



Lokalizované barvení textilií pomocí laseru

Diplomová práce

Studijní program: N3957 – Průmyslové inženýrství
Studijní obor: 3901T073 – Produktové inženýrství

Autor práce: **Bc. Veronika Serafínová**
Vedoucí práce: Ing. Marie Kašparová





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Localized dyeing textiles by using laser

Master thesis

Study programme: N3957 – Industrial Engineering
Study branch: 3901T073 – Product Engineering

Author: **Bc. Veronika Serafínová**
Supervisor: Ing. Marie Kašparová



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika Serafínová**
Osobní číslo: **T14000068**
Studijní program: **N3957 Průmyslové inženýrství**
Studijní obor: **Produktové inženýrství**
Název tématu: **Lokalizované barvení textilií pomocí laseru**
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracujte rešerši zaměřenou na lasery a barvení textilií
2. Navrhněte a realizujte postupy nanášení barviv na textilií pomocí laseru, zaměřte se zejména na barviva reaktivní a barviva disperzní
3. Na připravených vzorcích stanovte základní stálostí vybarvení a zhodnoťte změnu odstínu po ozáření laserem
4. O výsledcích diskutujte z hlediska praktického uplatnění této nové technologie

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 50 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- [1] Kryštůfek, J., Wiener, J.: Barvení textilií I., skriptum TU Liberec, 2008, ISBN: 978-80-7372-328-6
- [2] Kryštůfek, J., Wiener, J., Machaňová, D.: Barvení textilií II., TU Liberec 2011, ISBN: 978-80-7372-796-3
- [3] Prášil, M., Šašková, J.: Potiskování textilií, skriptum TU Liberec, 2008, ISBN: 978-80-7372-330-9
- [4] Dembický, J., Kryštůfek, J., Machaňová, D., Odvárka, J., Prášil, M., Wiener, J.: Zušlechťování textilí, TU Liberec 2008, ISBN: 978-80-7372-321-7
- [5] Frydecká, E., Vaňová, J., Krotký, S.: Textil- Technika- Současnost, Vyd. 1. 260, V Liberci : Technická univerzita, 2005
- [6] CO2 laser modification of synthetic fibres [online]. [vid. 23. 5. 2015]. Dostupné z: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/5399?locale=fr>
- [7] The comparison of laser surface designing and pigment printing methods for the product Quality [online]. [vid. 23. 5. 2015]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030399206001010>

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Marie Kašparová

Katedra materiálového inženýrství

Konzultant diplomové práce:

Ing. Jana Šašková

Katedra materiálového inženýrství


Ostatní konzultanti:

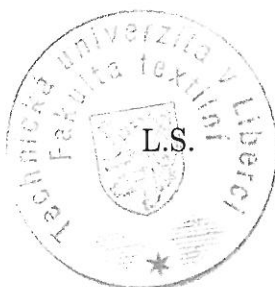
prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.


Katedra materiálového inženýrství

Datum zadání diplomové práce: 27. března 2015

Termín odevzdání diplomové práce: 5. května 2017


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 29. března 2017

Žádost o změnu termínu odevzdání závěrečné práce

Jméno a příjmení: Veronika Serafínová
Osobní číslo: T14000068
Studijní program: Průmyslové inženýrství
Studijní obor: PI
Zadávací katedra: KHT

Žádám o změnu termínu odevzdání závěrečné práce z 5.5 2017 na 5.1 2018

Odůvodnění žádosti: Nesplnenie predmetu DP3, presunutie termíu absolvovania predmetu DP3 na 15.12 2017. Ďakujem.

V LIBERCI dne 12.11 2017

Podpis: *V. Serafínová*

Vyjádření vedoucího práce:

SOUHLASÍM *Každá strana*

Vyjádření vedoucího katedry:

Souhlas *B. J.*



Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

PodĎakovanie

V prvej rade sa chcem poĎakovať pani Ing. Márií Kašparovej, vedúcej tejto diplomovej práce. Za jej všetok venovaný čas, za jej odborné rady, trpezlivosť a pomoc pri realizácii tejto práce. V ďalšej rade sa chcem poĎakovať pánovi prof. Ing. Jakobovi Wienerovi Ph.D. Veľkým podielom prispel svojimi vedeckými radami pri spracovaní tejto práce. Chcem sa poĎakovať všetkým tým čo sa akokoľvek podieľali pri realizácii experimentov a spracovaniu tejto diplomovej práci, či už poskytnutím prostriedkov, prevedením analýz alebo vedeckými radami. A predovšetkým sa chcem poĎakovať mojej rodine. Hlavne mojej mame Alojzii Serafinovej, ktorá ma podporovala počas celého štúdia po materiálnej, ale i psychickej stránke.

Anotace

Diplomová práce je zaměřena na lokální barvení tkaniny komerčními barvivy pomocí infračerveného CO₂ laseru. Bavlněná tkanina byla barvena reaktivním barvivem a polyesterová disperzním barvivem. Nanášení barviva na materiál bylo prováděno různými způsoby, z nichž nejvhodnějším postupem se jeví klocování textilního materiálu pomocí fuláru s následným sušením vzorku a potom ozáření infračerveným laserem. Je třeba minimalizovat poškození textilního materiálu působením laserového záření, což by mohlo způsobit ztrátu mechanických vlastností textilie. Tkaniny ozářené infračerveným laserovým zářením byly hodnoceny z hlediska dosažené barevnosti, strukturních změn v povrchu tkaniny, změnami omaku. Dosažená barevnost byla hodnocena objektivně měřením na remisnom spektrofotometru. Povrchové změny textilního materiálu po účinku laserového záření lze analyzovat pomocí skenovací elektronové mikroskopie. Omak byl hodnocen subjektivně.

Annotation

The diploma thesis is focused on local dyeing of fabric with commercial dyes using infrared CO₂ laser. The cotton fabric was dyed with a reactive dye and a polyester dispersion dye. The dyeing of the material was done in a variety of ways, the most appropriate method being to flock the textile material with a fuller followed by sample drying and then irradiation with an infrared laser. It is necessary to minimize the damage of the textile material by laser radiation, which could cause loss of mechanical properties of the fabric. Fabrics irradiated with infrared laser radiation were evaluated for color, structural changes in the surface of the fabric, and changes in feel. The achieved color was assessed objectively by measurement on a remission spectrophotometer. Surface changes of textile material after laser radiation can be analyzed by scanning electron microscopy. Omak was subjectively evaluated.

