistických stop a jiných zobrazení, ve kterém se hledá souvislost osoby nebo věci s kriminalisticky relevantní událostí.

Teorie kriminalistické identifikace vychází z podstaty, že neexistují dva či více naprosto stejné objekty, které mohou zanechat totožné stopy. Základní kriminalistická identifikace tvoří učení o:

- totožnosti,
- individuálnosti,
- relativní stálosti objektů identifikace.

1. **Totožnost** - je to individuální vztah mezi dvěma nebo více odrazy jednoho objektu. Totožnost vlastně znamená rovnost objektu sama se sebou, kdy se jedná o úplnou shodu dvou či více objektů. Můžeme tedy říci, že objekty jedna a dva jsou totožné tehdy, jestliže každou vlastnost, kterou má objekt jedna musí mít i objekt číslo dvě a naopak. Zjištění totožnosti objektu znamená stanovení, že na odrážejícím objektu se zobrazil určitý odražený objekt.
2. **Individuálnost objektu** - kriminalistická identifikace říká, že každý materiální objekt s relativně stálými prostorovými hranicemi je individuální a neopakovatelný. Proměnlivost u objektů je velice široká a tak je téměř vyloučeno, aby dva objekty byly naprosto stejné. U objektů, které jsou prostorově ohraničeny, mají mimo vlastností obecných, také specifické vlastnosti. Obecné vlastnosti jsou společné vlastnosti pro danou skupinu objektů (např. obuv, pneumatika, palná zbraň). Specifické znaky jsou označovány jako znaky individuální, které mají nahodilý charakter a jsou spojeny s procesem vzniku konkrétního objektu a jeho používáním (výroba, opotřebování, opravy). U pozorovaných objektů můžeme pozorovat nerovnosti, rýhy a jiné charakteristické vlastnosti jako je hloubka, tvar, sklon rýhy a podobně. Tím je tento výrobek nenapodobitelný a individuální s jeho typickými a specifickými znaky.
3. **Relativní stálost objektů kriminalistické identifikace** - na objekt kriminalistické identifikace působí různé povětrnostní, chemické vlivy a vlivy vzniklé používáním

objektu či úmyslným zasažením pachatele, aj. Aby se dala zjistit totožnost v procesu kriminalistické identifikace, musí být tyto objekty relativně stálé. Abychom mohli zkoumané objekty považovat za relativně stálé, potom musí splňovat tyto podmínky:

- objekt nesmí podléhat rychlým a podstatným změnám, kterým by nebylo možno zabránit při pečlivém zacházení,
- objekty musí být schopny správné interpretace v závislosti na daném stupni lidského poznání.

Můžeme tedy obecně říci, že čím jsou vlastnosti kriminalistických objektů stálější, tím více lze předpokládat, že výsledek kriminalistické identifikace bude spolehlivější a snadnější. Kriminalistickou identifikaci můžeme rozdělit podle ztotožňovaných objektů na identifikaci osob a věcí.

4.1 Kriminalistické metody identifikace osob

Existuje mnoho kriminalistických metod, které se využívají k identifikaci osob. Těmi nejzákladnějšími jsou:

- kriminalistická biologie,
- daktyloskopie,
- trasologie,
- portrétní identifikace,
- odorologie,
- identifikace osob podle ručního písma,
- kriminalistická audioexpertíza,
- rekognice,
- výslech a konfrontace.

Nejdůležitější metody k identifikaci osob jsou metody, které bezpochyby dokážou určit konkrétní osobu. Jedná se o kriminalistickou biologii a daktyloskopii. A následně za těmito metodami jsou ostatní metody využívané pro identifikaci osob. V této práci se budu

zabývat pouze těmi nejdůležitějšími metodami identifikací osob jako je kriminalistická biologie, daktyloskopie, trasologie, portrétní identifikace, a odorologie.

4.1.1 Kriminalistická biologie

Kriminalistická biologie je aplikovaná věda v kriminalistické praxi, která slouží k vyhledávání, zjišťování, zkoumání a vyhodnocování biologických stop, většinou lidského, ale i zvířecího či rostlinného charakteru. Kriminalistická genetická expertíza je samostatná věda pro analýzu pouze lidských stop. Jako nejvýznamnější kriminalistické stopy můžeme určit právě ty lidské, které mohou vznikat několika způsoby:

- **spontánním oddělením** - produkt látkové výměny, odumřelé povrchové části kůže, dále pak moč, pot, sliny, slzy ejakulát, vlasy, aj.,
- **materiál, získaný mechanickým, fyzikálním či chemickým působením** - krev, tkáň, vytržené vlasy a chlupy, aj.,
- **materiál, zachovaný po smrti osoby** - mrtvolu a jejich části.

4.1.1.1 Krev

Skládá se z tekuté části, která se nazývá plazma a z části obsahující pevně buněčné elementy, červené krvinky, bílé krvinky a krevní destičky. Krevní nález na místě činu se většinou nalézá ve formě kapek, stříkanců či kaluží. Nejprve se zjišťuje, jestli se u zjištěné stopy skutečně jedná o krev a až poté se zjistí, zdali jde o krev lidskou nebo zvířecí. U lidské krve se dá zjistit i to, zda jde o mužskou, ženskou, menstruační či těhotenskou. Tato stopa je významná pro identifikaci pomocí analýzy DNA. [3]

4.1.1.2 Sliny, pot a ejakulát

Sliny jsou také nositeli DNA, převážně je kriminalisté nalézají na sklenicích, cigaretách, zubním kartáčku a na jiných obdobných předmětech.

Pot se vyskytuje u každého člověka a to na celém jeho povrchu. Jeho množství závisí na fyzické či psychické námaze, okolní teplotě, aj. Pot nám reguluje optimální tělesnou teplotu a pomocí něj odstraňuje z těla odpadní látky. Stejně jako sliny je nositelem DNA, proto se tyto stopy zajišťují. Jejich nález je především na otiscích prstů, obuvi, oděvu, ručníku, volantu apod.

Ejakulát je stejně jako u předchozích biologických stop nositelem DNA. Často je tato stopa těžko viditelná, či zcela latentní, proto je nutné ji zviditelnit UV zářením. Pod tímto světlem se sperma zviditelní a svítí bíle.

4.1.1.3 Vlasy a chlupy

Studiem těchto kriminalistických stop se zabývá obor trichologie. Vlasy i chlupy nám každý den samovolně vypadávají, proto je lze na místě činu často nalézt. Podrobují se mikroskopické analýze, k poznání strukturního uspořádání a případného nánosu nečistot či dočasnými úpravami. Mohou být také v některých případech vhodné k analýze DNA. Vyšetřením ulpělé buňky lidské tkáně u kořene dokonce zjistíme pohlaví osoby.

4.1.1.4 Analýza DNA

První genetické vyšetřování v ČR bylo provedeno v roce 1996 v Kriminalistickém ústavu Praha pro dožadující orgány činné v trestním řízení. První expertízy byly prováděny metodou, která nebyla dostatečně propracovaná a měla tak řadu nevýhod. První nevýhoda byla nutnost získání velkého množství DNA (větší než nepatrné stopy), další nevýhoda spočívala ve zdoluhavém a pracném zkoumání. V případě porovnání vzorků, bylo vždy nutné všechny vzorky znovu analyzovat, protože výsledek analýzy nebylo možno zapsat do databáze formou alfanumerického kódu.

Moderní metoda analýzy DNA se nazývá STR-typing. Z výzkumu vyplývá, že 90 % DNA nenesou žádnou smysluplnou informaci, říkáme jí tedy tzv. odpadní DNA. Je velmi různorodá, kdy jedna složka tvoří tzv. krátké tandemové repetice. Pro představu si jej můžeme představit jako opakování krátkého slova těsně za sebou. Počet těchto opakování je u různých lidí jiný. Někdo jich má na určitém místě tři a u jiných tato složka tvoří až čtyřicet opakování. Prozkoumáním více takových míst se pak sestaví tzv. genetický profil osoby, který je zcela jedinečný a osobu tak jednoznačně identifikuje. [4]

4.1.2 Kriminalistická daktyloskopie

Daktyloskopii můžeme charakterizovat jako nauku o obrazcích papilárních linií, které jsou vytvořeny na vnitřní straně článků prstů, na dlaních, prstech nohou a na chodidlech. Průběh těchto linií je pro jedince charakteristický a jedinečný. Tato metoda k identifikaci osob je jedna z nejspolehlivějších a nejpoužívanějších metod.

V kriminalistické praxi se navzájem porovnávají nejčastěji:

- stopy zajištěné na místě činu s kontrolními (srovnávacími) otisky osob (podezřelých, vytipovaných a osob tzv. domácích, kteří se denně pohybují na místě činu a zanechávají tak po sobě mnoho daktyloskopických stop),
- stopy zajištěné na místě činu se porovnávají s otisky osob, které jsou uloženy v daktyloskopických registracích,
- stopy zajištěné na místě činu se srovnávají se stopami z jiných míst neobjasněných trestných činů,
- otisky prstů osob neznámé totožnosti a mrtvol se porovnávají s otisky prstů ve sbírkách. [5]

4.1.2.1 Zákonitosti identifikace osob podle obrazců papilárních linií

1. Individuálnost obrazců papilárních linií

Je již prokázáno, že na světě neexistují dva lidé s naprosto shodnými obrazci papilárních linií. Tato zákonitost se opírá o matematické statistické metody, z nichž vyplývá, že pravděpodobnost dvou shodných obrazců papilárních linií je tak malá, že je prakticky zanedbatelná. Tato skutečnost je dána tím, že tyto linie obsahují velké množství identifikačních znaků a mohou mít různé tvary, jako jsou smyčky, oblouky, víry, apod.

2. Neměnnost obrazců papilárních linií

Mikroskopickým pozorováním růstu a vývoje lidské kůže bylo prokázáno, že do devátého měsíce člověka je lidská pokožka hladká a poté se již začínají postupně vytvářet malé prohlubeniny a to nejprve od konečků prstů směrem k dlani. Bylo také prováděno porovnání otisků jedné osoby s dvacetiletým odstupem a bylo zjištěno, že tyto obrazce zůstaly nezměněné, jen ve stáří se již začínaly obrazce narušovat vráskami, avšak obrazec zůstal stejný a stále rozpoznatelný se všemi individuálními markanty a charakteristikami. Dříve se předpokládalo, že jakékoliv patologické vlivy nemají žádný vliv na papilární linie. Později se však prokázalo, že dvě nemoci mají vliv na tyto linie. Jedná se o lepru a mozkomíšní nemoc.

3. Neodstranitelnost papilárních linií

Papilární linie jsou neodstranitelné, alespoň v případě, že není odstraněna zárodečná vrstva kůže. Při normálním běžném mechanickém poškození se papilární linie vždy

postupně obnoví do původního vzhledu. Spálení, seřiznutí či sedření povrchové vrstvy kůže papilární linie trvale neodstraní, tyto linie dorostou v nezměněné podobě.

Daktyloskopické stopy vznikají při bezprostředním působení dvou materiálních objektů. Jedním z nich musí být samozřejmě člověk, respektive část lidského těla pokrytá papilárními liniemi. Jako druhý objekt musí být předmět, který je schopen přijmout a po určitou dobu uchovat obraz papilárních linií. Nejvhodnější pro daktyloskopické stopy jsou předměty s hladkým povrchem. Většina těchto stop pak vzniká přenosem potu z pokožky na předmět. [6]

4.1.3 Trasologie

Trasologie je obor kriminalistické techniky, který se zabývá vyhledáváním, zajišťováním a zkoumáním stop obuvi, nohou, dopravních prostředků a dalších podobných stop. Tyto stopy rozdělujeme do čtyř skupin:

1. stopy obutých a bosých nohou,
2. stopy lidské lokomoce,
3. stopy dopravních prostředků,
4. jiné stopy podobného druhu (zuby, uši, rty, lokty, hole, aj.).

Každá vytvořená trasologická stopa je individuální. Stopa se vytváří stejně jako u daktyloskopie, tzn. že objekt přichází do kontaktu s jiným vhodným objektem, kde se za určitých podmínek odráží. Vyhledávání takových stop se musí provádět jako u každé jiné stopy pečlivě a systematicky, aby se žádná stopa nepřehlédla. Tento druh stop se často objevuje v exteriéru, proto je tuto stopu potřeba co nejdříve zajistit, aby se předešlo jejímu zničení ať už kolemjdoucími lidmi, či povětrnostními podmínkami. Trasologické stopy se dají zajišťovat in natura, fotograficky, odlitím stopy či otiskem na daktyloskopickou fólii.

4.1.3.1 *Stopy obutých a bosých nohou*

Tyto stopy jsou vytvořené spodní částí obuvi nebo nohou, kontaktem s podložkou. Z takové stopy můžeme vyčíst spoustu informací. Těmi nejzákladnějšími jsou rozměry a tvar boty. V některých případech můžeme určit druh obuvi a z toho poznat, zda se jedná o muže, ženu či dítě. Pomocí délky stopy lze také určit přibližnou výšku člověka. Pro lepší identifikaci nám také pomáhá fakt, že podrážka každé boty se chůzí opotřebovává a tím na sebe přenáší různé řezy, škrábance, vrypy, aj. V souvislosti se zaznamenáváním stop

se také zaznamenává styl chůze, kdy se zaznamenává především délka a šířka stop, délka pravého a levého kroku, dvojkroku, šířka chůze a natočení chodidel. [7]

4.1.4 Portrétní identifikace

Na celém světě nenajdeme dvě osoby, které by byly naprosto stejné, protože každý z nás je originál. Proto se také mohla portrétní identifikace stát oborem kriminalistické techniky. Jde o jednu z vůbec nejstarších metod identifikace osob. Jedná se o zjišťování totožnosti podle vnějších znaků člověka.

U portrétní identifikace rozlišujeme pojmy jako je popisování a popis osoby. Popisem osoby máme na mysli slovní popis osoby, který nám může sloužit jako prostředek při pátrání po hledané osobě. Popisování je prostředek, kterým můžeme dosáhnout tohoto popisu.

U popisu osoby rozlišujeme, zdali se jedná o popis úřední, který vyhotovuje úřední osoba. Tato osoba zná danou terminologií a může tak vystihnout charakteristické znaky hledané osoby. Jako druhý druh popisu je popis laický, který podává laická osoba (svědek). Tento popis vypadá úplně jinak, než popis úřední. Je to proto, že laická osoba nezná danou terminologii a také tím, že popisovanou osobu viděla například z velké vzdálenosti, krátkou chvíli nebo za špatné viditelnosti. Tento výslech s popisem osoby provádí školený kriminalista.

Popisování osob probíhá při výslechu, kdy je nutné, aby vyslychající osoba přesně kladla otázky a záměrně se zaměřila na zvláštní znamení. Jako první je důležité zjistit na jakou vzdálenost a za jakých podmínek byl pachatel spatřen. Poté je nutné klást otázky typu, zdali byl pachatel starší či mladší než vyslychaná osoba apod.

Do portrétní identifikace spadá kriminalistická fotografie, která slouží jako pomůcka při pátrání po osobách. Do této skupiny přiřazujeme i tzv. třídílné fotografie. Jedná se o tři fotografie, které jsou pořízeny tak, aby na levé straně byl pravý obličej, u prostřední fotografie pohled zepředu a na pravé straně pohled na osobu z levé strany.

Dalším typem portrétní identifikace je sestavení portréту. V dnešní době již tento portrét sestavuje počítač, který vychází z metody fotomontáže či skládaného grafického portréту. Předností této metody je podstatné zkrácení doby celého procesu, uchování portréту, jeho rozmnožování a rozesílání. Základem skládaného portréту jsou samostatně

nakresleny jednotlivé rysy obličeje, který se doplní o vousy, vlasy, mateřská znaménka, jizvy, apod. [8]

4.1.5 Odorologie

Tato kriminalistická metoda se zabývá zkoumáním a identifikací osob a věcí podle pachu. Zkoumání pachu má různá využití. Například u určení přítomnosti alkoholu v dechu řidiče, cvičených psů, které nalézají drogy, zbraně a pátrají po osobách. Tento způsob vyhledávání osob a věcí nám umožňuje fakt, že každá látka, věc, prostředí či osoba má svůj charakteristický zápach. Každá látka bez ohledu na skupenství totiž do prostoru uvolňuje pomocí nepřetržitého odpařování nebo sublimace molekuly nebo atomy, které charakterizují jejich složení. Většinou se jedná o směs různých sloučenin a výsledný pach je potom závislý na koncentraci jednotlivých uvolněných složek odpovídajících chemickému složení zdroje pachu. Ten potom ulpívá na povrchu nepropustných látek a za pomoci difúze proniká do struktury porézních látek a je schopen se beze změn dělit.

Organismus člověka díky fyziologickým projevům životních funkcí odpařováním nebo sublimací uvolňuje také do okolí směsi molekul. Tento pach je pro každého člověka jedinečný a během života neměnný, proto se také využívá při kriminalistické identifikaci osob. Jako hlavní zdroj lidského pachu je kožní povrch, z něhož se vylučuje pot a kožní maz. Tyto části potu a mazu ulpí i na kožních šupinkách, vlasech a chlupech, které z našeho povrchu odpadávají. Pot se přenáší při kontaktu člověka s okolím, nejčastěji jde však o oblečení.

Pachové stopy jsou velice citlivé vůči různým vlivům a jejich časová stálost je omezená, proto se pachové stopy vyhledávají a zajišťují jako první, případně společně s mikrostopy. Pro vyhledání takovýchto stop se používá speciálně vycvičený pes, kdy se psovi dá očichat pach osoby a nechá se taková stopa psem vyhledat. Tato metoda vyhledání by se měla opakovat. [9]

4.2 Kriminalistické metody identifikace věcí

Identifikace věcí se provádí na základě zkoumání stop, odrážejících vnější vlastnosti působícího objektu, popřípadě i stop, které odrážejí vnitřní strukturu působícího objektu.

4.2.1 Mechanoskopie

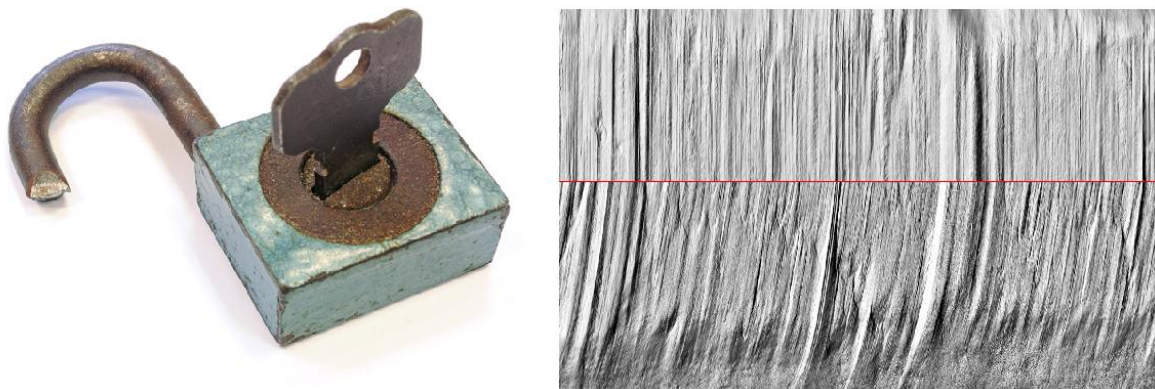
Mechanoskopie je kriminalistická technika, která zkoumá zákonitosti vzniku a metodiku vyhledávání, zajišťování a zkoumání stop nástrojů a jiných technických prostředků za účelem jejich identifikace a zjišťování způsobu jejich použití. Tato metoda tedy zkoumá stopy, které odrážejí vnější stavbu a vlastnosti nástroje, který změnu vyvolal. Zjednodušeně můžeme říct, že se v užším pojetí mechanoskopie zabývá nástroji používaných pachatelů při páchaní trestné činnosti a jejich identifikaci. Za nástroj je v mechanoskopii považován předmět, kterým lze překonávat nějakou překážku, kde rozlišujeme tyto druhy nástrojů:

- **nástroje vyráběné sériově** - jedná se o běžně vyráběné a prodávané nástroje (kladivo, šroubovák, hasák, aj.),
- **upravené sériově vyráběné nástroje** (zkrácení, prodloužení, zohnutí, svaření nástrojů),
- **individuálně zhotovené nástroje** (různé tvarované dráty, kasařské nástroje),
- **náhodně nalezené předměty** - nemají charakter nástrojů, ale mohou sloužit k překonání překážek (kameny, tyče, atd.).

Mechanoskopie nám může umožnit udělat si představu o tom, jak došlo k trestné činnosti, identifikaci nástroje, zjistit mechanismus vzniku stop a jejich souvislost s událostí. Objekty, které patří ke zkoumání v mechanoskopii, jsou nástroje spolu s jejich úlomky a objekty, na kterých jsou vytvořeny stopy z těchto nástrojů.

Vznik mechanických stop je dán vzájemným působením nástroje a objektu. Každý nástroj má na svém povrchu různé nerovnosti vytvořené již při jeho výrobě, používání, opotřebování a případném opravování. Tyto nerovnosti v podobě nejrůznějších rýh jsou pro každý nástroj jedinečné a neopakovatelné. Vzniklé nerovnosti na povrchu takového objektu vytváří specifický mikrorelief. Vyhledání takovýchto mechanických stop obvykle není složité. Bývají obvykle dobře viditelné pouhým okem, pomocí jednoduché optiky či různých mikroskopů. K porovnání dvou objektů se využívá mikroskop komparační, u kterého je možné současné pozorování jak stopy, tak i srovnávacího materiálu v jednom

zorném poli pro vyhledání shodných identifikačních znaků. Výsledky pozorování se poté obrazově dokumentují (viz. Obr. 1).



Obr. 1: Komparace řezu na visacím zámku [10]

Komparace dvou částí předmětů nebývá obvykle obtížná, protože nám postačí tyto dvě části k sobě přiložit a můžeme určit, zdali se tyto dvě části sobě rovnají a pochází tedy z jednoho kusu. Situace obtížnější nastává ve chvíli, kdy bylo s poškozeným nástrojem dále zacházeno a došlo k pozměnění lomové plochy a jejího okolí.

Obtížně se v mechanoskopii vytváří srovnávací materiál, tzv. pokusná stopa. Obtížnost spočívá v nezbytnosti vytvoření co nejpřesnějšího napodobení mechanismu vzniku vlastní stopy. Úkolem experta v laboratoři je vytvoření co možná nejpřesnějšího napodobení srovnávacího materiálu nástrojem za podmínek, které existovaly při vzniku stopy. Musí tedy napodobit směr stejného působení nástroje na předmět, správnou velikost působení síly, úhel řezu, apod. [11]

4.2.2 Balistika

Kriminalistická balistika se zabývá mechanismem výstřelu, pohybem a účinkem střely. Mimo jiné se také zabývá funkčností zbraní, střeliv a povýstřelových zplodin. Rozděluje se podle toho v jakém prostředí a za jakých podmínek se střela pohybuje, jsou to tyto části:

- **vnitřní** - jedná se o okamžik zažehnutí zápalnice až do chvíle, kdy střela opustí hlaveň,
- **přechodová** - střela již opouští hlaveň, ale ještě na ni působí síly z hlavně,
- **vnější** - jedná se o dobu, kdy na střelu přestaly působit síly z hlavně až do okamžiku střetu střely na cíl,

- **koncová, termální** - poslední fáze, od okamžiku zásahu střely na cíl do okamžiku, kdy střela a veškeré její části se přestanou pohybovat.

Kriminalistická balistika se zabývá tedy všemi druhy zbraní, které dokážou dopravit střelu na cíl. Nejčastěji se jedná o ruční palné zbraně. Nepostradatelnou částí zkoumání tohoto oboru se stává i střelivo všech druhů a všech jeho částí, ale především samotné střely a nábojnice. Poslední částí jsou předměty zasažené a povýstřelové zplodiny. Balistika si dává převážně za cíl pomocí zkoumání nalezených nábojnic a střel identifikovat zbraň, ze které pochází střela. Objekty zasažené střelou mají tyto části:

- **vstřel** - místo, kde střela vnikla do zasaženého cíle,
- **výstřel** - místo, kde střela opustila předmět,
- **průstřel** - místo nacházející se mezi vstřelem a výstřelem,
- **zástřel** - místo, kde uvízla střela,
- **nástřel** - místo od kterého se střela odrazila.

4.2.2.1 *Střelné zbraně a střelivo*

Předmět uzpůsobený k destrukci cíle střelou, která je uváděna do pohybu okamžitým uvolněním nahromaděné energie, se nazývá střelná zbraň. Podle energie, která se uvolňuje při výstřelu, se střelné zbraně dají rozdělit na tři základní skupiny:

- a) mechanické zbraně,
- b) plynové zbraně,
- c) palné zbraně.

a) Mezi zbraně mechanické, patří např. kuše, luky, praky, aj. Obvykle v oblasti kriminalistiky tyto zbraně nemají téměř žádný význam. Vzhledem k jejich konstrukci a k tomu, že nemají hlaveň, nemůže být u těchto zbraní prováděna identifikace podle stop vytvořených na střele (kameny, šípy, aj.) a ani podle stop na nábojnících, které rovněž u těchto zbraní nejsou. V úvahu přichází posouzení dopadové energie střely a z ní poté zpětné vyvození technických parametrů zbraně a následné určení její skupinové příslušnosti.

b) Plynové zbraně také nemají nábojnici, ale už mají hlaveň, kterou je střela protlačována. Střela bývá zpravidla vyrobena z olova nebo z oceli. Tyto zbraně jsou tedy

způsobil k individuální identifikaci podle stop na střelách, ale většinou tyto střely bývají často značně deformovány a nelze u nich tuto identifikaci provést.

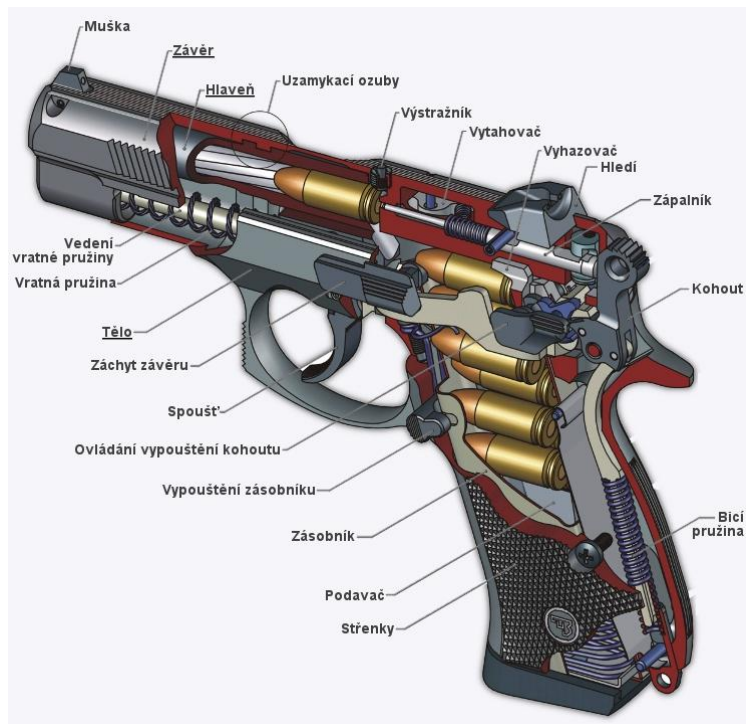
- c) Palné zbraně jsou nejvíce zájmovou skupinou pro kriminalistickou balistiku. Ke střele využívají náboj, který je složen z nábojnice, střely, prachové náplně a zápalky. Jsou plně způsobilé pro individuální identifikaci podle vystřelených nábojnic a střel. Jedná se o továrně vyráběné střelivo.

4.2.2.2 *Vznik balistických stop*

Balistické stopy vznikají na vystřelených nábojnicích a střelách, na kterých se podepisují jednotlivé funkční části zbraně v průběhu výstřelu, při styku s relativně měkkým materiálem nábojnice nebo střely. Na vzniku stop na nábojnici se v průběhu děje výstřelu se podílejí tyto části zbraně:

- vývrt hlavně,
- zápalník,
- drápek vytahovače,
- vyhazovač,
- lůžko pro dno nábojnice,
- hrana nábojové komory,
- hrana vyhazovacího okénka,
- hrana závěru,
- výstražník,
- vývodky zásobníku.

Jednotlivé uvedené funkční části zbraně, ale i další, jsou pro lepší představu popsány na Obr. 2.



Obr. 2: Popis ruční palné zbraně (pistole)[12]

Vyhledávání těchto balistických stop nečiní zpravidla problémy, tyto stopy se běžným způsobem dokumentují, zvláště pak nalezené nábojnice, které mohou podat informaci o místě střelby. Identifikace zbraně podle vystřelené nábojnice a střely se provádí na základě porovnání jednotlivých stop vytvořených funkčními částmi zbraně na nábojnicích a střelách, spolu s pokusně vystřelenou nábojnicí a střelou z nalezené zbraně. Pro účely porovnání těchto stop se využívají komparační mikrostopy.

4.2.2.3 Povýstřelové zplodiny

V oblasti balistiky se také zkoumají tzv. povýstřelové zplodiny, které vznikají v okamžiku výstřelu a projevují se v podobě kovových a nekovových částic vzniklých hořením prachové náplně náboje, zápalkové složky a průchodem střely hlavní. Tyto částice zplodin unikají různými netěsnostmi zbraně a zachycují se na ruce a oděvních součástkách střelce a na předmětech v blízkosti střelby. Dolet povýstřelových zplodin v přímém směru je u krátkých ručních palných zbraní asi 2 m a u dlouhých ručních palných zbraní asi 3 m. Zkoumáním těchto stop můžeme určit vzdálenost střelby, při posuzování zda mohlo dojít k sebevraždě nebo při posouzení, zda vyšetřovaná osoba střílela nebo byla na místě činu. [13]

5 FORENZNÍ VĚDY

Forenzní věda je věda, která se využívá při vyšetřování a dokazování trestních i civilních řízení před státními orgány. Jedná se o postupy, které by měly vést k prokázání identity osob, věcí, listin, atd. Význam slova *forenzní* vychází z latinského slova *forensis*, což znamená fórum. Jedná se o případy obvinění z trestného činu, které byly v antickém Římě řešeny veřejně před lidmi, kdy obviněný i žalobce přednášeli své argumenty, podle kterých se poté vynesl rozsudek. Podle českého výkladu *forenzní* bývá obvykle nahrazováno pojmem *soudní*. Forenzní vědy můžeme tedy označit za vědy, zabývající se vývojem a aplikací specifických metod na vědeckém základě. Podnětem pro vytvoření těchto metod byl zajisté technický rozvoj a s ním i rozvoj nových, technicky promyšlených způsobů jak páchat trestné činy. [13]

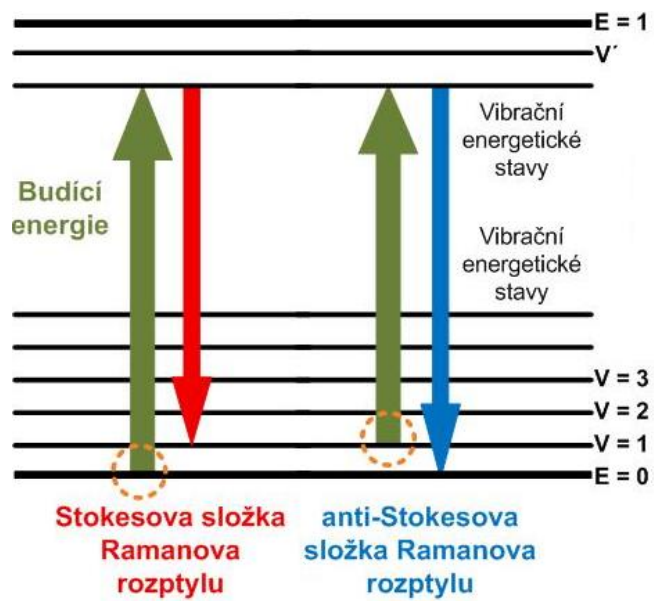
Mezi oblast forenzních věd patří obory, jako jsou soudní psychiatrie, psychologie, lékařství, chemie, inženýrství, aj. Tyto obory byly vyčleněny proto, že ke standardním otázkám byly často vyžadovány soudní znalecké posudky. Proto se postupně začala rozvíjet jejich vlastní výzkumná činnost a je tak úzce spjata k trestnímu procesu a ke kriminalistice. [11]

6 RAMANOVA SPEKTROSKOPIE

Pomocí Ramanovy spektroskopie se dají analyzovat a identifikovat látky všech skupenství. Tento princip měření je nedestruktivní a k měření stačí pouze malé množství vzorku. Patří do oblasti vibrační molekulové spektroskopie, která se používá k chemické identifikaci materiálů obsažených ve vzorku. Tato metoda je založena na tzv. Ramanově jevu, ke kterému dochází při interakci laserového paprsku s elektrony zkoumaného materiálu. Tento paprsek může s elektrony interagovat třemi způsoby:

- a) Většinou laser excituje elektron do vyššího energetického stavu, kde setrvá jen velmi krátkou dobu a poté se vrátí zpět do svého původního stavu. Při přechodu z vyššího do nižšího energetického stavu dojde k vyzáření fotonu se stejnou vlnovou délkou jako budící laser. Jedná se o tzv. Rayleighův rozptyl, který nenesou žádnou informaci o materiálu a to z toho důvodu, že zde nedošlo ke změně vlnové délky.
- b) Jestliže se ovšem elektron po excitaci vrátí do vyšší energetické hladiny, než se nacházel před vybuzením, potom dojde k vyzáření fotonu s delší vlnovou délkou než budící laser. Vlnová délka fotonů v tomto případě potom přímo souvisí s materiálem, ve kterém byla vybuzena. Jedná se o tzv. Stokesův foton.
- c) Pokud se elektron při přechodu dostane do nižší energetické hladiny, než ve které se původně nacházel, dojde k vyzáření fotonu s kratší vlnovou délkou. Takové fotony jsou pak nazývány jako Anti-Stokesovy fotony, při nichž vlnová délka také souvisí s daným materiálem.

Z popisu výše zmíněných způsobů, jsou způsoby popsané v bodě *b* a *c* podstatné a díky těmto vlastnostem se využívá metoda Ramanovy spektroskopie. Oproti Rayleighovu rozptylu je ovšem ten Ramanův mnohonásobně slabší a je mnohem složitější jej zachytit (řádově 10^{-8} fotonů je neelasticky rozptýleno a interaguje tak se vzorkem). [14]



Obr. 3: Ramanův rozptyl [15]

7 TEXTILNÍ VLÁKNA

Textilní vlákna jsou součástí našeho celého života a to při většině lidských činností. Jako první se začala objevovat vlákna přírodní, která se pěstovala na plantážích a poté se zpracovávala. Později se tato vlákna začala doplňovat vlákna chemická.

V dnešní době už se téměř nedá na první pohled rozeznat, zda se jedná o přírodní či syntetický výrobek, protože výroba těchto materiálů se stále více zdokonaluje. Při výrobě se využívá směsování různých vláken a to jak z důvodu ceny tak i vlastností materiálu.

7.1 Mezinárodní zkratky pro označení textilních vláken

V Tab. 1 jsou uvedeny mezinárodní zkratky pro označení nejpoužívanějších textilních vláken vydané Mezinárodním úřadem pro standardizaci v Bruselu (BISFA).

Tab. 1: Mezinárodní zkratky textilních vláken [16]

Zkratka	Materiál
CC	Kokosové vlákno
CMD	Modal
CO, BA	Bavlna
CV	Viskóza
EL	Elastická vlákna
GF	Skleněná vlákna
HF	Konopí
HZ	Kozí chlupy
JU	Juta
PA	Polyamid
PAN	Polyakryl
PE	Polyethylen
PES	Polyester, fleece
PL	Polyester
PP	Polypropylén
PTFE	Gore-tex
PU	Polyuretan

RA	Ramie
SE	Hedvábí (z bource morušového)
SI	Sisal
WK	Velbloudí srst
WL	Lama
WM	Mohér
WO	Ovčí vlna

7.2 Klasifikace vláken

Textilní vlákna se klasifikují dle různých hledisek, nejčastěji se ovšem rozdělují na přírodní, chemická z přírodních polymerů a chemická ze syntetických polymerů.

7.2.1 Přírodní vlákna

Tab. 2: Rozdělení přírodních vláken [17]

Rostlinná			Živočišná		Minerální
<i>Ze semen a plodů</i>	<i>Z listů</i>	<i>Ze stonků</i>	<i>Vlna a chlupy (keratinová)</i>	<i>Vlákna fibroinová (výměšky hmyzu)</i>	
bavlna	sisal	len	ovčí	pravé hedvábí	asbest
kokos	agave	juta	mohér	plané hedvábí	
kapok	henequen	konopí	kašmír	pavoučí hedvábí	
	abaca	ramie	alpaka		
		kenaf	vikuňa		
		kopřiva	velbloud		
		aloe	králík		

7.2.2 Chemická vlákna z přírodních polymerů

Tab. 3: Rozdělení chemických vláken z přírodních polymerů [17]

Regenerovaná celulóza	Deriváty celulózy	Regenerované bílkoviny	biosyntéza
Viskózová	Acetát	Kasein	Kyselina mléčná
Měďnaté hedvábí	Triacetát	Zein	Polyhydroxybutyrát
Nitrátové hedvábí	Semidiacetát	Arašídová	Bakteriální celulóza
Lyocelová		Sojová	Chitinová
Z roztoku v H ₃ PO ₄		Regenerované hedvábí	alginátová

7.2.3 Chemická vlákna ze syntetických polymerů

Tab. 4: Rozdělení chemických vláken ze syntetických polymerů [17]

Polyamidy	Polyestery	Vinylové deriváty	Polyolefiny	Polyuretany
PA	PES	PAN	PE	EL
Nomex	PEN	PVC	PP	
Kevlar	Aromatické	PVA		
		PTFE		
		Polystyren		

8 ZKOUMÁNÍ TEXTILNÍCH VLÁKEN

Zkoumání textilních vláken patří v oboru kriminalisticko-technické praxi do oblasti mikrostop. Tyto stopy jsou nepatrné, velmi malé a pachatelem těžko ovlivnitelné kriminalistické stopy, které jsou bez využití různých prostředků okem obtížně pozorovatelné či vůbec nepostřehnutelné. [18] Textilní vlákno je nejmenší strukturní element. V kriminalistické praxi se jedná o jeden z nejčastějších nálezů, který se vyskytuje v zajištěných materiálech v souvislosti s vyšetřovaným trestným činem. Tato skutečnost je dána tím, že textilní materiály jsou nepostradatelnou složkou pro každého člověka.