Klíčová slova

Textilní tisk, CO₂ laser, lokální odbarvování textilií, barviva reaktivní, barviva disperzní

Keywords

Textile printing, CO₂ laser, local bleaching of fabrics, reactive dyes, dispersing dyes

Zoznam použitých skratiek a symbolov

CO ₂	oxid uhličitý
Obr.	obrázok
Tab.	tabuľka
PES	polyester
PET	polyethylen
PBT	polybutylenteraftalát
PTT	polytrimetylenteraftalát
VT	vysoko tlakové
TP	tlačiarenská pasta
CD	cédečko
DPI	dot per inch (počet bodov na 1 jednotku jedného anglického palce)
DO	dostava osnovy
DU	dostava útku
UV	ultrafialové
tzv.	takzvané
napr.	napríklad
apod.	a podobne
IR	infračervené žiarenie

Obsah

Úvod.....	11
1 Technologické spracovanie textílií farbením.....	12
1.1 Farbenie reaktívnymi farbivami.....	14
1.1.1 Farbenie bavlnených vlákien reaktívnymi farbivami	16
1.2 Farbenie disperznými farbivami	20
1.2.1 Farbenie polyesterových vlákien disperznými farbivami.....	22
1.2.2 Farbenie modifikovaných a nemodifikovaných polyesterových vlákien .	26
2 Tlačiarenská technika v textilnom odvetví	27
2.1 Rozdelenie tlačiarenských technik.....	28
2.2 Tlač reaktívnymi farbivami.....	32
3 Laser.....	33
3.1 Vlastnosti laserového žiarenia.....	35
3.2 Klasifikácia laseru.....	35
3.2.1 Lasery podľa typu aktívneho prostredia	36
3.3 Aplikácia laseru a jeho využitie	39
3.3.1 Využitie lasera v textilnom odvetví	40
Popis laserového zariadenia CO ₂ pulzného	44
4 Vnímanie farebnosti.....	44
5 Cieľ práce.....	46
6 Experimentálna časť	47
6.1 Návrhy postupov v experimente	47
6.1.1 Charakteristika použitého materiálu, príprava vzorku.....	48
6.2 Použité farbivá v experimente.....	48
6.3 Použité pomocné prípravky v experimente.....	50
6.4 Použité strojné zariadenie v experimente.....	52
6.5 Popis a nastavenie laserové zariadenia	56
6.6 Meranie teploty rubovej strany vzorku	59
6.7 Postup lokálneho farbenie bavlneného materiálu pomocou laseru s použitím reaktívneho farbiva	60
7 Zaznamenané výsledky farbenia.....	75
8 Výsledky farebnosti a mechanických vlastností bavlneného materiálu	83

9	Záznam výsledkov farebnosti a mechanických vlastností polyesterového materiálu	
	86	
10	Výsledky elektrónovej mikroskopie	89
11	Subjektívne hodnotenie omaku.....	90
12	Štatistické výsledky pre bavlnený materiál	92
13	Štatistické výsledky pre polyesterový materiál	95
14	Záver	98
15	Zoznam literatúry.....	99
16	Príloha.....	102

Úvod

Farbenie textílií a textilná tlač sú z jedných najdôležitejších spracovateľských technológií majúcich vplyv na predaj výrobku. Farbenie je spracovanie textilných výrobkov a tým im má dodať farbu určitých vlastností.

Po niekoľkých tisíc rokoch sa pre farbenie používali výtlačky z nerastov, rastlín alebo zvierat. Až v 19. storočí boli vyvinuté syntetické farbivá, ktoré postupne úplne nahradili prírodné látky a z farbiaceho remesla sa stalo rozsiahle priemyslové odvetvie. Neskôr sa i strojné vybavenie farbiarní prispôbilo rýchlemu počtu umelých vlákien a forma výrobku. Textilnou tlačou rozumieme miestne farbenie textilných výrobkov. Textilnú tlač možno považovať za priemyslové umenie, pretože predajnosť výrobku závisí nie len na technológii tlače, ale taktiež zo strany návrhu vzoru. V posledných rokoch dochádza k mimoriadne intenzívnemu vývoju v potlačovaní textílií. Vzrastá nie iba množstvo potlačovaných textílií, ale objavuje sa veľké množstvo technických a chemicky- technologických inovácií vrátane digitálnej tlače.

Pre textilnú tlač je nutné pripraviť pastu, vyrobiť šablónu alebo stierku. Táto príprava je veľmi nákladná a preto je táto technológia vhodná hlavne pre veľké série výroby. V prípade malej série výroby sa nejaví táto metóda ako efektívna, z dôvodu už spomenutej finančnej a časovej náročnosti prípravy.

Predmetom tejto práce je zameranie sa na lokálne ofarbenie textílie pomocou infračerveného laserového lúča ako náhrada textilnej tlače. V práci bolo použité farbivo reaktívneho typu H, ktoré sa používa predovšetkým pre textilnú tlač a kontinuálne farbenie bavlnených materiálov. Ďalej bolo použité disperzné farbivo vhodné pre termosolové farbenie. Jedným z hlavných cieľov je dosiahnutie adekvátnych výsledkov experimentálnej časti, ktoré vedú k ďalším experimentom a skúškam vlastností textílií ako napríklad štruktúra vlákien po pôsobení laserového lúča, omak textílie, pevnosť textílie a jej zafarbenie. Výsledkom práce je nový technologický spôsob spracovania textílie v oblasti farbenia textílie. Realizácia prebehla za podpory pracoviska na KMI FT TUL.

1 Technologické spracovanie textílií farbením

Technológia farbenia v tejto práci zohráva významnú úlohu. V úvode už bolo spomínané, že práca sa zaoberá týmto technologickým spracovaním textílie a porovnanie s novým spracovaním farbenia textílie pomocou laseru. Na základe poznatkov klasického farbenia textílií sa odvíja prevedenie experimentov obsahujúce v tejto práci. V jednoduchom slova zmysle farbenie je fyzikálne- chemický proces a jeho účelom je upevniť farbivo na textilných vláknach textílie. Farbivo musí mať vhodné vlastnosti a z jedných hlavných vlastností je rýchlosť a dostatočná miera fixácie na vlákno. Ďalej je to intenzívnosť zafarbenia textilných vlákien a v neposlednej rade farbivo musí spĺňať požadované spotrebiteľské a technologické stálosti a musí byť zdravotne neškodné. [1]

Pri farbení textilných vlákien je možné použiť niekoľko skupín farbív. Tieto koloristické skupiny farbív sa taktiež nazývajú triedy farbív a líšia sa v spôsobe aplikácie, farebnými paletami, cenovo i konečnými stálosťami vyfarbenia. Rozdeľujú sa na základe poznatkov o farbivách. Farbivá sa začleňujú podľa podstavy väzobných síl k vláknam, princípu rozpúšťania farbív, farbenia alebo tlače do koloristických technologických skupín a to nezávisle na chemickom zložení. [1]

Patria medzi ne farbivá *priame* nazývané aj ako *substantívne*. Sú jednoducho aplikovateľné a lacné farbivá. Sú dobre rozpustné v soli farebných sulfokyselín a zafarbujú polyamidové vlákna. Taktiež majú zvýšenú stálosť na svetle a stálosti za mokra sú nízke. Ďalej sú to farbivá *kypové*, ktoré sú nerozpustné vo vode a k celulóзовým vláknam nadobúdajú afinity po redukcií v alkalickom prostredí na leukozlúčeninu. Tieto farbivá vyžadujú silne alkalické prostredie $\text{pH} > 12$, inak dôjde k vylúčeniu takmer nerozpustné kypokyseliny (leukokyselina). Pridaním hydroxidu sodného (NaOH) sa farbivo prevedie na rozpustné. Kypové farbivá poskytujú najväčšie stálosti za mokra i na svetle. *Sírna* farbivá sú vo vode nerozpustná. Redukciou sulfidom sodným (Na_2S) v alkalickom prostredí sa farbivá prevedú na rozpustné leukozlúčeniny. Ďalšie z farbív sú farbivá *nerozpustná azofarbivá* známe aj pod názvom *naftolová*. Po prevedení na naftolát lúhom sodným prejavujú miernu afinitu k celulóзовým vláknam. Sú to lacné farbivá a stálosti na svetle sú nižšie než je priemer u kypových farbív. Ďalšie koloristické skupiny farbív sú *kyslé* farbivá, *kyslé moridlové* farbivá a *kyslé metalizovaná* farbivá. U kyslých farbív ide o jednoduché farbivá čo sa týka ich výroby a štruktúry. Sú to lacné, aniontové farbivá vyfarbujúce proteínové a polyamidové vlákna z rôzne kyslých kúpeľov. Rozdeľujú sa na silne kyslé, slabo kyslé a neutrálne ťahajúce farbivá. *Kyslé moridlové* tiež nazývané *chromové* sú

vybrané kyslé farbivá schopné vytvárať komplexy Cr^{3+} s aminoskupinou proteínu alebo polyamidu za vyznačeného zvýšenia všetkých stálostí a prehlbenie odtieňa. **Kyslé metalizovaná kovokomplexní** farbivá sú významné pre vlnu a polyamid. Kovokomplexné farbivá farbía vlnu buď zo silne kyslého prostredia alebo farbía vlnu a polyamid z neutrálne až slabo kyslého prostredia. **Kationická** farbivá sa taktiež zaradzujú do tried koloristických farbív. Používajú sa pri farbení acetátových a celulózových vlákien morených taninom. V neposlednej rade sú farbivá **pigmentové**. Farebné pigmenty sú vo vode nerozpustné a nemajú afinitu k vláknam. Upevňujú sa povrchovo na tkaniny, ktoré sú naklocované ultra jemnou suspenziou pigmentu a spojivo je na báze polybutadienu a jeho kopolymeru. Po usušení nasleduje tepelná kondenzácia spojív podobne ako pri technológií tlači. Odpadá záverečné oplachovanie a sušenie. Tými najdôležitejšími triedami farbív sú **reaktívne** a **disperzné** farbivá, ktoré pre túto prácu zohrávajú veľkú úlohu. Reaktívne farbivá sú **anionické** farbivá, ktoré sú podobné kyslím či priamym farbivám. V molekule obsahujú jednu alebo dve reaktívne skupiny alebo atómy schopné chemicky reagovať s -OH skupinami celulózových vlákien alebo -OH skupinami, -NH₂ a -SH skupinami vlny a taktiež s -HH₂ skupinou polyamidu. Základnými a najdôležitejšími farbivami pre syntetické vlákna a to hlavne pre polyesterové, polyamidové vlákna a acetáty celulózy sú farbivá disperzné. Používajú sa taktiež pri farbení akrylových vlákien, ale len na svetlé odtiene. Pre získanie optimálnych vlastností je potreba výberu do podskupín a to predovšetkým podľa molekulovej hmotnosti a podľa rýchlosti difúzie. Pre najbežnejšie vláknové zmesi ponúkajú niektoré farbierne hotové zmesi optimálnych farbív a to i s prihliadnutím k rôznemu percentuálnemu zastúpeniu vlákien v zmesi a k spôsobu farbenia. Tieto farbivá sa nazývajú farbivá pre zmesi vlákien. [1]

Afinita k vláknam a výsledný odtieň farbív sú dôležité vlastnosti pri farbení textílií, ale rozhodujúcim kritériom sú stálosti vyfarbenia. Stálosti vyfarbenia na svetle závisia na odolnosti molekuly farbiva voči ultrafialovému žiareniu, ktoré vyvoláva deštruktívne reakcie nazývané fotolýzou. Vplyvom energeticky najúčinnejších fotónov UV- zložky svetla sa niektoré atómy farbív prevedú na veľmi reaktívne radikály, ktoré sa rýchlo rozpadajú i s okolitými úseky molekúl alebo jednoducho reagujú s kyslíkom alebo vodou za vzniku reaktívnych nestálych splodín. Početné čiastkové rozkladné reakcie sú previazané farebnými zmenami a súhrne i poklesom intenzity odtieňa. Vzniknuté farebne kalné medzistupne jednoducho podliehajú ďalšiemu rozkladu. Faktory ovplyvňujúce stálosť farbív na svetle sú vlhkosť vzduchu, vplyv vlákna, vplyv veľkosti častíc farbiva, pH, matovanie, členitejší povrch. Napríklad vlhkosť vzduchu ovplyvňuje stálosti farbív tým, že urýchľuje ich rozklad. Ďalšie stálosti ako sú napríklad mokré či stálosti vo vode, pri praní,

pri potení užívateľa závisia na rýchlosti desorpcie farbiva vlákna. Ustálenie spočíva v tom, že sa farbivá nerozpustia, tým sa potlačí návratnosť sorpčných dejov a dôjde k zväčšeniu častíc farbiva a tým sa spomalí desorpcia alebo znemožní jej funkčnosť. Skúška vyfarbenia a sila typu vyfarbenia znamená stálosť vyfarbenia, ktorá ne svetle výrazne rastie. Záleží aj na koncentrácií farbiva vo vlákne. Naopak mokré sublimačné stálosti a oder textílie s koncentráciou farbiva intenzitu odtieňa zhoršujú. Pri posudzovaní konkurenčných farbív bola medzinárodne definovaná takzvaná sila typu a to konkrétnymi kolekciami vzorku vo všetkých odtieňových oblastiach. Stálosť na svetle sa stanovuje taktiež u rôzne svetlých vyfarbeniach. [1]

1.1 Farbenie reaktívnymi farbivami

Charakteristika týchto farbív vo všeobecnosti nájdeme v odbornej literatúre pod obchodným označením *Ostazinová farbivá*. Reaktívne farbivá sa dodávajú vo forme jemných práškov s neprašivou úpravou. Reaktívne farbivá, ktoré v priebehu farbenia chemicky reagujú s celulóзовým vláknom za vzniku makromolekulárnej zlúčeniny, sú vo vode veľmi dobre rozpustné a ich vyfarbenie sa vyznačuje brilantným odtieňom, dobrou egalizáciou a veľmi dobrými mokrými stálosťami. Už spomenutá rozpustnosť týchto farbív je vysoká, ale záleží na type farbiva. Ostazinová farbivá sú určená predovšetkým pre farbenie celulóзовých vlákien a to bavlny, ľanu, konopu, ramie, viskózovej striže a ich zmesí a to vo forme voľného materiálu, priadze, úpletu i tkaniny. Tieto farbivá ide uplatniť aj pre farbenie polyamidu, vlny, polovlny a prírodného hodvábu. Na ich aplikáciu sa používajú rôzne farbiace zariadenia vhodné pre voľný materiál, krížové cievky a osnovné valy, ďalej na vaniach, hašpliach, jiggeroch alebo kontinuálnych a polokontinuálnych linkách typu Termofix, Pad- steam, Pad- Batch, Pad- Roll, Pad- Dry, Pad- Jig apod. [2][3]