Textilní vlákna se uvolňují při mechanickém působení a mohou se nacházet na různých částech v objektu, či na jiném místě a to vlivem různých okolností. Jako příklad můžeme uvést trestné činy, jako jsou znásilnění, krádeže aut, přepadení nebo vloupání. Přenos textilního vlákna závisí na jeho délce. Relativně krátká vlákna jsou charakteristická větším počtem konců vláken vyčnívající z plochy textilie. To se týká především přírodních vláken, jako je bavlna, vlna apod. Tato vlákna se přenášejí snadněji než vlákna chemická, která se vyrábějí v širokém rozsahu délek. [19]

Tyto mikrostopy jsou mnohdy jedinou stopou zachycenou při ohledání místa činu, proto jsou důležitou součástí při objasňování trestného činu. [18]

8.1 Způsob zajišťování textilních vláken

Důležité při zajišťování vláken je zvážit, o jaký druh případu se jedná a určit tak cíl zkoumání. Textilní vlákna se většinou nalézají u násilných trestných činů, jakými jsou znásilnění, vražda, rvačka, vloupání apod. Například pokud by se jednalo o znásilnění, potom bychom se zaměřili na zkoumání spodního prádla, na kterém by se mohla nalézat vlákna pocházející od pachatele a naopak, pachatel by měl mít na sobě vlákna pocházejícího ze spodního prádla. U loupežného přepadení je zase pravděpodobný nález vláken na svrchním oděvu. Vyhledávání textilních vláken, stejně jako ostatních mikrostop, je náročné a je potřeba se zaměřit převážně na místa, kde se předpokládá jejich výskyt.

Výběr správné metody při zajišťování vláken je dán charakterem trestného činu a danými podmínkami na místě odběru. Jednotlivé způsoby zajišťování těchto stop:

- zajištění předmětů, kde se mohou nacházet vlákna,
- zajištění vláken pomocí daktyloskopické fólie,

- zajištění vláken pomocí vysavače,
- sejmutí vlákna pomocí pinzety,
- kartáčování elektricky nabitým předmětem,
- vyčesáním, jedná-li se o povrch vlasový (kožešina).

Při zajišťování textilních vláken pomocí daktyloskopické fólie se využívá fólie transparentní, ta je pro tyto účely nejlepší z hlediska přehlednosti barevných vláken ulpělých na povrchu. Vyrábějí se i fólie bílé, u kterých by ovšem mohlo dojít k přehlédnutí bílých či světlých vláken a podobně u černých fólií by mohlo dojít k zanoření tmavých vláken. Neměly by se také používat lepicí pásky, které jsou pro tento způsob zajišťování textilních vláken nevhodné z důvodu jejich velké adheze, kdy by mohlo dojít k porušení struktury vlákna či k roztržení vlákna. Velikost transparentní fólie se musí přizpůsobit charakteru stopy. Zajišťují se vždy suché oděvy při opatrné manipulaci a každý oděvní svršek zvlášť proložený papírem. Velký pozor bychom si měli dát při zkoumání textilních vláken na tzv. domácí osoby, které se pohybují na místě činu.

8.2 Zajišťování porovnávacího materiálu

Pokud máme k dispozici oděv, z něhož máme zajistit porovnávací materiál, je nutné získat reprezentativní vzorek materiálu oděvu tak, aby vzorek ze tkaného oděvu obsahoval vlákna osnovy i útku. Mimo toho vybíráme i vlákna či jiné složky oděvu, které jsou jeho součástí. Jedná se o zpevňující vlákna, materiál z kapes a podšívky, vlákna z nápletů na límcích atd. U pletených oděvů je to mnohem jednodušší, poněvadž jsou zhotoveny z jednoho materiálu a to z jedné nekonečné příze, ovšem ta bývá nejčastěji složena z více druhů vláken. Proto je potřebné zajistit veškerá vlákna z daného oděvu. Nemáme-li k dispozici porovnávací oděv, pak je důležité vyloučit vlákna nepatřičná, tj. vlákna pocházející z materiálu, z něhož stopy zajišťujeme (oděv pachatele, oběti, autopotahy, koberce, atd.). Vlákna charakterizující tuto skupinu objektů se zajišťují naprosto stejným způsobem jako u vláken z materiálu porovnávacího.

8.3 Základní vyhodnocení textilních vláken

Vyhodnocení vláken se omezuje zejména na určení barevnosti, druhu vlákna a četnosti výskytu jednotlivých vláken. Pokud máme pouze nalezené vlákno bez porovnávacího vlákna, nemůžeme určit o jaký druh textilie se jedná (rukavice, košile, bunda). To můžeme

určit až v případě, máme-li k dispozici porovnávací materiál. Vždy se tedy musí provést porovnávací analýza. Jako první se při hodnocení vláken zanechaných např. na fóliích provádí pod stereomikroskopem, kdy celou plochu vyhodnocujeme z hlediska výskytu jednotlivých barevných odstínů vláken. Z povrchu daktyloskopické fólie se odstraňuje vlákno pomocí pinzety a to většinou tak, že vlákno jednoduše smočíme glycerolem, abychom zvlhčili adhezivní povrch pod vláknem a umožnili tak snadnější vyjmutí daného vlákna a zároveň tímto zabraňujeme poškození či ztrátě fragmentu během přenosu z daktyloskopické fólie na podložní sklíčko.

8.4 Zpracování kriminalisticky relevantních textilních vláken

Metody zkoumání můžeme rozdělit do tří skupin:

- a) **mikroskopické metody,**
- b) **chemické metody,**
- c) **rastrovací elektronová mikroskopie a elektronová mikroanalýza.**

Pokud máme pouze jednotlivý fragment vlákna, musíme s ním zacházet s ohledem na další případné použití. To z toho důvodu, abychom později, jakmile zajistíme porovnávací materiál, mohli tento fragment následně porovnat.

U vláken stanovujeme barevný odstín a druh textilního materiálu a v případě zajištění porovnávacího materiálu se dále provádí komparace se zkoumanou stopou.

8.4.1 Mikroskopické metody zkoumání textilního vlákna

Jedná se o základní stupeň pracovního postupu, který je využíván při zkoumání vláken. Tato metoda umožňuje pozorovat a zkoumat jednotlivé vlastnosti daného vzorku jako je například:

- druh textilního vlákna,
- barevný odstín vlákna,
- způsob vybarvení vlákna,
- příčný řez vlákna,
- poškození a povrchové znečištění vlákna,
- tvarování vláken,

- index lomu a dvojlom,
- teplota tání textilního vlákna.

U všech výše uvedených vlastností (mimo určení teploty tání) zůstává vlákno neporušené pro další využití, tzn., že se jedná o metodu nedestruktivní.

Textilní vlákna se zkoumají pomocí optického mikroskopu a to pomocí dvou metod:

- a) dopadající a procházející světlo,**
- b) polarizované procházející světlo.**

8.4.1.1 Pozorování vlákna pomocí bílého dopadajícího a procházejícího světla

Pozorování textilního vlákna v bílém světle nám umožňuje rozlišení vláken na přírodní a na chemické. Další vlastností, kterou nám tato metoda umožňuje je stanovení barevného odstínu, případně porovnání na komparačním mikroskopu se sporným materiálem. Pomocí bílého světla lze také určit barevnost a také způsob vybarvení vláken, kdy se určuje, zdali daný materiál byl barvený ve hmotě či vybarvený povrchově.

8.4.1.2 Pozorování vlákna pomocí polarizovaného světla

Při zkoumání v polarizovaném světle můžeme určit druh syntetických vláken, případně i přírodních vláken s tmavým vybarvením. Tímto způsobem můžeme tedy určit druh syntetických vláken a to na základě interferenčních barev, které se projevují jako barevné pruhy po délce vláken. Vznik těchto barev je spojen s krystalickou strukturou a orientací vláken.

U hodnocení vlastností textilních vláken můžeme také hodnotit poškození vlákna, které může být způsobeno mechanickým poškozením nebo stárnutím (častým nošením). Z hlediska mechanického poškození můžeme zjistit, zda se jednalo o přetržení nebo přeřezání vlákna. U hodnocených vláken můžeme také narazit na nějaké znečištění vlákna, což je také jeden z důležitých faktorů při stanovení vlastností vláken v určitých případech.

Určení indexu lomu a dvojlomu je charakterizující pro daný typ vlákna a to především u syntetických, protože tato vlákna nevykazují výrazné morfologické znaky.

8.4.2 Chemické metody zkoumání textilního vlákna

Toto zkoumání je zaměřené na přesné určení chemických vláken, ale někdy i u přírodních vláken je potřeba tyto zkoušky provádět pro odlišení juty, lnu a konopí. Nevýhodou těchto chemických zkoušek je fakt, že se jedná o destruktivní metodu, tudíž lze tento vzorek použít pouze jednou, proto se tato metoda využívá většinou v případě, kdy máme k dispozici větší množství zkoumaného materiálu. Tyto zkoušky jsou navíc oproti optickému zkoumání daleko více časově náročné a pracné. Jednotlivé chemické metody můžeme rozdělit do těchto skupin:

- rozpouštěcí zkoušky,
- určení teploty tání,
- spalovací zkouška,
- infračervená spektroskopie.

8.4.2.1 *Rozpouštěcí zkoušky*

Textilní vlákno při rozpouštění v první fázi přijme určité množství rozpouštědla a poté bobtná. Tento děj je velice rychlý a navazuje na něj vlastní rozpouštění, které je podstatně pomalejší. Rozpuštění vláken je individuální, záleží to na chemické a fyzikální struktuře vlákna, jeho rozměrech a na použitém rozpouštědle. Pro různá vlákna se používají různá rozpouštědla, například přírodní hedvábí se rozpouští v koncentrovaných minerálních kyselinách, v kyselině chlorovodíkové poměrně rychle. V kyselině mravenčí bobtná a poté vytvoří gel. Vlákná polyesterová se hydrolyzují kyselinou sírovou a alkalickými louhy za vyšších tlaků.

8.4.2.2 *Určení teploty tání*

Určením teploty tání můžeme stanovit druh materiálu, jež je pro různý materiál specifická.

8.4.2.3 *Spalovací zkouška*

Spalovací zkouška je jednoduchá identifikace textilních vláken bez pomoci přístrojů a zařízení. Vychází z podstaty, že každý druh vlákna je jinak hořlavý. U této zkoušky se sleduje způsob hoření, jak se materiál zapaluje, zápach při hoření, rychlost hoření, velikost plamene a zbytek po hoření. Určení přesného duhu materiálu však bývá v některých přípa-

dech subjektivní a někdy těžce rozpoznatelné. Obecně lze říci, pokud hoří vlákna rychle, velkým a jasným plamenem, vydávají zápach po spáleném papíru a po hoření zůstává lehký šedobílý popel, jedná se o vlákna, která obsahují přírodní celulózu (přírodní rostlinná vlákna) nebo obsahující regenerovanou celulózu (viskózová vlákna).

Jestliže vlákno snadno vzplane, v plameni se taví, vydává ostrý kyselý zápach a na konci vytváří zuhelnatělé kuličky, mělo by se jednat o acetátová vlákna.

Pokud se vlákna těžko zapalují a v plameni se škvaří, jedná se o přírodní živočišná vlákna ze srsti zvířat.

Jestliže se vlákno po vložení do plamene taví, vydává aromatický zápach a po hoření zůstává tvrdý zbytek taveniny, jedná se o vlákna syntetická. [19]

8.4.2.4 *Infračervená spektroskopie*

Jedná se o spektroskopickou kvalitativní metodu pro identifikaci organických sloučenin. Tato metoda využívá infračervený laser, který dopadá na danou látku a molekuly organických látek absorbují po dopadu infračervené záření specifické vlnové délky. Detektor poté zaznamená a vyhodnotí odražené laserové záření. Výsledkem je grafické spektrum charakteristické pro jednotlivé látky, které může být následně identifikováno pomocí digitální databáze infračervených spekter. [20]

8.4.3 *Zkoumání rastrovacím elektronovým mikroskopem spolu s elektronovým mikroanalyzátorem*

Jedná se o metodu časově nejnáročnější a je zaměřena na morfologické známky chemických vláken a to při zvětšení až patnáct tisíc. Tento způsob zkoumání je umožněn díky velké hloubce ostrosti elektronového mikroskopu, která přesahuje možnosti optického mikroskopu. Rastrovou elektronovou mikroskopií se zkoumají látky, které nelze zkoumat pomocí optického mikroskopu a to proto, že byly vystaveny například vysoké teplotě při požáru. Ze zajištěných zuhelnatělých textilií můžeme tedy určit možný typ textilu.

Tímto druhem mikroskopu ve spojení s elektronovým mikroanalyzátorem se provádí morfologická analýza anorganických vláken, analýza nečistot na textilu a analýza vláken zaměřená na zjištění prvků, které jsou do vlákna vnášeny při výrobě (barvení, úprava). [21]

8.5 Přenos textilních vláken

K přenosu textilního vlákna z textilie na jiný objekt dochází při vzájemném kontaktu s jiným předmětem či textilií. Přenos takovýchto vláken se uskutečňuje pomocí několika způsobů. Vlákna, která jsou na povrchu textilie, mohou být při kontaktu s jinou textilií vyměněny nebo uvolněny z povrchu. Vlákna, která jsou uchycena ve vazbě, mohou být uvolněna třením. Jako další způsob přenosu může nastat při přelomení či přeříznutí vlákna.

Přenos vlákna závisí zejména na délce vlákna. Je jasné, že textil vyrobený z krátkých vláken vypustí do svého okolí více vláken než vlákna ve větších délkách. Textilní materiály vyrobené z krátkých vláken, řádově několik centimetrů, mají na svém povrchu velké množství konců vláken a vlákna tak mohou na svém povrchu volně spočívat a přenášet se tak pouhým odpadáváním. Obecně lze říci, že vlákna přírodní jsou v krátkých délkách a vlákna chemická jsou v širokém rozsahu délek. To však neplatí u přírodního hedvábí, které je velice dlouhé.

Další faktor, který má velký vliv na snadnost přenosu vláken, je užívání výrobku. Užíváním, následně i praním, žehlením, dochází k opotřebení a tím i k narušení struktury textilie a k přerušení vláken. Další vlivy, které mohou ovlivňovat přenos vláken, jsou například struktura textilie, úprava tkanin, apod.

8.6 Stálost vlákna po přenosu

Stálost je dána upoutáním přeneseného vlákna k objektu, který jej přijal. Jestliže není toto přenesené vlákno k textilii přilepeno například zaschlou krví, potom je doba, po kterou je toto vlákno přichyceno, zpravidla velice krátká. Nejdůležitější pro stálost vláken na textilii je jeho zapletení do struktury textilie. Ztráta vlákna při běžném nošení je velmi rychlá. Rychlost ztráty závisí na tom, zda byl daný oděv nošený, zda na dané textilii byl nošen další vnější oděv a na jakém místě na textilii byla vlákna zachycena. Za málo kontaktovatelné materiály, které by textilní vlákno udrželo, se považují hladké a malé povrchy (kabely, prádelní šňůry, apod.). [22]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

9 MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ VYBRANÝCH TEXTILNÍCH VLÁKEN

U textilních vláken se dají měřit různé vlastnosti. Jedná se o vlastnosti mechanické, u kterých se zkoumá především pevnost, tažnost a pružnost vláken. Dále se u vláken měří elektrické, optické, tepelné vlastnosti, ale také odolnost vůči různým vlivům jako jsou například vliv vlhkosti, záření, kyseliny apod. Pomocí mikroskopu se dá sledovat jejich morfologie jako je tvar, délka, tloušťka, povrch aj. [19] Právě vlastnost, jako je morfologie vlákna se dá měřit pomocí mikroskopu. Touto vlastností jsem se také zabýval a to z toho důvodu, že Fakulta aplikované informatiky těmito prostředky disponuje.

V praktické části se tedy budu věnovat měřením vlastností textilních vláken pomocí dvou mikroskopů a to pomocí stereomikroskopu a polarizačního mikroskopu. Budu zkoumat jednotlivé druhy textilních materiálů a to jak přírodních, tak i chemických a ke každé látce budu popisovat jejich vlastnosti v polarizovaném i v bílém procházejícím světle. Oba dva mikroskopy budou ovládány pomocí programu Axio Vision Rel. 4.8 od firmy Zeiss, ve kterém budu pořizovat snímky vybraných vláken, měřit jejich tloušťku a sledovat jejich morfologii.

9.1 Použité technické prostředky a programové vybavení

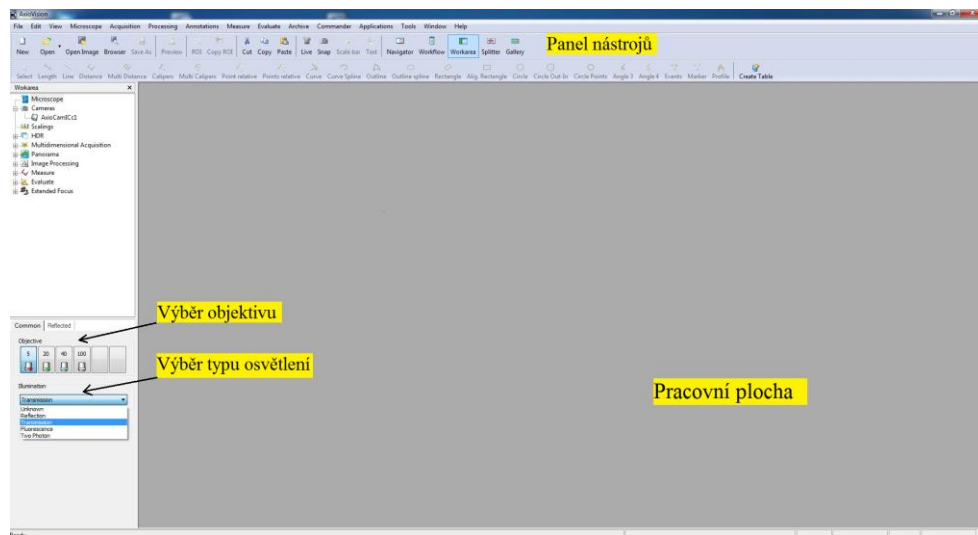
Při zkoumání vlastností textilních vláken byly využity tyto prostředky spolu s tímto programovým vybavením:

- Axio Vision,
- stereomikroskop Stemi 2000-C,
- polarizační mikroskop A1 Axio Scope.