Každé reaktívne farbivo sa skladá z komponentov a to farebnej časti farbiva, chromogenu, solubilizačnej skupiny, ktorá spôsobuje rozpustnosť mostíka, nosič reaktívneho atómu. Poznáme tri typy reaktívnych farbív a sú to monochlortriazinová, dichlortriazinová a vinylsulfonová farbivá. Tieto farbivá sú vyrábaná v Českej republike vo firme Synthesia pod obchodným názvom už spomínaným Ostazin. [2]

Výhodami reaktívnych farbív je, že vyfarbenie týmito farbivami je veľmi stále. Je to hlavne pri používaní textílií takže stálosti vyfarbenia textílií v oteru a pri údržbe

textilií v praní. Nevýhodou týchto farbív je ich aplikácia. Pri ich aplikácií sa riešia tri základné problémy. Prvým problémom je afinita farbiva k vláknam. Afinita farbiva k vláknam nesmie byť ani malá ani veľká. Druhým problémom je stupeň fixácie farbiva. Pri fixácii farbiva nastáva nežiaduca paralelná reakcia čo znamená, že táto reakcia je hydrolýza farbiva. Tretím problémom je stabilita väzby medzi farbivom a substrátom. [4]

Dôležitými vlastnosťami reaktívnych farbív sú *substantivita*, *reaktivita*, *stabilita*, *rozpustnosť*, *egalizácia*, *stálosti* a to stálosti farbív voči tvrdej vode a stálosti vyfarbenia. Ostazinové farbivá majú vzhľadom k odlišnej chemickej konštitúcie nižšiu substantivitu ako farbivá priame. Nižšia substantivita je výhodná pre klocovacie metódy farbenia. Pri aplikácií vyťahovacím postupom ju ide zvýšiť prídavkom elektrolytu. Preto sú ostazinové H- farbivá, ktoré majú v porovnaní s ostazinovými S- farbivami nižšiu substantivitu viac vhodné pre klocovacie metódy, zatiaľ čo S- farbivá sa lepšie a výhodnejšie aplikujú vyťahovacími postupmi. K vláknam z regenerovanej celulózy je substantivita reaktívnych farbív všeobecne vyššia. Niektoré ostazinové H- farbivá vykazujú tak nízku substantivitu, že sú pre vyťahovací postup neefektívne. Podľa rýchlosti a podmienok, za ktorých prebieha reakcia medzi farbivom a substrátom, vyfarbením vlákien, ide hovoriť o menšej či väčšej reaktivite farbív. Reaktivita ostazinových farbív je daná charakterom reaktívnych skupín. Vysokú reaktivitu majú farbivá ostazinové S a nízku farbivá ostazinové H. To znamená, že najrýchlejšie a pri pomerne nízkych teplotách reagujú s vláknom S- farbivá, zatiaľ čo H- farbivá potrebujú k reakcii vyššiu teplotu, vyššiu alkalitu prostredia a dlhší čas. Z ekonomického hľadiska je zaujímavá vysoká reaktivnosť, ale je tiež príčinou obmedzenej trvanlivosti zásobných roztokov farbív. Stabilita práškových farbív je za bežných skladovacích podmienok dobrá. Zvlášť keď je v roztoku v prítomnosti alkálie, dochádza k hydrolýze farbiva. Rýchlosť tejto nežiaducej reakcie je daná alkalitou prostredia, teplotou roztoku a reaktivitou farbiva. Rozpustnosť ostazinových farbív je vysoká a to i pri nízkej rozpúšťací teploty. Z pravidla je to vyššia než 100 g/l. Rozpustnosť je ovplyvňovaná prítomnosťou alkálie, elektrolytu alebo väčšieho množstva iontov Ca a Mg. Keď pridáme prísadu močoviny, rozpustnosť ostazinových farbív sa zvyšuje. Egalizačná schopnosť ostazinových farbív je dobrá. Pri vyťahovacom spôsobe naťahujú farbivo na vlákno rovnomerne a rýchlosť naťahovania ide riadiť prídavkami elektrolytu. Pri dávkovaní alkálie je potreba mať zvýšenú pozornosť, pretože pri zalkalizovaní

kúpeľa dochádza k fixácii vo vlákne uloženého farbiva a k vyčerpávaniu farbiva z kúpeľa. V tejto fázy farbenia je nutné zaistiť dobrý pohyb materiálu a dávkovať alkálie niekoľkokrát. Ostazinové farbivá idú aplikovať aj na materiály, u ktorých sa inými skupinami farbív ťažko dosahuje rovnomerné vyfarbenie. Je to tzv. kombinovaný postup, pri ktorom sa používajú najskôr alkálie slabšie a ku konci farbenia alkálie silnejšie. Čo sa týka stálosti ostazinových farbív voči tvrdej vode sú dostatočné vo vode do 20° n. t a nie sú ani problémy pri ich rozpustení. Voda nad 20° n. t ovplyvňuje sýtosť vyfarbenia a odtieň. Pre tieto farbivá sú charakteristické dobré mokré stálosti a to predovšetkým stálosť v praní, v pote, vo vode. Tieto vysoké stálosti sú dané chemickou väzbou medzi farbivom a vláknom. Ide je docieľiť iba pri dodržaní technológie záverečného spracovania. Ďalej sú tu stálosti na svetle, ktoré sú dobré až veľmi dobré. [3]

1.1.1 Farbenie bavlnených vlákien reaktívnymi farbivami

Táto časť sa zaoberá vlastnosťami samotnej bavlny, vplyv zrelosti bavlny na farbenie, pred úprava bavlnených priadzí a tkanín pred farbením a samotné individuálne postupy farbenia bavlneného materiálu. Zafarbenie bavlneného materiálu je ovplyvnené pôvodom samotnej bavlny, jej jemnosťou, zrelosťou a jej úpravou pred farbením. Ten istý druh bavlny sa môže zafarbovať odlišnou rýchlosťou a to závisí na poveternostných a ďalších pestovateľských podmienkach, čo môže byť aj pestovanie bavlny v inom roku a na inom mieste. Sú to napríklad vlákna bavlny, ktoré boli zasiahnuté dažďami alebo mrazom, bývajú farby sivej a sú horšie farbitel'né. [5]

Bavlna je najdôležitejším prírodným vláknom a označuje sa CO. Pestuje sa ako krík, ktorý sa nazýva bavlník a je to jednoročná kríková rastlina, vysoká okolo jedného metra. Vlákna bavlny sa rozdeľujú podľa dĺžky a to na krátke vlákna, ktoré sú kratšie než 25 mm, potom sú to stredné vlákna, dosahujú 25 až 35 mm a dlhšie vlákna, ktoré sú nad 35 mm. Krátke nespriadateľné vlákna bavlny sa nazývajú linters a ich dĺžka je do 10 mm. Zrelosť bavlny v dostatočnej miere vplýva na jej zafarbenie. Táto zrelosť vyplýva z hrúbky steny vlákna a táto stena sa nazýva sekundárna stena bavlny. Podľa zrelosti sa dajú vlákna bavlny rozdeliť do troch skupín. Prvou skupinou sú tzv. vlákna zrelá. Tieto vlákna sa pod mikroskopom javia ako skrútená. Dá sa to prirovnať ako

sploštená stužka so zosilnenými stenami a malým lumenem. V prierezu má vlákno bavlny ľadvinový tvar. Majú dobre vyvinutú sekundárnu celulóзовú stenu, veľmi dobre sa farbja a to všetkými substantívne tiahnucimi farbivami. Druhú skupinu tvoria tzv. polozrelé a nezrelé vlákna bavlny. Ich sekundárna stena je slabšia a tým majú vlákna bavlny znížené zafarbenie. Treťou skupinou sú mŕtve bavlnené vlákna. Mŕtve vlákno nemá zákrut, je poprehybované a sekundárna stena je veľmi málo vyvinutá alebo vôbec nie je. Tieto bavlnené vlákna sú zle zafarbiteľné a vytvárajú nopky. Obsah mŕtvych vlákien a nezrelých vlákien bavlny je dôležitým ukazovateľom kvality sorty bavlny. U väčšiny farbív je krytie bavlny neuspokojivé a pri farbení s kombináciami farbív sa prejavujú obávané rozdiely odtieňa. Na tomto je založený tzv. červeno- zelený test, ktorý sa používa pri farbení mŕtvej bavlny. Problémy s nedostačujúcim zafarbením mŕtvych a nezrelých vlákien bavlny ide značne potlačiť merceráciou alebo luhovaním. „*Ostazinová barvivá kryjí poměrně dobře mrtvá a nezrelá bavlněná vlákna i pruhoovitost viskóзовých tkanin. Krytí pruhoovitosti viskóзовých tkanin lze zlepšit beznapětovým zpracováním materiálu před barvením buď ve vroucí vodě, nebo mírným louhováním*”[x1]. [1][3][5]

Základnou vlastnosťou bavlny je farba, ktorá je niekedy buď snehobiela alebo so zažltnutým až nahnedlým nádychom. Ďalej je to jemnosť vlákien bavlny, ktorá sa pohybuje okolo 0,8 až 2,85 dtex. Hrúbka vlákien bavlny je asi tak 20 µm. Pôsobením alkáliami bavlnené vlákna bobtnajú, prierez sa zaobaľuje, lumen sa zužuje, stužkový tvar sa vyrovnáva, zvyšuje sa lesk. [1]

Bavlnený materiál sa vyrába z vlákien zo semien bavlny. Bavlna je najdôležitejším prírodným vláknom a patrí medzi celulóзовé vlákna prírodného pôvodu. Podstatou týchto vlákien je celulóза. Celulóза je polysacharid a jeho základnou stavebnou jednotkou je glukopyranóза, spojená do polyméru glykosidickými väzbami. Bavlna sa pestuje ako kríkovitá rastlina, vysoká okolo 1 metra. Chemické zloženie bavlny je rôzne podľa druhu zrelosti, pôdnych a poveternostných podmienok. Bavlna obsahuje v priemere 97 až 92% celulóзы a ďalšie látky ako sú bielkoviny, pektíny, minerálne látky, tuky, vosky, pigmenty a približne 7% hygroskopickej vlhkosti. [1][5]

Bavlna sa vyznačuje kladnými vlastnosťami a to dobrou savosťou vlhkosti a vďaka tomu sa výborne farbí. Je pružná, mäkká, hrejivá a príjemná na omak. Bavlna dobre znáša vysoké teploty, čo je potrebné pre kvalitnú údržbu odevu z bavlneného materiálu. Dobre znáša alkalické prostredie, čo umožňuje pri praní používať prostriedky

z mydla. Za mokra má bavlna vyššiu pevnosť ako v suchom stave. Vyznačuje sa aj negatívnymi vlastnosťami ako je krčivosť materiálu, zrážanlivosť a vplyvom slnečného žiarenia bavlnený materiál hneď a jej pevnosť sa znižuje. Má nízku odolnosť proti plesniam. [1]

Napriek tomu, že bavlna má svoje nevýhody, textilie vyrábané z bavlny stále patria medzi najpredávanejšie, najkvalitnejšie a najlacnejšie textilné materiály. Používa sa v kombinácií s polyestrom. Čistá bavlna sa používa u vysoko kvalitných tričiek a svetrov. Použitie bavlneného materiálu je veľmi pestré. Patrí tu využitie v bytovom textile ako je napríklad lôžkové a stolná bielizeň, ale aj ako materiál pre vrchné oblečenie, materiál pre technické účely a objavujú sa aj v zdravotníctve ako obväzový materiál. Bavlnený materiál je jeden z najrozšírenejších druhov textilného materiálu. [1]

Pre farbenie ostazinovými farbivami je dôležitá dobrá pred úprava textilných materiálov. Tovar by nemal obsahovať žiadne mechanické nečistoty, zvyšky z predchádzajúcich operácií, má mať rovnako mernú vlhkosť, neutrálnu reakciu dobrú nasiakavosť. Pred úprava bavlny spočíva v týchto technologických operáciách. Požehovanie, odšlichtovanie, vyvárka, mercerácie, bielenie. Požehovanie znamená opaľovanie odstávajúcich vlákien a ich neodstránenie prispievajú k žmolkovaniu materiálu. Na túto operáciu sa používa zariadenie, ktoré obsahuje radu plynových horákov. Odšlichtovanie je proces, kde jeho účelom je odstránenie nadbytočnej šlichty. Šlichty sa rozdeľujú na vypratateľné, kde sa používa pranie za horúca a potom sú to šlichty nevypratateľné čo znamená, že obsahujú škrob a ten je nutný odbúrať chemicky alebo enzymaticky. Pokiaľ je tovar mercerovaný, je dôležitá rovnomernosť. Bielenie prípadne mercerace tovaru sú pre aplikáciu týchto farbív významné i z hľadiska ekonomického. Takto pred upravené materiály sú schopné väčšieho prijatia farbiva a docielenie odtieňa vyššej brilantnosti. [3][5][7]

Farbenie bavlny môže byť dosiahnuto buď klocovacím postupom alebo vyťahovacím postupom. Princíp všetkých klocovacích postupov spočíva v napustení materiálu na foulardu roztokom farbiva, ktorý potom v ďalšej fáze za vhodných podmienok reaguje s vláknom. Foulard je veľmi dôležitá súčasť polokontinuálnych a kontinuálnych farbiacich liniek a na jeho vlastnostiach je z veľkej časti závislá kvalita vyfarbenia. Vhodný je foulard s malým obsahom napúšťacieho koryta a s čo najkratšou dráhou tovaru od napustenia do odmačku. Pracuje sa s odmačkom 60 až 80 % pre vlákna z prírodnej celulózy a s 80 až 90 percentuálnym odmačkom pre regenerovanú