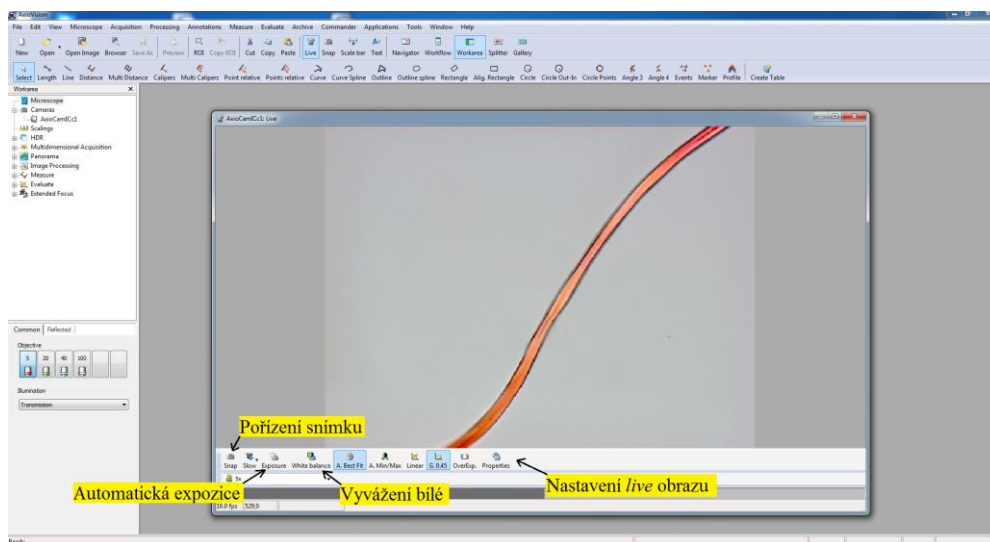
9.1.1 Axio Vision

Jedná se o software, který byl využit k ovládní obou mikroskopů, respektive k ovládní připojených fotoaparátů a pořizování jednotlivých snímků s následným měřením tloušťky vlákna. Na Obr. 4 můžeme vidět prostředí tohoto programu. V levém sloupci si vybereme objektiv, který byl právě využíván k měření. K dispozici byly nainstalované objektivy se zvětšením 5 x, 20 x, 40 x, a 100 x. Pro měření veškerých textilních vláken jsem využíval pouze procházející světlo. Po vybrání správného objektivu jsem mohl přistoupit k měření a zobrazit si měřené textilní vlákno. Po kliknutí na tlačítko live se zobrazil měřený materiál tzv. v živém přenosu (viz. Obr. 5). Zde máme v nabídce několik tlačítek,

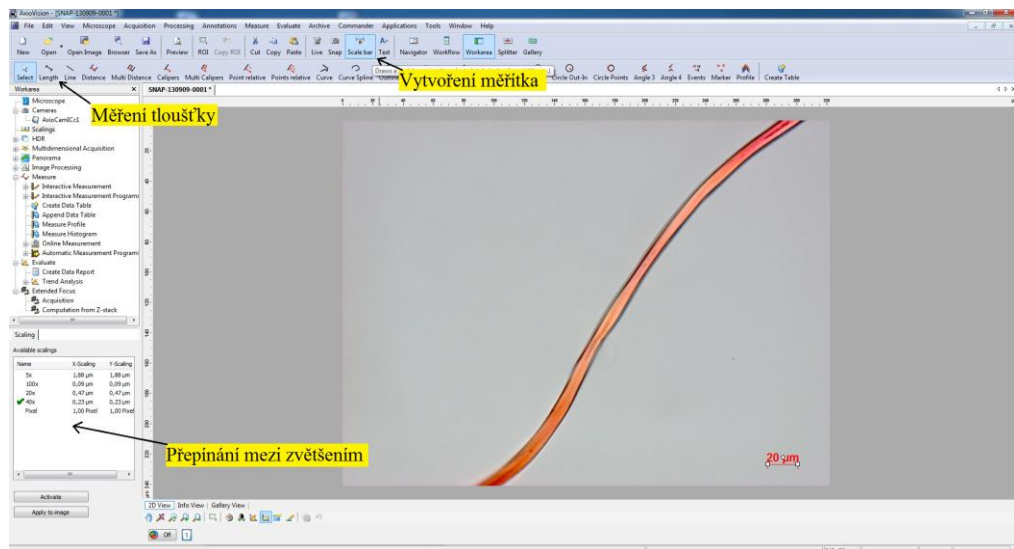
keré nám umožní různé nastavení, já jsem využíval tlačítko Exposure. Toto tlačítko nám umožňuje automatickou expozici. Ta nám nastaví automaticky správnou kombinaci expozičního času, clony a citlivosti. Dále jsem využíval tlačítko White balance. Jedná se o tzv. vyvážení bílé, které spočívá v barevném vyvážení snímaného předmětu tak, aby se zachycený obraz co nejlépe shodoval s podáním barev tak, jak jej vidí lidské oko. Jakmile je předmět správně nastaven a zaostřen, pak stačí kliknout na tlačítko Snap, které pořídí danou fotografii. Tato fotografie se nám zobrazí na pracovní ploše v programu Axio Vision, kde můžeme s fotografií různě pracovat. U každého měření jsem pomocí tlačítka Scale Bar v pravém dolním rohu vytvořil měřítko (viz. obr. 6) odpovídající pro dané zvětšení a provedl jsem měření tloušťky každého textilního vlákna pomocí tlačítka Length.



Obr. 4: Prostředí programu Axio Vision



Obr. 5: Zobrazení měřeného materiálu - live



Obr. 6: Pracovní plocha s fotografií textilního vlákna

9.1.2 Měření vlastností vybraných textilních vláken pomocí stereomikroskopu

Jako první byl využit pro měření textilních vláken stereomikroskop (viz. Obr. 7), který jsem využil pro zobrazení struktury dané textilní látky. Jedná se o mikroskop s označením Stemi 2000-C, který disponuje zvětšením od 6,5 x do 50 x. Na tomto mikroskopu byl nainstalován fotoaparát Canon DS 126191 s rozlišením 3888 x 2592 pixelů. Nejprve byl využit při manipulaci s textilním materiálem a to z důvodu sejmutí jednoho vlákna s následným zobrazením a pořízením snímku struktury daného materiálu. Jakmile bylo odebráno textilní vlákno, vždy jsem ho umístil na podložní sklíčko, zakápl pomocí injekční jehly glycerolem a přikryl krycím sklíčkem. Poté byl zkoumaný materiál připraven pro zkoumání polarizačním mikroskopem (Obr. 8).



Obr. 7: Stereomikroskop Stemi 2000-C



Obr. 8: Podložní sklíčko se vzorkem textilního vlákna

9.1.3 Měření vlastností vybraných textilních vláken pomocí polarizačního mikroskopu

Polarizační mikroskop má označení A1 Axio Scope se zvětšením od 50 x do 1000 x, na kterém je nainstalována kamera AxioCam ICc 1 s rozlišením 1392 x 1040 pixelů. U tohoto mikroskopu můžeme zkoumat jak přírodní tak i chemická vlákna. Přírodní vlákna se dají zkoumat a rozlišit v procházejícím bílém světle. Naopak, syntetická vlákna zobrazujeme v polarizovaném světle, případně i přírodní vlákna s tmavým vybarvením.

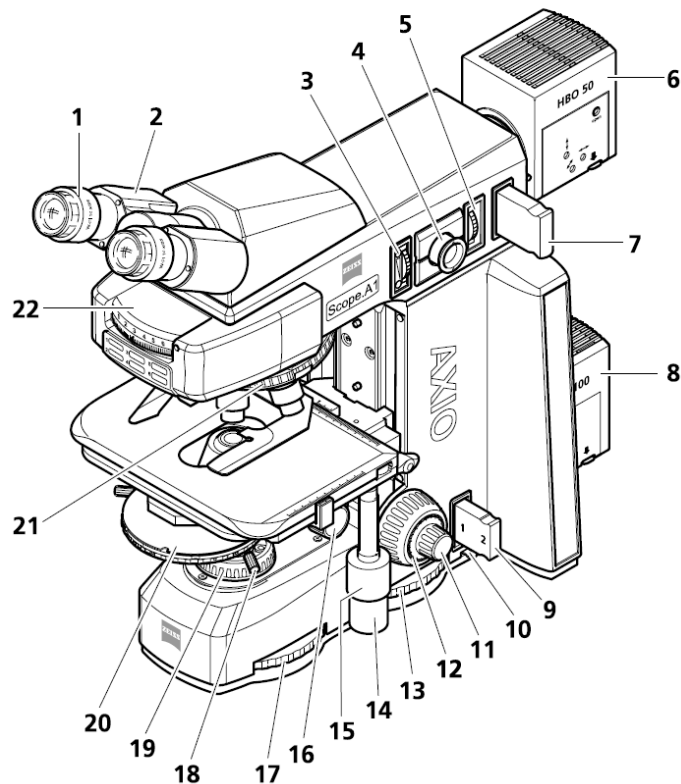
Metoda polarizovaného průchozího osvětlení se používá pro vzorky, které mění polarizaci světla. Tyto vzorky nazýváme vzorky dvojlomné. Příkladem mohou být krystaly, minerály nebo polymery, tudíž i syntetická vlákna. Pozorujeme-li takovéto látky mezi zkříženými polarizátory, jeví se dvojlomná oblast jako světlá, zatímco její okolí zůstává tmavé. Dvojlomné látky lze rozeznat otáčením vzorku o 360° mezi zkříženými polarizátory. Tyto vzorky vykazují čtyři světlá a čtyři tmavá místa v průběhu jejich otočení. Pro mé zkoumání textilních vláken jsem používal úhel 55°, který se mi jevil pro zobrazení vláken jako nejlepší. Pomocí polarizačního mikroskopu jsem zkoumal morfologii vláken, tedy to jaký má vlákno tvar, strukturu a tloušťku a tyto vlastnosti jsem ke každému vláknu stručně popsal. Při měření tloušťky vlákna jsem každé vlákno změřil na různých místech celkem desetkrát a z těchto hodnot jsem poté vypočítal aritmetický průměr vlákna.



Obr. 9: Polarizační mikroskop

A1 Axio Scope

9.1.3.1 Popis polarizačního mikroskopu



Obr. 10: Popis polarizačního mikroskopu A1 Axio Scope

- | | |
|--|--|
| 1) Okulár | 12) Zaostrování - hrubé |
| 2) Binokulární tubus | 13) Ovladač intenzity světla |
| 3) Clona zorného pole | 14) Knoflík převodu stolku ve směru x |
| 4) Seřizovací přípravek | 15) Knoflík převodu stolku ve směru y |
| 5) Clona apertury | 16) Knoflík převodu pro svislé seřízení kondenzoru |
| 6) Lampa dopadajícího osvětlení | 17) Kolečkový volič filtru |
| 7) Zásuvka filtru dopadajícího osvětlení | 18) Středící šroub kondenzoru |
| 8) Lampa průchozího osvětlení | 19) Clona zorného pole |
| 9) Zásuvka filtru průchozího osvětlení | 20) Kondenzor s clonou apertury |
| 10) Převodový posuvník pro difuzní disk | 21) Revolverový držák objektivů |
| 11) Zaostrování - jemné | 22) Zásuvka reflektoru |

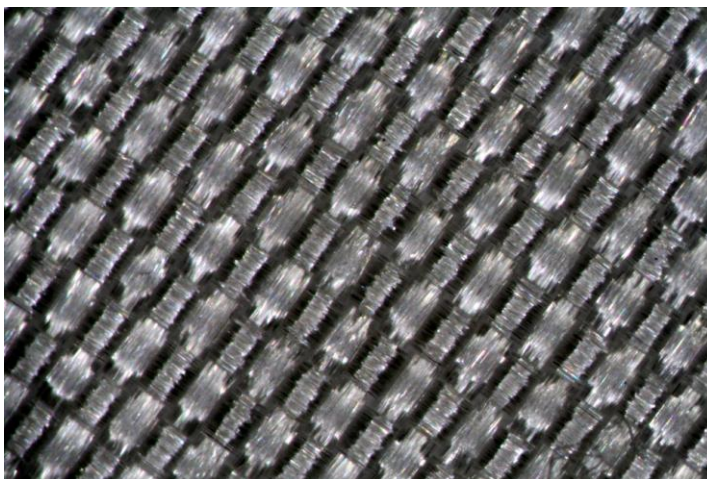
9.2 Měření vybraných textilních vláken

Zde uvádím seznam vybraných textilních vláken, u kterých jsem zkoumal jejich vlastnosti:

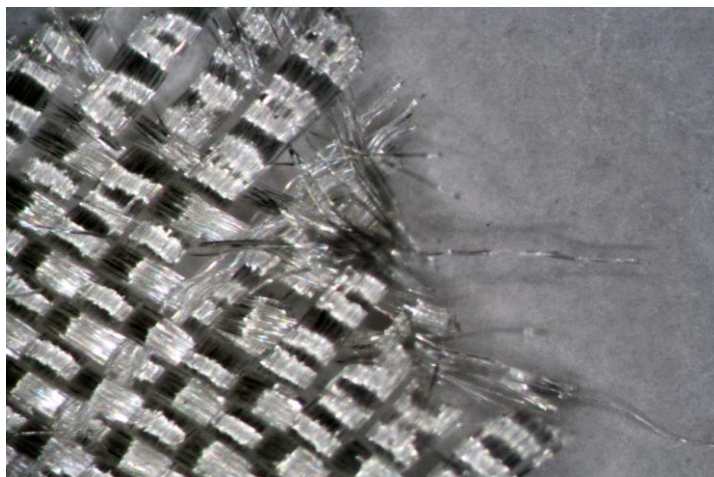
- 1) acetát,
- 2) akryl,
- 3) bavlna,
- 4) hedvábí (pravé hedvábí),
- 5) len,
- 6) polyester,
- 7) polyamid,
- 8) viskóza (umělé hedvábí),
- 9) vlna (ovčí).

9.2.1 Acetát

Na Obr. 11 je zobrazena struktura látky, která je pořízena ze stereomikroskopu. Tento kousek materiálu byl vytvořen ze 100 % acetátu. Obr. 12 potom znázorňuje stejný materiál, který je zde zobrazen jako roztržený. Na Obr. 13 je zobrazené acetátové textilní vlákno zvětšené 400 x, které je zobrazeno v bílém procházejícím světle. Protože jde o chemické vlákno, je lépe viditelný v polarizovaném světle (Obr. 14). Acetátové vlákno je vyrobené z celulózy, proto je možné vidět, že vlákno je hladké a má po celé své délce téměř rovnoměrnou tloušťku, v průměru 17 μm .



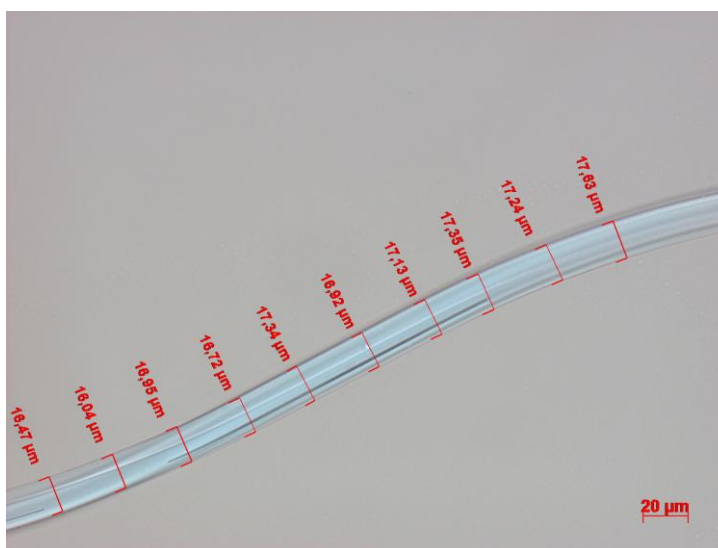
Obr. 11: Acetát - struktura textilního materiálu - zvětšení 50 x



Obr. 12: Acetát - roztržený textilní materiál - zvětšení 50 x



Obr. 13: Acetát v bílém procházejícím světle - zvětšení 400 x



Obr. 14: Acetát v polarizovaném světle - zvětšení 400 x

9.2.2 Akryl

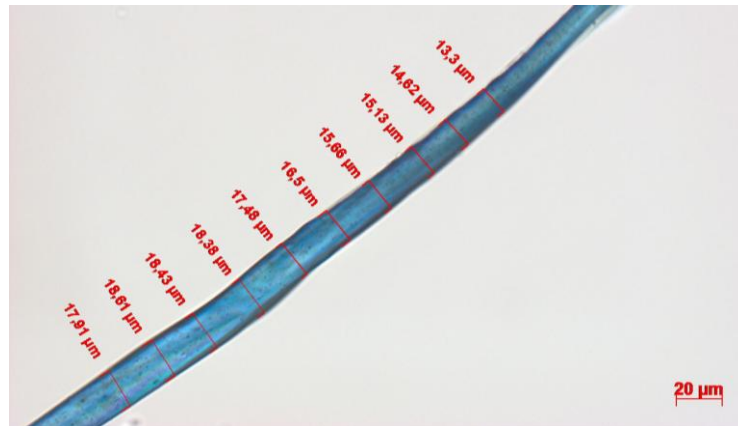
Na Obr. 15 je zobrazena pomocí stereomikroskopu akrylová příze. Akryl je také chemické vlákno a proto je jeho struktura rovněž hladká, ovšem její tloušťka není na všech místech stejná jako je tomu u acetátu. Tento materiál vypadá relativně stejně, jak v bílém tak i v polarizovaném světle. U polarizovaného světla trochu více vyniká struktura tohoto materiálu. Průměrná tloušťka akrylového vlákna je 16,6 μm .