celulózu. Čím vyšší je odmačkávací efekt, tým menšie je nebezpečenstvo migrácie farbiva pri ďalšom spracovaní. Klocuje sa spravidla pri 20 až 25 °C. Aplikácia pri vyšších teplotách klocovacieho roztoku prichádza do úvahy len v špeciálnych prípadoch a to napr. pri farbení husto dostavených a neľahko zafarbiteľných tkanín. Tu sa výhradne používajú H- farbivá, a to dvojitým kúpeľovým postupom bez alkálie. Pre sušenie napusteného tovaru sú vhodné hotflue alebo ihličkové rámy, kde je zaistený rovnomerný príkon tepelnej energie po oboch stranách sušenej tkaniny. Výhodné je využitie sušiacej infrazóny pred vstupom tovaru do sušiacej komory, ktorá podstatne zmiernuje migráciu farbiva pri sušení. Teplota sušenia nemá prekročiť 140 až 150 °C. Farbivá sa na vlákne fixujú buď horkým vzduchom. Tento postup sa nazýva **Termofix**. Ďalším postupom je s nasýtenou parou tzn. **Pad- Steam** alebo odležením v nábalu za studena tzn. **Pad- Batch**, prípadne pri zvýšenej teplote **Pad- Roll**, či fixácia v alkalickom kúpeli **Pad- Jig**. V obmedzenej miere ide použiť fixáciu vysoko tepelným parením a fixácia kontaktným teplom. Ďalším postupom je vyťahovací postup. V prvej fáze farbenia vyťahovacím postupom sa reaktívne farbivo ukladá do vlákna, kde je upútané iba slabými fyzikálnymi silami. Keďže ide o farbivá málo substantívne, je vždy nutné dávkovať elektrolyt a to v množstve 10 až 120 g/l podľa typu farbiva. Po zalkalizovaní kúpeľa dôjde k reakcii farbiva s vláknom a absorbované farbivo sa pevne fixuje. Intenzita naťahovania farbiva na vlákno sa v tejto fáze ešte zvyšuje a preto je nutné venovať farbeniu zvýšenú pozornosť. Farbivá sa vyťahovacím postupom aplikujú na bežnom strojnóm zariadení, ako sú napr. jiggery, hašple, aparáty pre krížové cievky a voľný materiál, závesové aparáty pre priadzu, bubnové aparáty apod. Vzhľadom k priaznivým aplikačným vlastnostiam farbív nie sú na použité strojnó zariadenia kladené zvláštne požiadavky. Záverečné spracovanie je veľmi dôležitou súčasťou farbiaceho procesu a sú na ňom závislé mokré stálosti vyfarbenia. Je to nedeliteľná súčasť celej technológie a na jeho dokonalom prevedení je závislá kvalita vyfarbenia, hlavne čistota odtieňu a výsledné stálosti. Pri záverečnom spracovaní je nutné čo najdokonalejšie odstrániť nefixované a zhydrolyzované farbivo, ktoré nie je schopné chemickej väzby so substrátom a bolo by príčinou zníženia mokrých stálostí vyfarbenia. Po fixácii sa materiál perie a mydlí buď na kontinuálnych pracích strojoch alebo diskontinuálne na jiggeroch, hašplích, aparátoch apod. Bez ohľadu na použité strojnó zariadenie je nutné pri záverečných spracovaniach dodržať sled operácií. Prvá operácia je dôkladné pranie studenou vodou, potom nasleduje pranie horkou vodou 70 až 80 °C.

Ďalšia operácia spočíva v mydlení za varu v kúpeli obsahujúci 1 až 4 g/l Syntaponu a posledná operácia je pranie teplou a studenou vodou. [3]

Farbiaci postup **Termofix** je farbenie s následnou fixáciou horúcim vzduchom. Spôsob je vhodný pre farbenie vlákien z prírodnej a regenerovanej celulózy a umožňuje kontinuálne spracovanie veľkých partíí s dobrou odtieňovou reprodukovateľnosťou. Prednosťou je vysoká výťažnosť a dobré krytie mŕtvych a nezrelých bavlnených vlákien. Spôsob **Pad- Steam** je dvojité kúpeľové farbenie s fixáciou parením nasýtenou parou. Je to klasický kontinuálny postup vhodný pre spracovanie veľkých partíí bavlnených a viskózových tkanín. Výhodou je vysoká výťažnosť farbiva, čo sa oceňuje hlavne pri farbení sýtych odtieňov. Zaisťuje dobré krytie mŕtvych a nezrelých bavlnených vlákien. **Pad- Roll** je spôsob pri ktorom je princíp rovnaký ako pri **Pad- Batch**, k odleženiu však dochádza vo fixačnej komore zariadenie **Pad- Roll** pri vyššej teplote, čím sa podstatne skráti fixačná doba. Krytie mŕtvych a nezrelých bavlnených vlákien prefarbenie je veľmi dobré. Viskózne materiály a vlasové bavlnené tkaniny ako sú napr. manšestre a plyše farbené týmto spôsobom majú lepší povrchový vzhľad a omak ako pri postupoch vyfarbenia na jiggeroch či hašpliach. Spôsob **Pad- Jig** sa užíva hlavne pri farbení husto dostavených tkanín, kde by aplikácia na jiggeru nezaistila dokonalé prefarbenie tovaru. Je to vhodné pre farbenie malých partíí z prírodnej i regenerovanej celulózy. [3]

1.2 Farbenie disperznými farbivami

Disperzné farbivá sú ďalšie farbivá, ktoré zohrávajú hlavnú úlohu v tejto práci. Ich použitie v experimentálnej časti tejto práce je na polyesterový materiál pri lokálnom farbení pomocou laserom. Ich obchodný názov je tzv. **Ostacetová farbivá**, ktoré sú dodávané v práškovej forme, ale taktiež niektoré značky je možné objednať i v tekutej forme. Ostacetová farbivá sa vo forme prášku vyznačujú neprašivou úpravou, jednoduchou dispergovateľnosťou, jednoduchou manipuláciou a taktiež výbornou reprodukovateľnosťou odtieňu. Tekuté ostacetové farbivá ide charakterizovať rýchlou miesiteľnosťou s vodou v každom pomere, stabilnou, jednoducho tečúcou formou a mimoriadnou vhodnosťou pre kontinuálne postupy a textilnú tlač. Tekuté farbivá je

nutné skladovať v dobre uzatvorených nádobách a pred vážením je potreba ich rozmiešať. [8]