Obr. 15: Akrylová příze - zvětšení 50 x



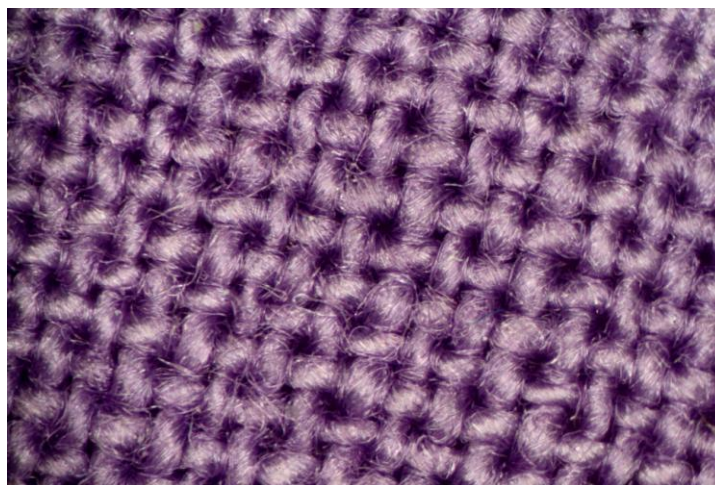
Obr. 16: Akryl v bílém procházejícím světle - zvětšení 400 x



Obr. 17: Akryl v polarizovaném světle - zvětšení 400 x

9.2.3 Bavlna

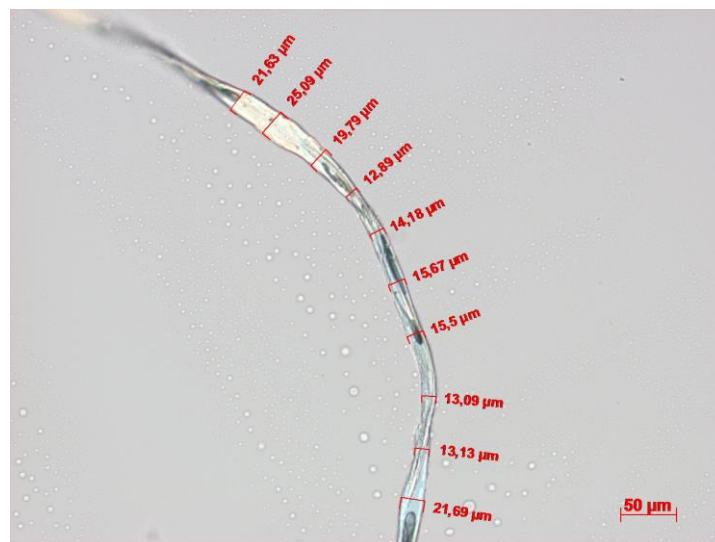
Bavlna patří do skupiny přírodních materiálů. Jedná se o nejvíce známý a nejvíce využívaný materiál v oblasti výroby textilních látek. Na Obr. č. 18 můžeme vidět vzor měřené látky, dále pak na Obr. 19 látku roztrženou a na Obr. č. 20 bavlněné vlákno v procházejícím bílém světle a na Obr. 21 vidíme vlákno v polarizovaném světle a to při zvětšení 200x, kde se nám struktura nezobrazila tak dobře, jako ve světle bílém. U tohoto vzorku byl problém s hloubkou ostroty, proto jsem musel bavlnu několikrát po sobě zaznamenávat při různém zaostřování, aby se tyto jednotlivé fotografie poté spojily a vytvořily tak jeden ostrý snímek. Toho bylo využito pomocí programu Axio Vision, který touto funkcí disponuje. Při pozorování se nám vlákno jeví jako zkroucená stuha. Tato vlastnost je u bavlny charakteristická a tudíž snadno rozpoznatelná. Průměrná tloušťka bavlněného vlákna se pohybuje okolo 17,3 μm .



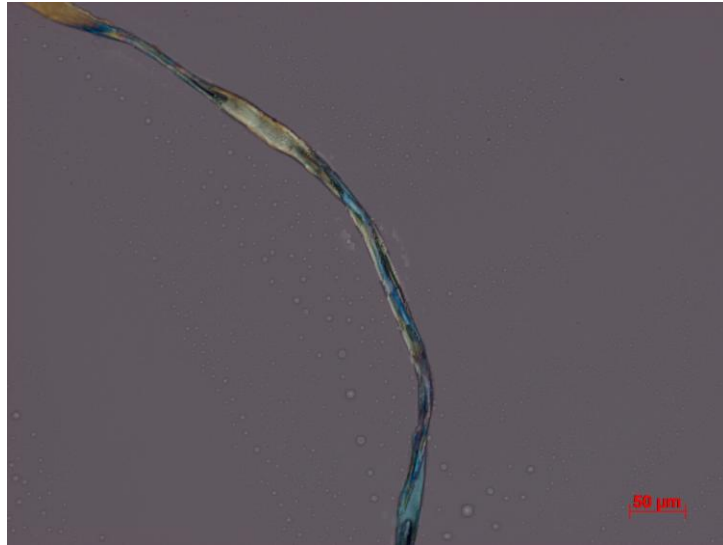
Obr. 18: Bavlna - struktura textilního materiálu - zvětšení 50 x



Obr. 19: Bavlna - roztržený textilní materiál- zvětšení 50 x



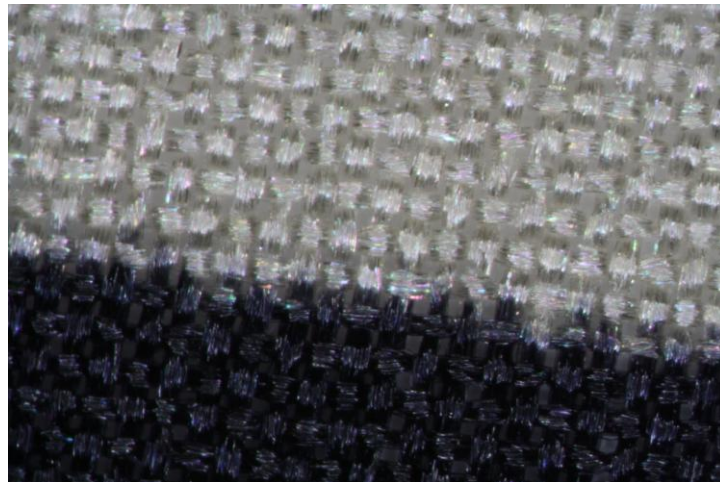
Obr. 20: Bavlna v bílém procházejícím světle - zvětšení 200 x



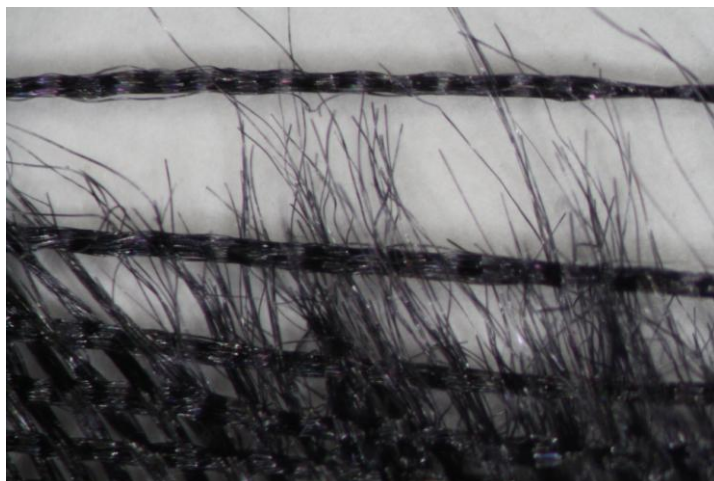
Obr. 21: Bavlna v polarizovaném světle - zvětšení 200 x

9.2.4 Hedvábí (přírodní hedvábí)

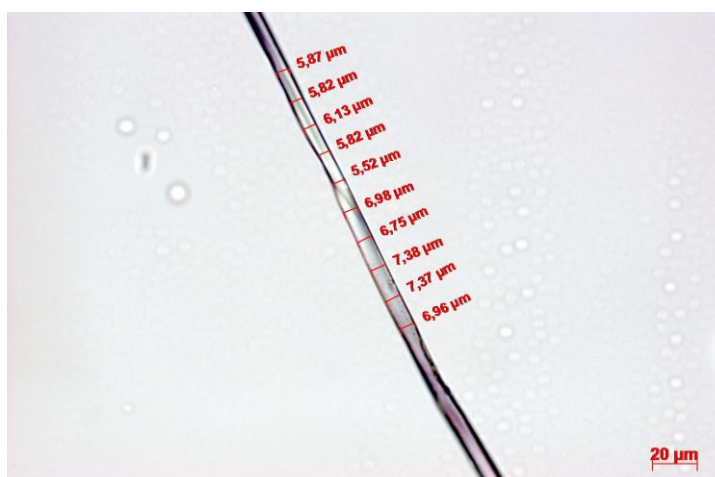
Pravé přírodní hedvábné vlákno je vytvořeno z výměšku žláz motýla bource morušového. Jedná se údajně o nejjemnější přírodní vlákno. Tloušťku textilního vlákna jsem naměřil v průměru 6,5 μm. Jeho struktura je hladká, místy mírně zakroucená. Hedvábné vlákno se v bílém a v polarizovaném světle zobrazuje stejně, proto je možné využít oba dva způsoby zobrazování.



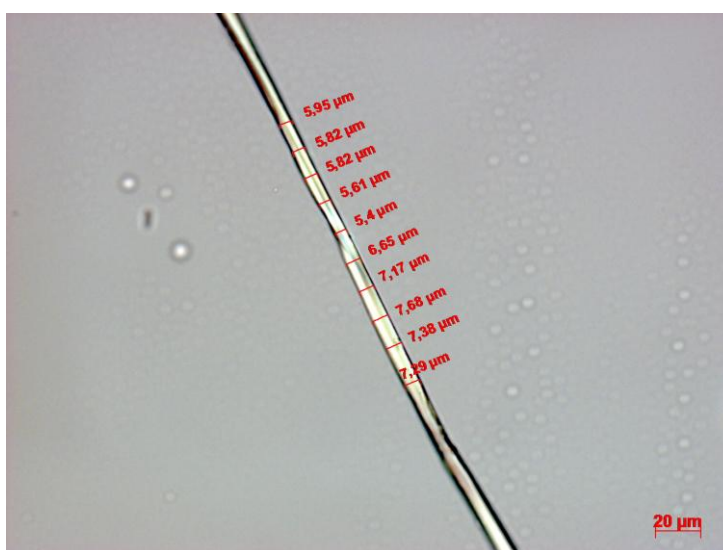
Obr. 22: Hedvábí - struktura textilního materiálu - zvětšení 50x



Obr. 23: Hedvábí - roztržený textilní materiál - zvětšení 50 x



Obr. 24: Hedvábí v bílém procházejícím světle - zvětšení 400 x



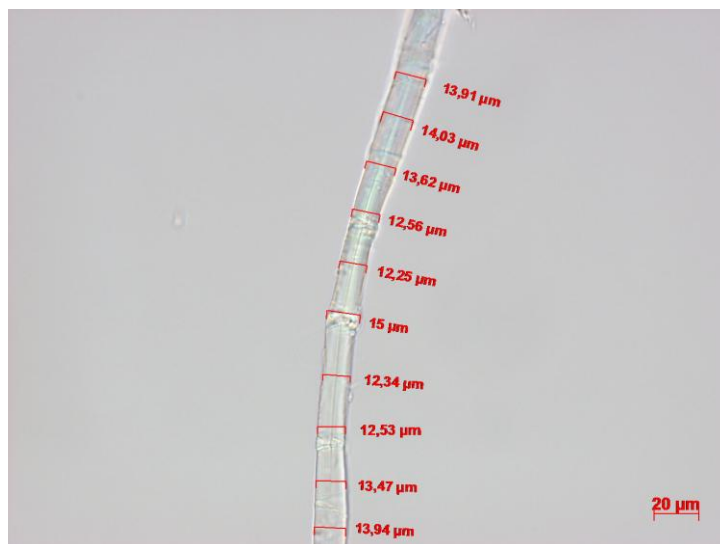
Obr. 25: Hedvábí v polarizovaném světle - zvětšení 400 x

9.2.5 Len

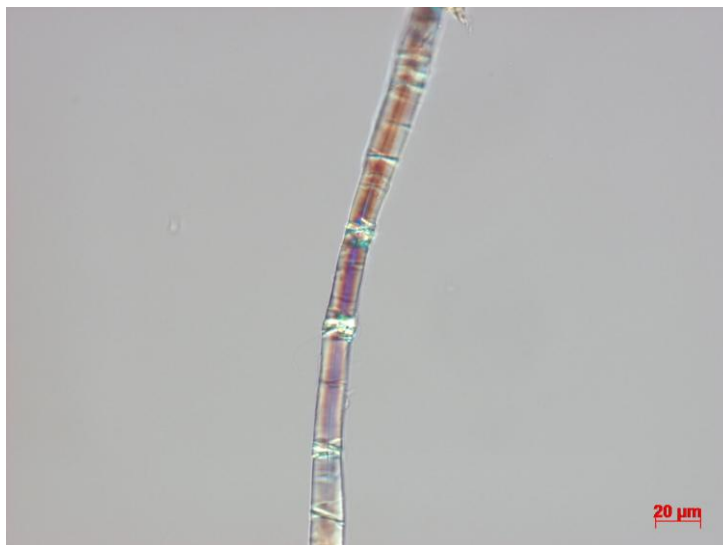
Lněné vlákno pod mikroskopem charakterizují výrazná kolénka podobná obilnému stéblu. Jednotlivé vlákno má průměrnou tloušťku cca od 13,4 μm . Kolénko tohoto vlákna má tloušťku až 15 μm , jak můžeme vidět na Obr. 27. V polarizovaném světle (Obr. 28) se zviditelnila kolénka tohoto vlákna, která jsou světlejší než samotné vlákno a jsou tak dobře viditelná.



Obr. 26: Lněná nit - zvětšení 50 x



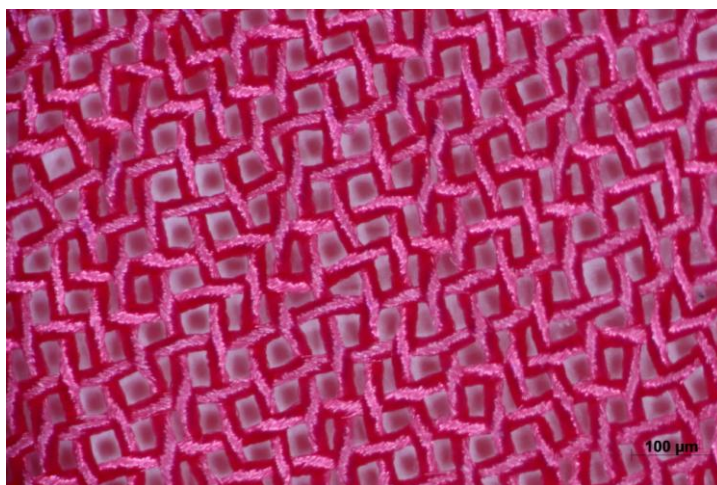
Obr. 27: Lněné vlákno v bílém procházejícím světle - zvětšení 400 x



Obr. 28: Lněné vlákno v polarizovaném světle - zvětšení 400 x

9.2.6 Polyester

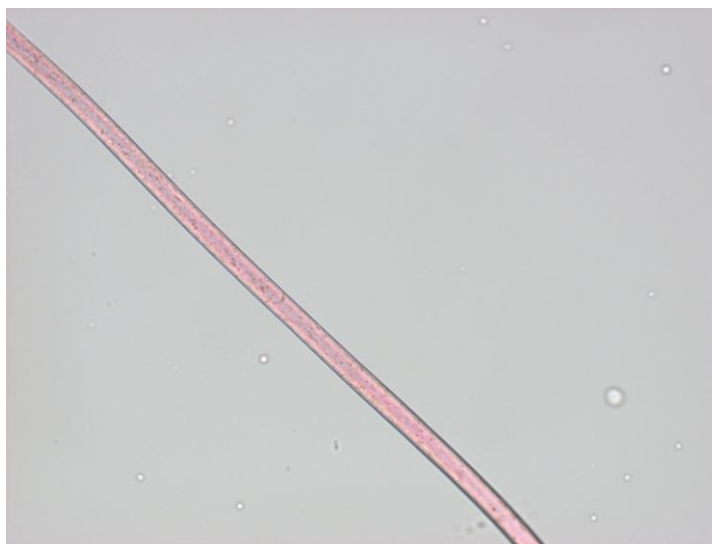
Polyester jakožto chemické vlákno ze syntetických polymerů je možno vidět jako hladké vlákno s poměrně stejnou tloušťkou vlákna 10,7 μm po celé své délce (Obr. 32).



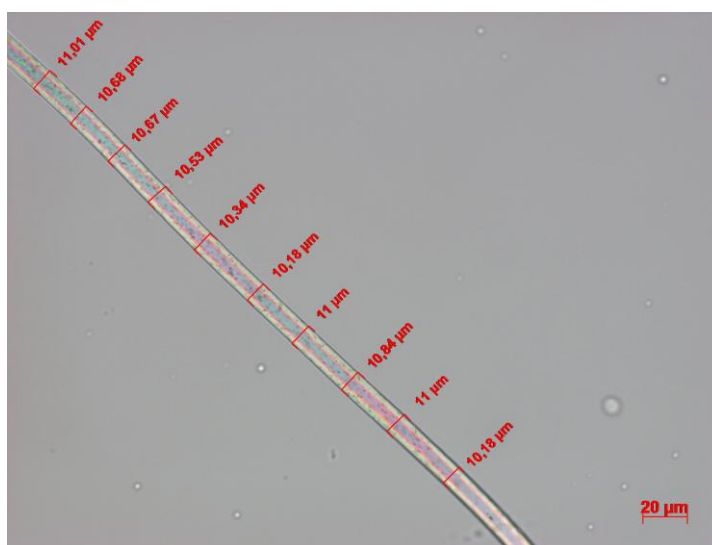
Obr. 29: Polyester - struktura textilního materiálu - zvětšení 50 x



Obr. 30: Polyester - roztržený textilní materiál - zvětšení 50 x



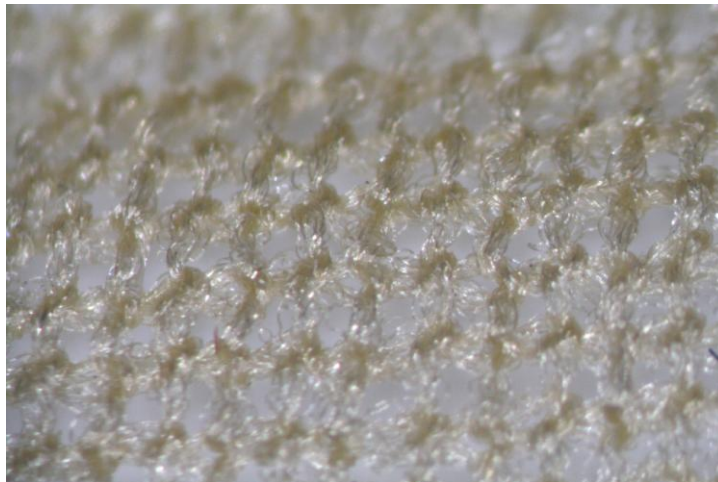
Obr. 31: Polyester v bílém procházejícím světle - zvětšení 400 x



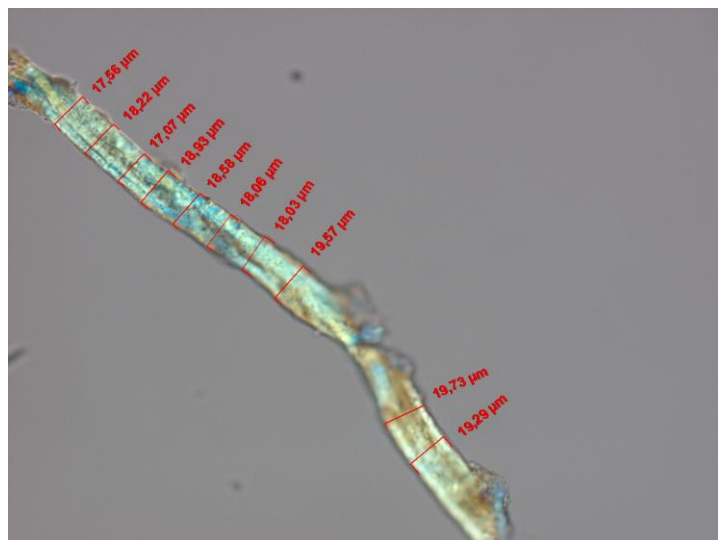
Obr. 32: Polyester v polarizovaném světle - zvětšení 400 x

9.2.7 Polyamid

Dalším syntetickým vláknem je polyamid. Vyznačuje se snadnou tvarovatelností, proto se využívá k výrobě dámských punčoch. Je však velmi choulostivý na poškození. Na Obr. 33 je zobrazena struktura punčochy při zvětšení 50 x a na Obr. 34 je polyamidové vlákno při zvětšení 400x, kde můžeme vidět toto vlákno poškozené a roztřepené. V polarizovaném světle nám toto vlákno tzv. duhuje. To se u tohoto vlákna potvrdilo. Tloušťka takového vlákna je pak v průměru 18,5 μm .