Charakteristické vlastnosti jednotlivých ostacetových farbív pre polyesterové vlákna je termická stálosť, ďalej sa vyznačujú difúznym koeficientom, molekulovou hmotnosťou a technologickými vlastnosťami, ktoré sú kritériom pre ich zaradenie do troch skupín. Prvou skupinou sú **Ostacetové E- farbivá**, ktoré majú vynikajúcu egalizačnú a migračnú schopnosť. Do polyesterového vlákna difundujú jednoducho a rýchlo a pri farbení vyrovnávajú veľmi dobre afinitní nerovnomernosti materiálu. Farbivá tohto typu ide aplikovať pomocou troch základných postupov. Prvým postupom je postup s prenášačom, druhý VT postup a tretím postupom je termosolový postup pri teplote 180 až 190 °C. Ostacetové E- farbivá sú zvlášť vhodné pre farbenie texturovaného polyesteru, pruhujúceho polyesterového hodvábu, pre farbenie zmesí polyester a bavlna a pre textilnú tlač polyesteru s následnou fixáciou tlakovým parením. Druhou skupinou sú **Ostacetové S- farbivá** a sú charakterizovaná výbornou stálosťou v sublimácií a plisovaním suchým teplom. V porovnaní s farbivami E- typu difundujú do vlákna ťažšie. Aplikujú sa buď VT postupom alebo termosolovým postupom pri teplote 210 až 225 °C. Pri týchto farbivách je farbenie s prenášačom nevhodné, obvykle neposkytuje dostatočnú výťažnosť. Ostacetové S- farbivá sa používajú hlavne pre farbenie polyesterového podielu v zmesi polyesterové a celulózové vlákna, ďalej pre farbenie polyesterového hodvábu na cievkach a pre tlač polyesteru s následnou fixáciou tlakovým parením i spôsobom Termofix. Hodí sa obvykle i pre izotermné farbenie. Poslednou skupinou ostacetových farbív sú **Ostacetové SE- farbivá**, ktoré sa zlučujú v priemere prednosti oboch predchádzajúcich skupín. Majú dobré egalizačné a migračné schopnosti, veľmi dobrú stálosť v sublimácií a sú s určitým obmedzením vhodné pre všetky spôsoby aplikácie. „Hranice mezi jednotlivými skupinami jsou neostré – jednotlivé vlastnosti barviv se překrývají, z čehož vyplývá, že existují různé odchylky v jejich používání s ohledem na místní podmínky, barvený materiál a stálostní požadavky”[8]. [8]

1.2.1 Farbenie polyesterových vlákien disperznými farbivami

Polyester je najdôležitejší zo syntetických vlákien. Polyesterové vlákna majú medzinárodnú skratku PES. Klasický polyester sa vyrába polykondezáciou kyseliny tereftalové a etylenglykolu. Vo svojej štruktúre má benzénové jadro. Polyesterový materiál je bežný veľmi často používaný textilný materiál. Je mnoho typov polyestru, ktoré sú vyrábané a známe pod určitými značkami. Sú to syntetické vlákna kde patria vlákna z polyetylenteraftalátu (PET), vlákna z polybutylenteraftalátu (PBT), a vlákna z polytrimetylentereftalátu (PTT). Väčšina vlákien pochádza zo skupiny PET. [9]

Základnou surovinou pre výrobu je ropa, z ktorej sa získava dimethyltereftalát a glykol. Polykondezáciou oboch týchto zlúčenín vzniká polyethyltereftalát. Polyethylenteraftalát sa zvlákňuje priamo a to kontinuálnym postupom alebo diskontinuálne a to tak, že sa spracuje granulát sušením, potom sa taví a v poslednej fáze sa roztavený granulát zvlákňuje. Konečný výrobok môže byť v troch formách. Prvou formou výrobku je *filament*, ktorý sa vyrába v jednoduchej, hladkej podobe alebo modifikovane. Polyesterové vlákno je svojím chemickým zložením vhodné k modifikáciám. Modifikácia je teda úprava prímiesi chemických zlúčenín a dochádza tak k zušľachteniu a to tvarovaním mechanickým alebo pneumatickým tvarovaním. Druhým konečným výrobkom je vo forme kábliku. *Káblík* vyrobený z polyesterových filamentov je surovina, ktorá sa spracúva v pradiarni dlhých vlákien ako sú napríklad pradiarne vlny. Filament sa v pradiarni spracúva na strojnom zariadení nazývaný konvertor kde sa trhá alebo reže na stapl, ktorý sa dĺžkou i tvarom prispôsobuje staplu vlny. Treťou formou výrobku je *striž*, ktorá sa dodáva v dĺžke a v ďalších vlastnostiach prispôsobených vláknam, s ktorými sa striž zmieša pri pradení. [9]

Polyesterové vlákno sa vyrába v niekoľkých spracovateľských postupoch. Najskôr sa tavenina zvlákňuje a vlákno sa stáva amorfné. Potom sa vlákno dlží a to za tepla vo vode. Počas tohto procesu prebieha kryštalizácia a orientácia vlákna a vzniká fibrilárna štruktúra vlákna. Ide dlžiť aj za studena, ale na vlákne vznikajú mikrotrhliny. Vo výrobnom procese polyesterového vlákna sa musí previesť dlženie vždy. Po prevedení dlženia vlákna sa prevádza fixácia vlákna. Ide o ustálenie tvaru vlákna. Čím väčšia fixácia, tým je menšia srážanlivosť vlákna. Posledný proces pri výrobe vlákna je rezanie vlákna. [9][10]

K najdôležitejším kladným vlastnostiam polyesterového vlákna patrí vysoká odolnosť na svetle, odolnosť voči poveternostiam a mikroorganizmom. Polyesterový materiál má malú návlhavosť a čo značí, že materiál sa rýchle suší. Je elastický a má vynikajúcu odolnosť voči oderu. Polyester sa vyznačuje aj negatívnymi vlastnosťami, čo je sklon k tvorbe žmolkov a veľký vznik elektrostatického náboja. Polyester sa vyrába v niekoľkých modifikáciách. Vďaka nim je možné využívať polyester k najrôznejším účelom. Patria tu zvrchné odevy, bytový textil, technické textílie, pracovné odevy, ale aj využite v zdravotníctve. Používajú sa v zmesi s inými vláknami ako je zmes s vlnou a bavlnou. [9]

Polyesterové vlákna sú najrozšírenejšie syntetické vlákna nezastupiteľného významu vo všetkých textilných oblastiach. Na polyesterových vláknach ide taktiež demonštrovať obecné chovanie syntetických vlákien a rada javov, ktoré platia obecné a pre všetky syntetické vlákna sa prejavujú v najvýraznejšej podobe. Príkladom môže byť modifikácia vlákien, vplyv orientácie a kryštalizácie, ktorá je ovplyvnená fixáciou a účinkom prenášačov. Pod široký pojem polyesterové vlákna sa zahrňujú vysoko molekulárne látky obsahujúce esterové skupiny v hlavných súvislých reťazcoch. Polyesterové vlákna sa vyznačujú vysokou pevnosťou a odolnosťou v oderu. Ďalej je to dobrou odolnosťou voči chemikáliám a klimatickým vplyvom. Ich vyznačenie spočíva aj vo výbornej odolnosti voči účinkom hmyzu a plesní a veľmi dobrou spotrebiteľskou použiteľnosťou. Majú taktiež nízky príjem vlhkosti a zložitejšiu farbitel'osť. Zhoršená farbitel'nosť polyesterového vlákna v porovnaní s inými vláknami je riešená nasledujúcimi postupmi. Prvým postupom je vyťahovací spôsob farbenia za varu za prítomnosti prenášača. Druhým postupom je vyťahovací spôsob farbenia za zvýšenej teploty v tlakových aparátoch pri 120 až 135 °C a to buď bez prenášača, alebo pri jeho zníženom dávkovaní. Posledný spôsob je takzvaný termosolový spôsob farbenia disperzného farbiva s prídavkom záhustky a s následnou fixáciou horkým vzduchom, prehriatou parou, kontaktným teplom apod. „*Různorodost podmínek v barevnách, různá kvalita polyesterového materiálu a jeho afinitní schopnosti způsobují, že uvedená doporučení lze pokládat jen za směrná. Jsou vypracována pro homopolyesterové vlákno etylen- tereftalátového typu. Polyesterový materiál se barví ve formě vločky, česance, kabilků, příze, jako hladké či texturované hedvábí, či ve formě tkaniny nebo pleteniny*“ [8]. [8][4]