Obr. 33: Polyamid - struktura textilního materiálu - zvětšení 50 x



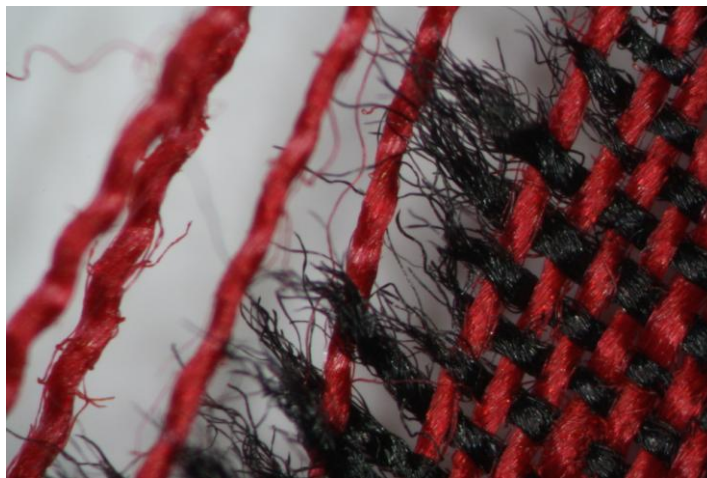
Obr. 34: Polyamid v polarizovaném světle - zvětšení 400 x

9.2.8 Viskóza (umělé hedvábí)

Jedná se o vlákno chemické. Využívá se jako náhrada za přírodní hedvábí. Struktura tohoto chemického vlákna je opět hladká a má po celé své délce poměrně stejnou tloušťku 8,3 μm .



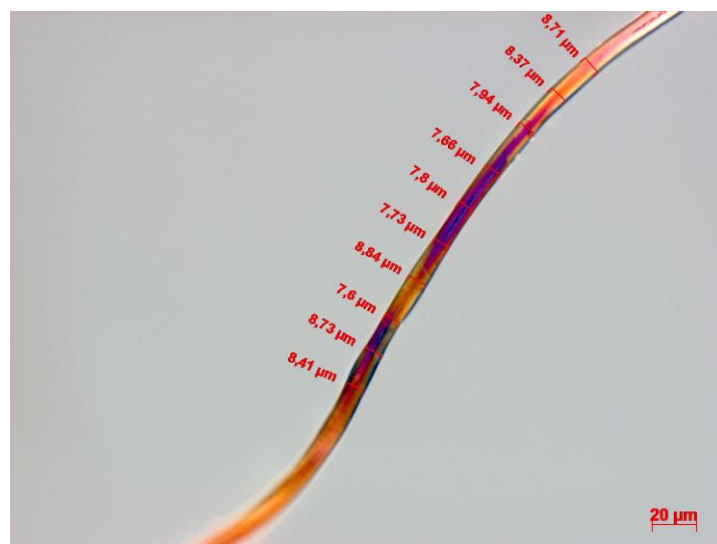
Obr. 35: Viskóza - struktura textilního materiálu - zvětšení 50 x



Obr. 36: Viskóza - roztržený textilní materiál - zvětšení 50 x



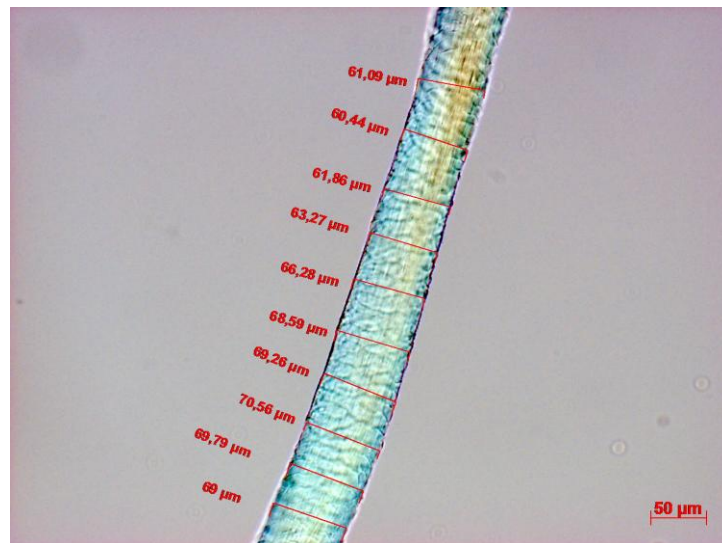
Obr. 37: Viskoza v procházejícím bílém světle- zvětšení 400 x



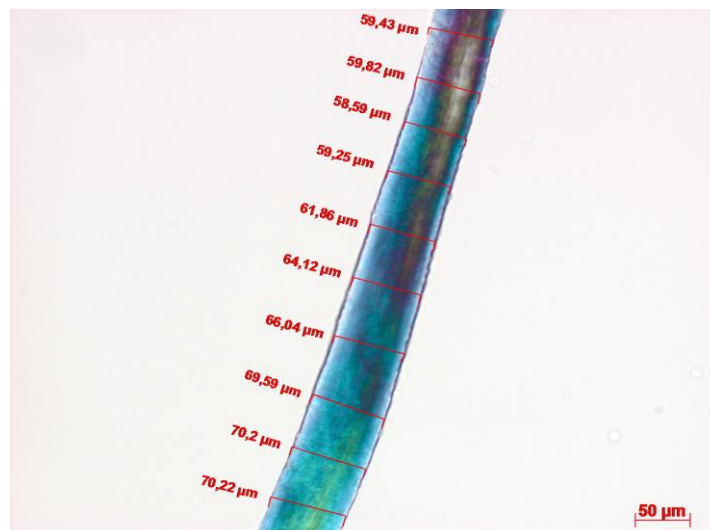
Obr. 38: Viskoza v polarizovaném světle - zvětšení 400 x

9.2.9 Vlna (ovčí)

Měřené ovčí vlákno má charakteristickou šupinatou strukturu (Obr. 39). Její tloušťka je největší ze všech měřených vláken a to v průměru 66 μm. V tomto případě se jedná o vlákno přírodní, proto je lépe patrná struktura vlákna v bílém procházejícím světle.



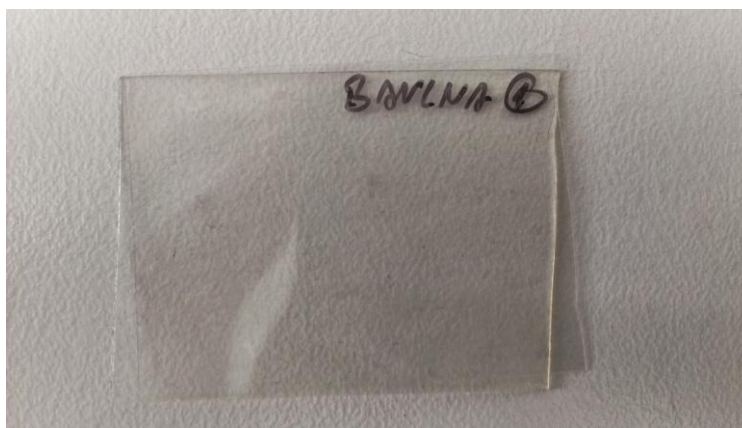
Obr. 39: Vlna v bílém procházejícím světle - zvětšení 200 x



Obr. 40: Vlna v polarizovaném světle - zvětšení 200x

10 ZKOUMÁNÍ TEXTILNÍCH VLÁKEN ODEBRANÝCH POMOCÍ DAKTYLOSKOPICKÉ FÓLIE

Veškerá měřená vlákna jsem preparoval pomocí pinzety a stereomikroskopu, pod kterým jsem toto preparování prováděl. Jako další metodu odběru jednotlivých vláken jsem zvolil odběr pomocí daktyloskopické fólie (Obr. 41) a zjišťoval, zdali při tomto druhu odebrání textilních vláken nedochází k jejich poškození, či k jiným změnám, které by byly patrné při mikroskopickém měření. Tato fólie se používá na různé otisky z různých předmětů a k zajišťování stop v kriminalistické praxi. Daktyloskopická fólie se skládá z podložky, přijímací želatinové vrstvy a krycí fólie. Vzorčky jsem odebral tak, že jsem tuto fólii přiložil na daný materiál (oděv), přimáčkl k oděvu a poté strhl. Na fólii poté zůstala cizí vlákna, která ulpěla na oděvu při kontaktu s jiným materiálem, nebo vlákna pocházející z daného materiálu. Tedy vlákna, která ulpěla na oděvu při kontaktu s jiným oděvem, potahem apod. Poté se na fólii přenesla i vlákna, která byla porušena (nošením, praním, mechanickým třením o sebe) a patřila danému oděvu, ze kterého jsem vlákna odebíral. U nového oděvu, bylo vláken ulpělých na povrchu fólie podstatně méně, než u oděvu, které bylo starší a tudíž poškozené například nošením, praním, žehlením apod. Při užívání textilie dochází k přerušování jednotlivých vláken v její struktuře a zvyšuje se tak pravděpodobnost přenosu vlákna na fólii.



Obr. 41: Daktyloskopická fólie

Metoda odebírání textilních vláken pomocí daktyloskopické fólie neměla negativní vliv na odebraný vzorek. Zobrazené vlákno pod mikroskopem tedy nejevilo žádné známky porušení textilního vlákna nebo jiné změny.

11 POROVNÁNÍ MĚŘENÝCH TEXTILNÍCH VLÁKEN

Vlákna z přírodních materiálů mají charakteristickou strukturu. Jsou proto od jednotlivých druhů docela snadno rozeznatelná a můžeme u nich určit o jaký přírodní materiál se jedná. To je dáno jejich charakteristickou strukturou, která je při zobrazení pod mikroskopem dobře patrná. Tloušťka takovýchto vláken se může lišit.

Vlákna, která jsou vyráběna uměle, mají po celé své délce stejnou tloušťku. Tato vlastnost je také dána jejich výrobní technologií. Měřená vlákna jsem pro přehlednost vypsal do tabulky (Tab. 5) spolu s jejich aritmetickým průměrem a nejistotou měření a nejistotou měření vyjádřenou v procentech. Tyto hodnoty jsou vypočítané z měření tloušťky na jednotlivých vláknech, které jsem přenesl do tabulek a ty potom uvedl v příloze (Příloha P I). Nejistotu měření jsem vypočítal v programu Microsoft Excel pomocí funkce STDEV, která je určena pro výpočet této nejistoty. Ve třetím sloupci jsem vypočetl relativní chybu měření uvedenou v procentuálním vyjádření z důvodu lepší přehlednosti.

Z Tab. 5 nám vyplývá, že ovčí vlna, jakožto zástupce přírodních živočišných vláken, je z měřených vláken nejtlustší a to v průměru 66 μm . Jako vlákno nejjužší z měřených vláken je přírodní (pravé) hedvábí s průměrem 6,5 μm .

Tab. 5: Porovnání tloušťky vláken

Textilní vlákno	Tloušťka vlákna	Relativní chyba měření
Acetát	(17,0 \pm 0,5) μm	3 %
Akryl	(17 \pm 2) μm	12 %
Bavlna	(17 \pm 5) μm	29 %
Hedvábí (pravé)	(6,5 \pm 0,7) μm	11 %
Len	(13,3 \pm 0,9) μm	7 %
Polyester	(10,7 \pm 0,3) μm	2 %
Polyamid	(18,5 \pm 0,9) μm	5 %
Viskóza (umělé hedvábí)	(8,4 \pm 0,6) μm	7 %
Vlna (ovčí)	(66 \pm 4) μm	6 %

V Tab. 6 je stručně zanesena základní charakteristika vybraných měřených textilních vláken. Z tohoto přehledu je patrné, že vlákna přírodní jsou pod mikroskopem relativně dobře rozpoznatelná, protože každé takové vlákno má své charakteristické znaky jako

jsou kolénka, struktura či tvar. Toto ovšem nemůžeme tvrdit o vláknech vyrobených z umělých materiálů.

Tab. 6: Porovnání charakteristik vláken

Textilní vlákno	Charakteristika (struktura) vlákna
Acetát	Hladké, stejná tloušťka
Akryl	Hladké, místy slabší či tlustší
Bavlna	Zkroucená (připomínající stuhu), proměnlivá tloušťka
Hedvábí (pravé)	Hladké, velmi tenké vlákno
Len	Tvarem připomínající stéblo s častými kolénky
Polyester	Hladké, stejná tloušťka po celé délce
Polyamid	Hladké, místy roztřepené a porušené, v polarizovaném světle tzv. duhuje
Viskóza (umělé hedvábí)	Hladké, místy mírně tlustší či užší
Vlna (ovčí)	Šupinatá na povrchu, proměnlivá tloušťka

12 MĚŘENÍ RAMANOVA SPEKTRA NA VYBRANÝCH TEXTILNÍCH VLÁKNECH

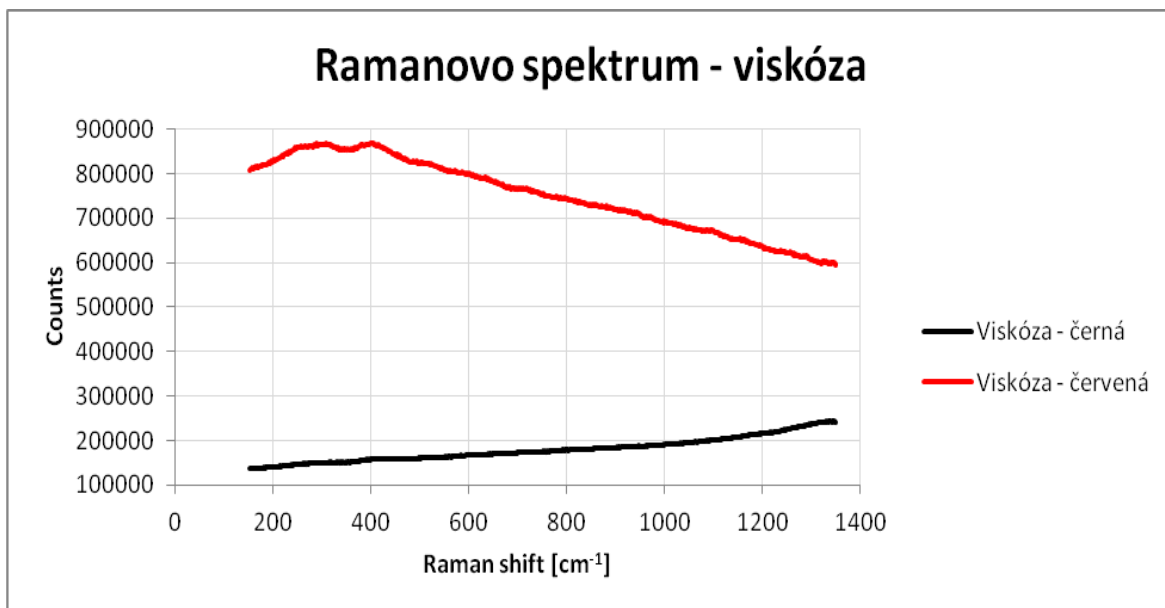
V průběhu řešení diplomové práce se naskytla možnost provést několik měření na Ramanově mikroskopu, kterým je jedna laboratoř na Fakultě aplikované informatiky vybavena. Využil jsem tuto možnost a provedl několik základních měření na vybraných textilních vláknech. Pomocí Ramanovy spektroskopie se dají zkoumat všechny látky ve všech druzích skupenství, tedy i textilní vlákna.

Výsledné měření na Ramanově mikroskopu se zobrazí v tzv. Ramanovu spektru, kde je na ose x grafu zobrazen Ramanův posuv, tzv. *Raman shift* (rozdíl vlnočtů budícího záření a zachyceného rozptýleného záření). Jedná se o tzv. vlnočty, který nám dává informaci o počtu vln na centimetr. Tento vlnočty je v tomto případě praktičtější oproti vlnové délce, která nám udává informaci o délce vlny v centimetrech. Pořád nám však poskytuje stejné informace, ale velikostně je vlnočty řádově výhodnější než vlnová délka záření. Na ose y je znázorněna intenzita záření jednotlivých rozdílů vlnočtů, tzv. *Counts*.

Při měření těchto materiálů jsem neměl k dispozici databázi naměřených nebarvených druhů textilních materiálů pro porovnání výsledného spektra. Proto jsem nemohl určit druh textilního vlákna. Mohu ovšem konstatovat, že pomocí Ramanovy spektroskopie se dá určit druh textilního vlákna. Při měření nastaly dva problémy, které negativně ovlivňovaly Ramanovo spektrum.

Prvním problémem při tomto měření byla luminiscence, která se u měřených vláken objevovala a znesnadňovala (omezovala) detekci Ramanova spektra.

Jako druhý problém bylo zjištění, že příměsi barviv těchto vláken ovlivňovaly výsledné Ramanovo spektrum. To se projevilo při měření viskózy. Tato měřená textilie byla na různých místech více barevná, konkrétně červená a černá. Výsledná spektra na červeném vlákně a na černém vlákně byla odlišná (Obr. 42). Je to dáno tím, že barviva, která se využívají pro barvení textilních materiálů, jsou vyrobena z různých látek a tím nám také způsobují odlišnost výsledného spektra a to při měření stejného materiálu. Tento fakt může být také způsoben odlišnou absorpcí fotonů u různě barevných textilií.

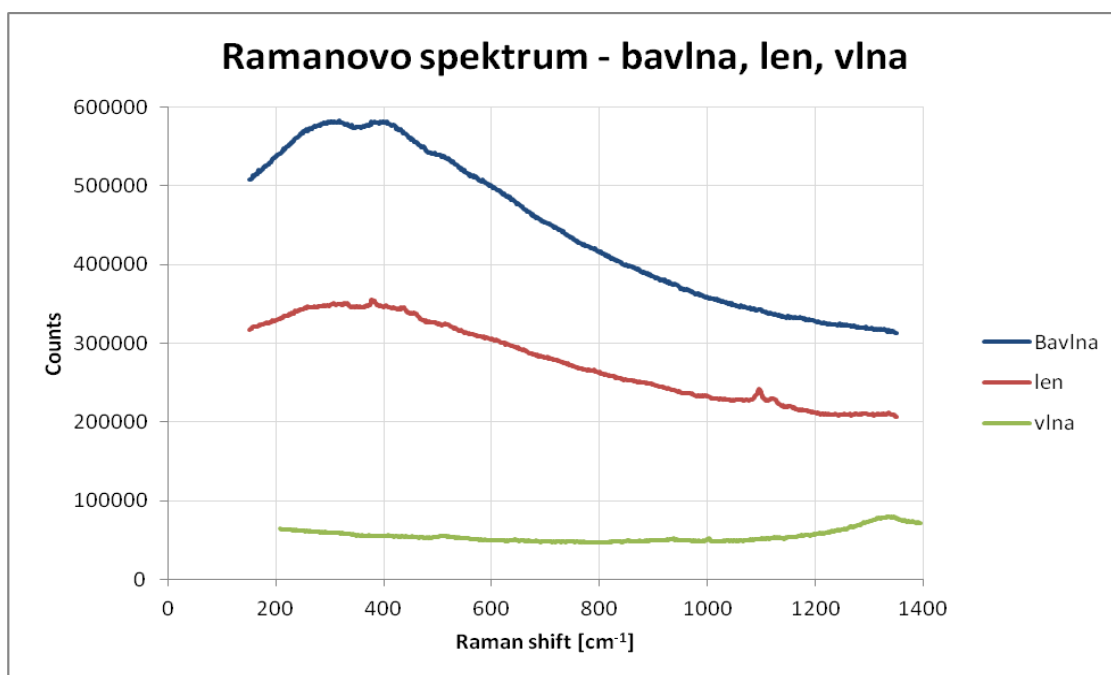


Obr. 42: Měření Ramanova spektra na viskózovém vlákne

Měřená textilní vlákna jsem rozdělil do dvou skupin, na přírodní a chemické. Do každé skupiny jsem zařadil celkem tři vlákna a výsledná spektra těchto materiálů jsem navzájem porovnal a dal do jednoho grafu.

12.1 Měření Ramanova spektra na přírodních vláknech

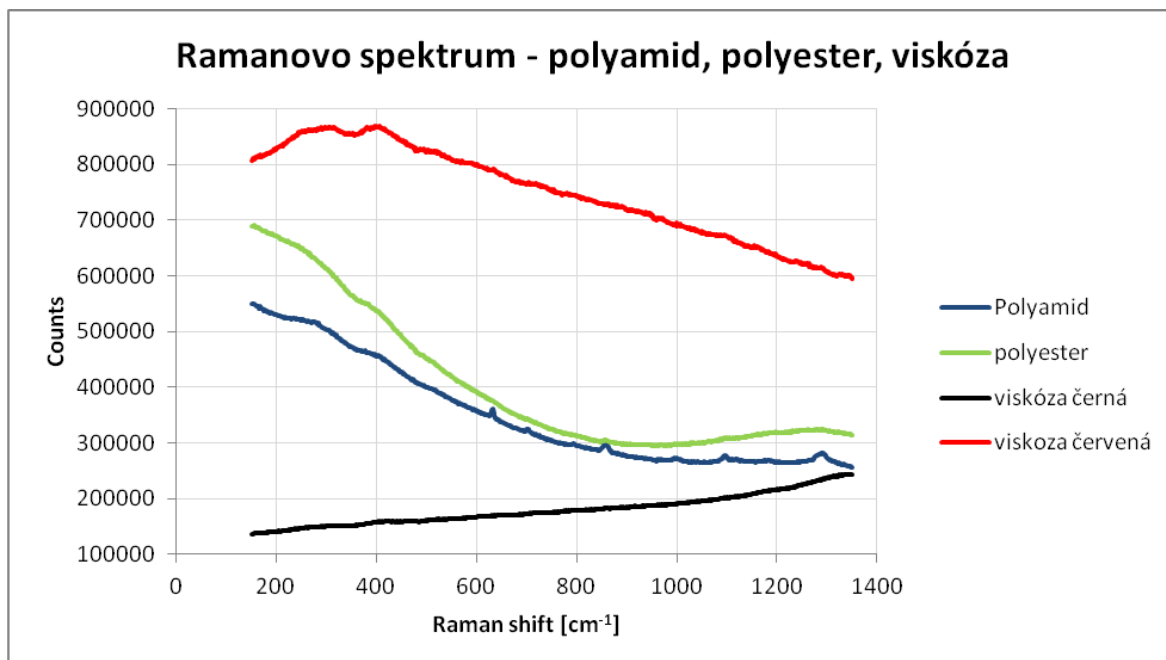
Na Obr. 43 je zobrazeno výsledné Ramanovo spektrum přírodních materiálů. Toto měření bylo prováděno na bavlně, lnu a vlně.



Obr. 43: Ramanovo spektrum u vybraných přírodních vláken

12.2 Měření Ramanova spektra na umělých vláknech

Na Obr. 44 je zobrazeno výsledné Ramanovo spektrum umělých materiálů. Toto měření bylo prováděno na polyamidu, polyesteru a viskóze.



Obr. 44: Ramanovo spektrum u vybraných umělých vláken

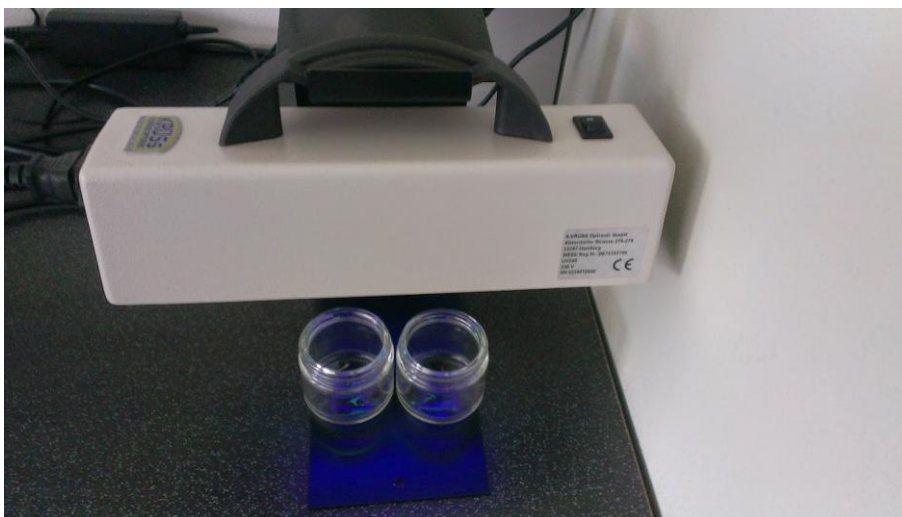
Pomocí Ramanovy spektroskopie můžeme velice rychle, nedestruktivně a přesně provádět porovnání dvou textilních vláken a určit tak, zda-li nalezené vlákno pochází z porovnávacího materiálu či nikoli. Tento způsob měření by potřeboval širší studii.

Výsledné grafy z měření pomocí Ramanova spektroskopu na jednotlivých vybraných textilních vláknech jsou uvedeny v příloze P II.

13 VLIV ULTRAFIALOVÉHO ZÁŘENÍ NA TEXTILNÍ VLÁKNA

V běžném životě jsou textilní vlákna vystavena slunečnímu záření a tak jsem se rozhodl zkoumat jaký vliv má ultrafialové záření na dvě vybraná textilní vlákna. Tato vlákna jsem vybíral tak, aby byla jednobarevná, protože se dá předpokládat, že toto UV světlo bude mít vliv na barevnost textilního vlákna.

Vybral jsem tedy jedno vlákno přírodní a jedno chemické, konkrétně bavlnu a polyester. Tato vlákna jsem umístil pod zdroj UV záření pro nasimulování slunečního svitu. Pro tyto účely jsem použil lampu A.Krüss Optronic GmbH, typ UV 240 (Obr. 45). Tato UV lampa umožňuje přepínat mezi dvěma vlnovými délkami, 254 nm nebo 366 nm. Já jsem využil vlnovou délku 366 nm a nechal jsem na textilní vlákna toto světlo působit.

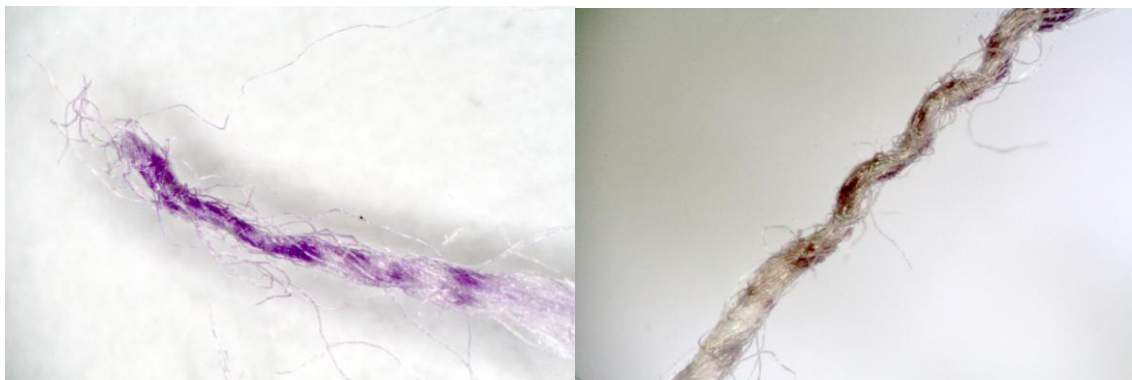


Obr. 45: UV lampa se vzorky

Před tím, než jsem tyto vzorky umístil pod UV světlo, jsem bavlnu i polyester vyfotil pomocí stereomikroskopu. Jednotlivé fotografie byly pořizovány vždy v režimu P. Jedná se o programovou automatickou expozici. Ta měla vždy nastavené následující parametry: rychlost závěrky 1/4, automatické vyvážení bílé barvy, manuální zaostřování a ISO 800.

Po sedmi denním působení ultrafialového záření jsem vyfotil vzorky znovu a porovnal jejich barvu. Jak si můžeme povšimnout na bavlně (Obr. 46), před vystavením vlákna UV záření bylo vlákno fialové, nerovnoměrně barvené. Přírodní bavlna je v původním stavu čistě bílá, poté se toto vlákno barví. Po 7 denním působením UV světla na vlákno bylo již vlákno světle hnědé a zcela ztratilo svoji původní fialovou barvu (Obr. 46). Po

dalších sedmi dnech jsem vlákno opět vyfotil. Po této době bavlněná vlákna již zcela ztratila svoji původní barevnost (Obr. 47).



*Obr. 46: Bavlna před použitím UV světla (nalevo) a po vystavení UV záření (napravo)-
zvětšení 50 x*



*Obr. 47: Bavlněné vlákno po 14 denním působení UV záření -
zvětšení 50 x*

Polyesterová vlákna se z hlediska barevnosti za dobu 14 dnů působení UV světla téměř nezměnila (Obr. 48) a (Obr. 49).



*Obr. 48: Polyester před použitím UV světla (nalevo) a po použití UV světla (napravo)-
zvětšení 50 x*



*Obr. 49: Polyesterové vlákno po 14 denním působení UV zá-
ření - zvětšení 50 x*

Obě uvedená vlákna, u kterých byl zkoumán vliv UV záření na textilní vlákno, jsem také pozoroval pod polarizačním mikroskopem. Tato vlákna se pod mikroskopem jevila jako neporušená a bez jakékoliv změny, proto nepokládám za nutnost tyto fotografie zde uvádět.

ZÁVĚR

V teoretické části jsou nejdříve popsány základní metody, které se využívají v kriminalistické identifikaci osob a věcí. Dále je zde uvedeno rozdělení a klasifikace jednotlivých textilních vláken formou přehledných tabulek. Závěr teoretické části je věnován popisu způsobu zkoumání, vyhledávání a zajišťování textilních vláken.

V praktické části byly měřeny vlastnosti vybraných textilních vláken pomocí stereomikroskopu a polarizačního mikroskopu. Při zkoumání textilních vláken polarizačním mikroskopem bylo zjištěno, že je možné určit několik charakteristických znaků u přírodních vláken, jako jsou například kolénka, struktura, či tloušťka vlákna a to pomocí bílého procházejícího světla. Chemická vlákna jsou hladká a mají po celé své délce téměř stejnou tloušťku, což je způsobeno jejich výrobní technologií. Tato chemická vlákna se dají rozeznat pomocí polarizovaného světla a to podle vykreslených barev. Všechna tato vlákna byla vyfotografována a následně popsána. Tyto fotografie mohou sloužit jako databáze vybraných textilních vláken, která by mohla pomoci při identifikaci nalezeného textilního vlákna. Na základě dosažených výsledků mohu konstatovat, že výrobci neuvádějí pravdivé informace o složení daných materiálů a klamou tak spotřebitele. Domnívám se tedy, že do textilních materiálů jsou přidávány směsi různých materiálů zřejmě proto, aby výrobci zlevnili svoji výrobu.

Pomocí Ramanovy spektroskopie je určení druhu textilního vlákna snadnější a rychlejší. Je zde totiž možné určit jak složení textilního vlákna, tak i složení barviva, které bylo využito při barvení. Tento způsob měření nám ovšem znesnadňuje luminiscence, která se u měřených vláken objevovala a omezovala tak detekci Ramanova spektra. Toto spektrum bylo ovlivněno příměsemi barviv. Pokud bychom chtěli využít tuto metodu k druhovému určení vláken, bylo by potřeba provést měření v daleko širším rozsahu, než je zde uvedeno. Doporučoval bych nejprve vytvoření databáze nebarvených textilních vláken. Poté by se tato měřená vlákna dala porovnat s databází a dalo by se tak určit, o jaký druh materiálu se jedná.

Textilní materiály jsou ovšem vyráběny v několika kilometrových délkách a je z nich vyrobeno až několik tisíc kusů oděvů. Nelze proto s jistotou potvrdit, že dané nalezené textilní vlákno pochází právě z jediného textilního výrobku, proto se jedná o tzv. druhovou shodu při dokazování trestných činů. Samozřejmě můžeme říci, že čím více shod-

ných znaků a vlastností zachytíme při zkoumání, tím větší má tato skutečnost hodnotu při dokazování.

Při zkoumání vlivu ultrafialového záření na textilní vlákna bylo zjištěno, že toto záření nemá vliv na strukturu vlákna, ale pouze na jeho barevnost. Bavlněné vlákno bylo daleko více náchylnější na toto záření, ze kterého barevná složka po dvoutýdenním nepřetržitém svícení úplně vymizela. Zatímco vlákno polyesterové není z hlediska působení UV záření tolik náchylné, protože jeho barva zůstala před i po vystavení UV záření stejná, lze tedy předpokládat, že tomu tak bude u většiny chemických vláken.

Kriminalistika jakožto taková jde stále dopředu. To je dáno technologickým vývojem. Nástroje pro identifikaci pachatele se stále více zdokonalují. Dalo by se říci, že pachatelé jsou vždy o krok napřed, protože neustále vymýšlejí nové, stále dokonalejší metody při páchání trestných činů. Je proto logické, že až poté se na tyto podněty kriminalisté snaží reagovat. Odvětví zkoumání mikrostop se v dnešní době díky technickým pokrokům pomalu přesouvá do zkoumání ještě menších částic jako jsou nanočástice. Tyto částice se dají identifikovat a například díky jejich výskytům v různých výrobcích lze posoudit, zda se jedná o originální výrobek či padělek.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] STRAUS, Jiří. Úvod do kriminalistiky. 2. rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2006, 175 s. ISBN 80-868-9895-4.
- [2] STRAUS, Jiří. Kriminalistická taktika. 2. rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008, 291 s. ISBN 978-807-3800-956.
- [3] KOUKAL, Milan. Kam vedou biologické stopy?. [online]. 2005 [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://21stoleti.cz/2005/12/19/kam-vedou-biologicke-stopy/>.
- [4] Analýza DNA. [online]. [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: http://krimi-spk.sweb.cz/02_exper/expertiz/02g_genetic/02g_technika_dna.htm.
- [5] Vědecké oříšky: LEKCE ČÍSLO 46: DAKTYLOSKOPIE. [online]. [cit. 2015-01-08]. Dostupné z: <http://www.vedanasbavi.cz/orisek-daktyloskopie>.
- [6] KADEROVÁ, Anna. Kriminalistické metody identifikačního zkoumání osob v kontextu trestního práva. Plzeň, 2012. Diplomová práce. ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI, Fakulta právnická.
- [7] STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. Kriminalistická trasologie. Praha: [Policejní akademie České republiky], 2004, 287 s. ISBN 80-725-1160-2.
- [8] KOUKAL, Milan. VĚDA NA STOPĚ ZLOČINU: Čtení z lidských tváří i ostatků. [online]. 2006 [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://21stoleti.cz/2006/10/21/veda-na-stope-zlocinu-cteni-z-lidskych-tvari-i-ostatku/>.
- [9] PAŘÍZEK, J. Dobrodružství kriminalistiky: Odorologie. [online]. 2011 [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://www.emag.cz/dobrodruzstvi-kriminalistiky-odorologie/>
- [10] ToolScan™: Komplexní systém pro snímání stop nástrojů. [online]. 2015 [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://www.forensic.cz/cs/products/toolscan>.
- [11] MUSIL, Jan, Zdeněk KONRÁD a Jaroslav SUCHÁNEK. Kriminalistika. 2., přeprac. a dopl.vyd. Praha: C. H. Beck, 2004, 606 s. ISBN 80-717-9878-9.
- [12] Nauka o zbraních: Části zbraně [online]. [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://zbrankvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-zbranich>.

- [13] LIMBERG, Tomáš. Forenzní vědy a jejich využití v kriminalistice. Brno, 2011. Bakalářská práce. Právnická fakulta Masarykovy univerzity, Katedra ústavního práva a politologie.
- [14] VALÁŠEK, Pavel. Identifikace inkoustů s využitím Ramanovy spektroskopie. Zlín, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky.
- [15] KOUDELKA, Petr, Jan LÁTAL, František HANÁČEK, Petr ŠIŠKA, Jan SKAPA a Vladimír VAŠINEK. Aplikace DTS systémů pro monitoring a zabezpečení průmyslových procesů. [online]. [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://www.ictsecurity.cz/odborne-clanky/aplikace-dts-systemu-pro-monitoring-a-zabezpeceni-prumyslovych-procesu.html>.
- [16] Symboly a značky ošetřování prádla: Mezinárodní zkratky pro označení textilních vláken. In: [online]. s. 88-96. Dostupné z: <http://www.koko-shop.cz/symboly-a-znacky-oseetrovani-pradla/t-291/#zkratky>.
- [17] MILITKÝ, Jiří. Textilní vlákna: klasická a speciální. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. ISBN 80-708-3644-X.
- [18] TURKOVÁ, Ivana. KRIMINALISTICKÝ ÚSTAV PRAHA. Analýza vláken a biologických objektů, mikrostopy. Praha, 2012.
- [19] HLADÍK, Vladimír. Textilní vlákna. Vyd. 1. Praha: SNTL, 1970, 299 s.
- [20] HALAMOVÁ, Ivana. Identifikace chemických vláken v textilní praxi. Liberec, 2011. Dostupné také z: <http://www.kht.tul.cz/items/A-BP/bp2011/BP.pdf>. Bakalářská práce.
- [21] DANIŠ, Ivan a Pavel KOLÁŘ. Komplexní zkoumání textilních vláken. Československá kriminalistika: časopis pro kriminalistickou teorii a praxi. 1990.
- [22] KOLÁŘ, Pavel. Přenos textilních vláken a jejich stálost po přenosu. Praha, 1991.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Komparace řezu na visacím zámku [10]</i>	27
<i>Obr. 2: Popis ruční palné zbraně (pistole)[12]</i>	30
<i>Obr. 3: Ramanův rozptyl [15]</i>	33
<i>Obr. 4: Prostředí programu Axio Vision</i>	46
<i>Obr. 5: Zobrazení měřeného materiálu - live</i>	46
<i>Obr. 6: Pracovní plocha s fotografií textilního vlákna</i>	47
<i>Obr. 7: Stereomikroskop Stemi 2000-C</i>	48
<i>Obr. 8: Podložní sklíčko se vzorkem textilního vlákna</i>	48
<i>Obr. 9: Polarizační mikroskop</i>	49
<i>Obr. 10: Popis polarizačního mikroskopu A1 Axio Scope</i>	50
<i>Obr. 11: Acetát - struktura textilního materiálu - zvětšení 50 x</i>	51
<i>Obr. 12: Acetát - roztržený textilní materiál - zvětšení 50 x</i>	52
<i>Obr. 13: Acetát v bílém procházejícím světle - zvětšení 400 x</i>	52
<i>Obr. 14: Acetát v polarizovaném světle - zvětšení 400 x</i>	52
<i>Obr. 15: Akrylová příze - zvětšení 50 x</i>	53
<i>Obr. 16: Akryl v bílém procházejícím světle - zvětšení 400 x</i>	53
<i>Obr. 17: Akryl v polarizovaném světle - zvětšení 400 x</i>	54
<i>Obr. 18: Bavlna - struktura textilního materiálu - zvětšení 50 x</i>	54
<i>Obr. 19: Bavlna - roztržený textilní materiál - zvětšení 50 x</i>	55
<i>Obr. 20: Bavlna v bílém procházejícím světle - zvětšení 200 x</i>	55
<i>Obr. 21: Bavlna v polarizovaném světle - zvětšení 200 x</i>	56
<i>Obr. 22: Hedvábí - struktura textilního materiálu - zvětšení 50x</i>	56
<i>Obr. 23: Hedvábí - roztržený textilní materiál - zvětšení 50 x</i>	57
<i>Obr. 24: Hedvábí v bílém procházejícím světle - zvětšení 400 x</i>	57
<i>Obr. 25: Hedvábí v polarizovaném světle - zvětšení 400 x</i>	57
<i>Obr. 26: Lněná nit - zvětšení 50 x</i>	58
<i>Obr. 27: Lněné vlákno v bílém procházejícím světle - zvětšení 400 x</i>	58
<i>Obr. 28: Lněné vlákno v polarizovaném světle - zvětšení 400 x</i>	59
<i>Obr. 29: Polyester - struktura textilního materiálu - zvětšení 50 x</i>	59
<i>Obr. 30: Polyester - roztržený textilní materiál - zvětšení 50 x</i>	60
<i>Obr. 31: Polyester v bílém procházejícím světle - zvětšení 400 x</i>	60
<i>Obr. 32: Polyester v polarizovaném světle - zvětšení 400 x</i>	60

<i>Obr. 33: Polyamid - struktura textilního materiálu - zvětšení 50 x</i>	61
<i>Obr. 34: Polyamid v polarizovaném světle - zvětšení 400 x</i>	61
<i>Obr. 35: Viskóza - struktura textilního materiálu - zvětšení 50 x</i>	62
<i>Obr. 36: Viskóza - roztržený textilní materiál - zvětšení 50 x</i>	62
<i>Obr. 37: Viskóza v procházejícím bílém světle- zvětšení 400 x</i>	63
<i>Obr. 38: Viskóza v polarizovaném světle - zvětšení 400 x</i>	63
<i>Obr. 39: Vlna v bílém procházejícím světle - zvětšení 200 x</i>	64
<i>Obr. 40: Vlna v polarizovaném světle - zvětšení 200x</i>	64
<i>Obr. 41: Daktyloskopická fólie</i>	65
<i>Obr. 42: Měření Ramanova spektra na viskózovém vlákne</i>	69
<i>Obr. 43: Ramanovo spektrum u vybraných přírodních vláken</i>	69
<i>Obr. 44: Ramanovo spektrum u vybraných umělých vláken</i>	70
<i>Obr. 45: UV lampa se vzorky</i>	71
<i>Obr. 46: Bavlna před použitím UV světla (nalevo) a po vystavení UV záření (napravo)- zvětšení 50 x</i>	72
<i>Obr. 47: Bavlněné vlákno po 14 denním působení UV záření - zvětšení 50 x</i>	72
<i>Obr. 48: Polyester před použitím UV světla (nalevo) a po použití UV světla (napravo)- zvětšení 50 x</i>	73
<i>Obr. 49: Polyesterové vlákno po 14 denním působení UV záření - zvětšení 50 x</i>	73

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Mezinárodní zkratky textilních vláken [16]</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 2: Rozdělení přírodních vláken [17]</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 3: Rozdělení chemických vláken z přírodních polymerů [17]</i>	<i>36</i>
<i>Tab. 4: Rozdělení chemických vláken ze syntetických polymerů [17]</i>	<i>36</i>
<i>Tab. 5: Porovnání tloušťky vláken</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 6: Porovnání charakteristik vláken</i>	<i>67</i>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Měření průměrů textilních vláken

Příloha P II: Měření Ramanova spektra na vybraných textilních vláknech

PŘÍLOHA P I: MĚŘENÍ PRŮMĚRŮ TEXTILNÍCH VLÁKEN

Acetát	
Měření číslo	Naměřená hodnota [μm]
1	17,63
2	17,24
3	17,35
4	17,13
5	16,92
6	17,34
7	16,72
8	16,95
9	16,04
10	16,47
Aritmetický průměr	16,98
Nejistota	0,47

Akryl	
Měření číslo	Naměřená hodnota [μm]
1	13,30
2	14,62
3	15,13
4	15,66
5	16,50
6	17,48
7	18,38
8	18,43
9	18,61
10	17,91
Aritmetický průměr	16,60
Nejistota	1,85

Bavlna	
Měření číslo	Naměřená hodnota [μm]
1	21,63
2	25,09
3	19,79
4	12,89
5	14,18
6	15,67
7	15,50
8	13,09
9	13,13
10	21,69
Aritmetický průměr	17,27
Nejistota	4,41

Hedvábí	
Měření číslo	Naměřená hodnota [μm]
1	5,87
2	5,82
3	6,13
4	5,82
5	5,52
6	6,98
7	6,75
8	7,38
9	7,37
10	6,96
Aritmetický průměr	6,46
Nejistota	0,70

Len	
Měření číslo	Naměřená hodnota [μm]
1	13,01
2	14,03
3	13,62
4	12,56
5	12,25
6	15,00
7	12,34
8	12,53
9	13,47
10	13,94
Aritmetický průměr	13,28
Nejistota	0,89

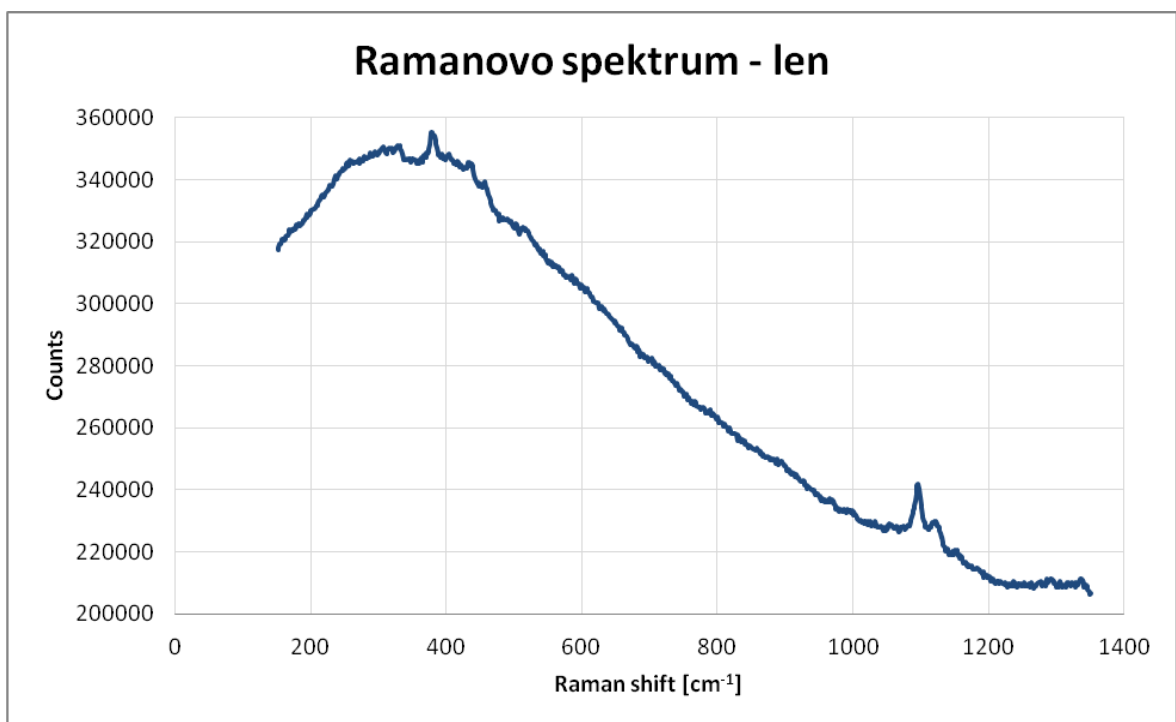
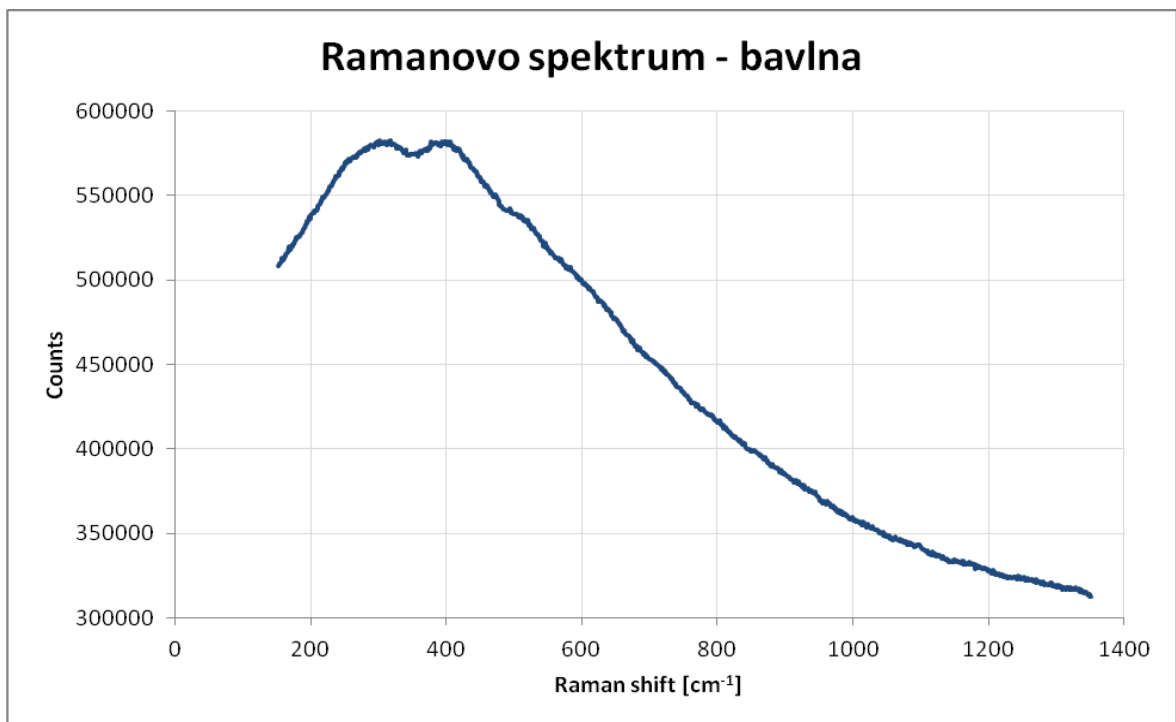
Polyester	
Měření číslo	Naměřená hodnota [μm]
1	11,01
2	10,68
3	10,67
4	10,53
5	10,34
6	10,18
7	11,00
8	10,84
9	11,00
10	10,18
Aritmetický průměr	10,64
Nejistota	0,33

Polyamid	
Měření číslo	Naměřená hodnota [μm]
1	17,56
2	18,22
3	17,07
4	18,93
5	18,58
6	18,06
7	18,03
8	19,57
9	19,73
10	19,29
Aritmetický průměr	18,50
Nejistota	0,88

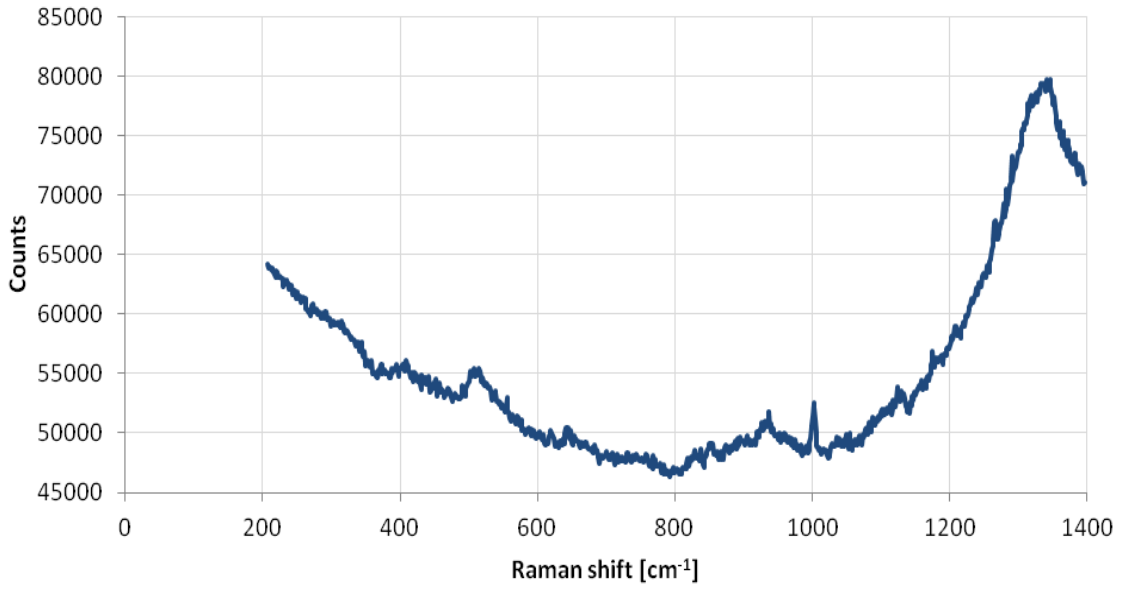
Viskóza	
Měření číslo	Naměřená hodnota [μm]
1	8,39
2	8,70
3	8,12
4	7,48
5	7,41
6	9,16
7	7,89
8	8,63
9	8,50
10	9,20
Aritmetický průměr	8,35
Nejistota	0,62

Vlna	
Měření číslo	Naměřená hodnota [μm]
1	61,09
2	60,44
3	61,86
4	63,27
5	66,28
6	68,59
7	69,26
8	70,56
9	69,79
10	69,00
Aritmetický průměr	66,01
Nejistota	3,96

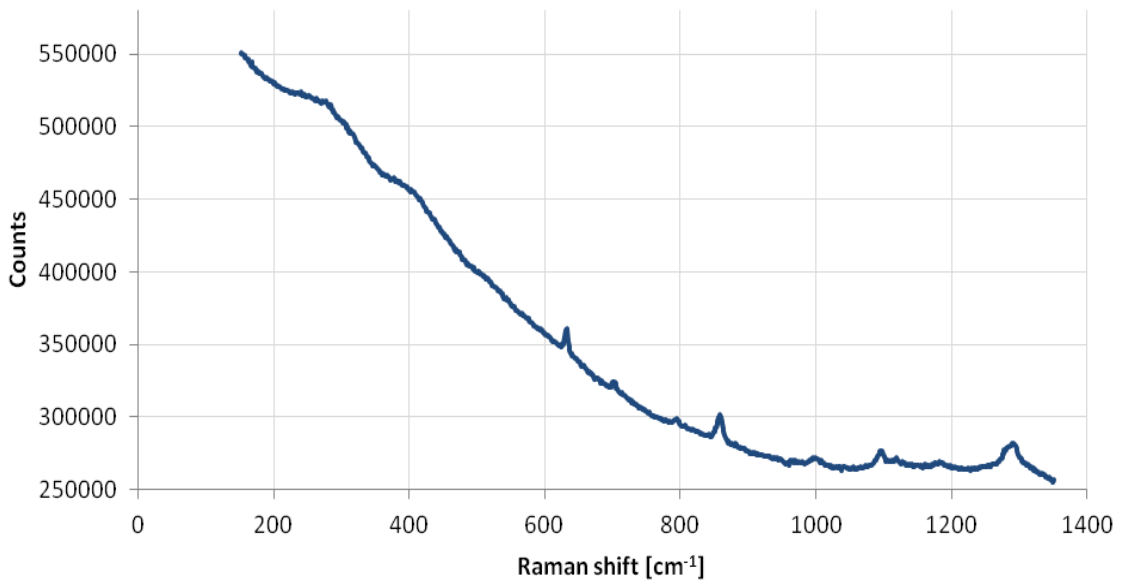
PŘÍLOHA P II: MĚŘENÍ RAMANOVA SPEKTRA NA VYBRANÝCH TEXTILNÍCH VLÁKNECH



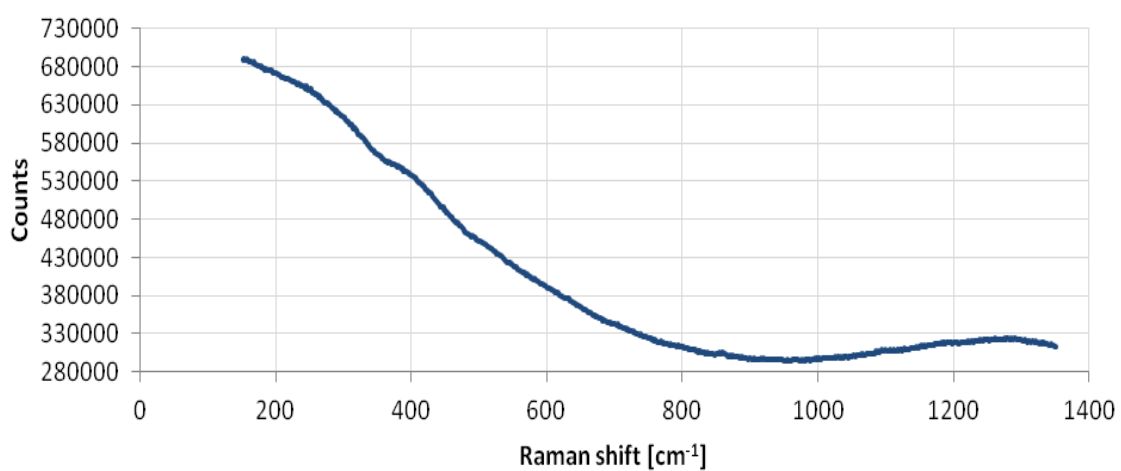
Ramanovo spektrum - vlna



Ramanovo spektrum - polyamid



Ramanovo spektrum - polyester



Ramanovo spektrum - viskóza