Pred samotným farbením sa polyesterové vlákno do úpravárenských prevádzok z predošlých textilných či výrobných stupňov radu sprevádzajúcich látok, ktoré negatívne ovplyvňujú zošľacht'ovacie procesy. Sú to napríklad preparačné prostriedky, šlichtovacie a mazacie prostriedky i bežné nečistoty. Tieto sprievodné látky je nutné pred samotným farbením a termofixáciou z vlákna odstrániť praním. Termickým spracovaním polyesterového materiálu sa pozitívne ovplyvní jeho spotrebiteľské i technologické vlastnosti. Zlepší sa tým stabilita formy výrobku, zníži sa mačkavosť materiálu, zlepší sa jeho omak, dochádza tak k zníženiu sklonu k žmolkovaniu. Ďalej má vplyv na zníženie tvorby lomu pri farbení a odstráni sa rolovanie okrajov u niektorých typov pletenín. [8]

Polyesterová priadza sa farbí vo vysoko tepelných cirkulačných aparátoch na pevných alebo pružných cievkach. S výhodou sa farbí na moderných aparátoch s rýchlejšou cirkuláciou farbiaceho kúpeľa. S prenášačom sa farbí len výnimočne a to pri aplikácií na hašpliach a podobných zariadeniach, kde nejde docieľiť vyššej teploty ako 100 °C. Prenášače sú látky rôzneho chemického zloženia, ktoré svojím spôsobom uľahčujú difúziu farbiva do vlákna. Okrem vysokej účinnosti musia prenášače splňovať i radu ďalších požiadavku spojených s technologickou aplikáciou. Tieto požiadavky spočívajú v tom, že prenášače musia mať nízku tekavosť vodnou parou, nevýrazný zápach, nesmú ovplyvňovať stálosti a odtieň vyfarbenia. Taktiež nesmú byť toxické a musia byť jednoducho odstrániteľné z odpadových vôd. Takýmto účinným prenášačom je pod obchodným označením *Spolapren X*. Je to prenášač naftalen- difenylového typu, obsahujúci emulgátory a rozpúšťadlá. Je to žltohnedá kvapalina, vytvárajúca vo vode stabilnú bielu emulziu. Pred dávkovaním do farbiaceho kúpeľa sa zriedi 5 až 10 násobným množstvom vody pri teplote 40 °C a rozmieša sa. Polyesterové pleteniny a tkaniny sa farbja na hašpliach, tlakových hašpliach, JET- aparátoch rôznych typov, horizontálnych nábalových aparátoch, výnimočne i na inom strojnom zariadení. Značná časť materiálu sa farbí vo forme pleteniny z texturovaného polyesterového hodvábu. Pri tomto spôsobe je zvlášť nutné dbať na výber farbív kryjúce afinitní nerovnomernosti. Texturované polyesterové materiály ide farbiť všetkými postupmi s výnimkou termosolového spôsobu, pri ktorom dochádza k výraznému zhoršeniu objemnosti, omaku i elasticity materiálu. Afinitné rozdiely vlákien, ktoré vznikajú ako následok chemických a mechanických operáciách, môžu viesť k nerovnomernému vyfarbeniu. Pruhovitnosť materiálu ide do značnej miery znížiť výberom vhodnej technológie

a výberom vhodných farbív. Obecne paltí, že VT postupy vyrovnávajú vláknové nerovnomernosti lepšie ako prenášače. Nižšie dávkovanie prenášača pri VT postupu pôsobí priaznivo. Medzi najvýhodnejšie postupy farbenia polyestru patria aplikácie na JET- aparátoch alebo horizontálnych nábalových aparátoch. Tieto postupy patria do spôsobov vysoko tepelného farbenia. Čím je vyššia teplota farbenia, tým lepšie a rýchlejšie difunduje farbivo do vlákna. Limitujúcim faktorom je poškodenie vlákna tzv. hydrolitická degradácia. Zásadne by nemala byť prekročená teplota 135 °C na čas 30 minút. [8][4]

Ďalšími postupy sú kontinuálne a polokontinuálne postupy kde patrí tzv. termosolový spôsob farbenia polyestru. Termosolové farbenie je základom všetkých kontinuálnych postupov aplikácie na polyester. Sú to 100 % polyesterové tkaniny, ktoré sa takto obvykle nefarbia. Kvalita vyfarbenia závisí značne na kvalite prevedenej pred úpravy. Pred fixácia je vzhľadom k podstate farbenia väčšinou zbytočná a zaradzuje sa iba tam, kde je nutné pred farbením upraviť nerovnomernú šírku materiálu alebo vyrovnat' napätie nití. V klocovacom kúpeľi musí byť obsiahnutý inhibitor migrácie tzv. záhustka, ktorá na silno hydrofóbnom materiálu podporuje tvorbu rovnomerného filmu. Tento film bráni migrácií farbiva behom termického spracovania a tým obmedzuje usadeniu disperzného farbiva behom klocovania. Podmienkou použitia je jednoduchá vypratelnosť po farbeniu. Ku klocovaniu sa odporúčajú obzvlášť tekuté formy farbív, ktoré umožňujú jednoduchšiu prípravu pomerne koncentrovanej disperzie. [8][4]

Po aplikácii farbiva je materiál vystavený záverečnému spracovaniu. Na povrchu zafarbeného materiálu ostávajú zvyšky nefixovaného farbiva a ďalšie látky, ktoré je treba v záujmu optimálnych stálostí a plnej brilantnosti odtieňu odstrániť. Textilná spracovateľnosť priadze a voľného materiálu podstatne zlepšuje záverečné pranie, najlepšie redukčné pranie. Redukčné pranie je odporúčané pre stredne sýte a tmavé odtiene na priadzi a hodvábu a pre všetky vyfarbenia na vložke, kabelku a česanci. Na spriadateľnosť voľného materiálu má priaznivý vplyv zvýšené dávkovanie ľahu sodného. Po alkalickej redukčnej praní tmavých odtieňov farbených farbivami antrachinového typu sa odporúča prísada 1 g/l hydrosulfitu do prvého oplachovacieho kúpeľa. Ostatným vyfarbením postačí opláchnutie a neutralizáciu. Ďalšími záverečnými spracovaniami materiálu sú úprava mäkkčením a antistatická úprava. Mäkkčením získava polyesterový materiál príjemný mäkký omak a zlepšuje sa konfekčná spracovateľnosť. [8][4]

1.2.2 Farbenie modifikovaných a nemodifikovaných polyesterových vlákien

Všetky modifikácie, ktoré ovplyvňujú molekulárnu a taktiež nadmolekulárnu štruktúru polyméru ovplyvňujú zafarbenie polyesteru. K lepšiemu zafarbeniu polyesterového materiálu slúži kopolymerácia a taktiež pridávanie aditív do vlákien. Zlepšuje sa tým predovšetkým kinetika farbenia a mierne aj saturácia. Difúzia disperzných farbív do modifikovaných vlákien je teda obecné jednoduchšia, prebieha rýchlejšie a teplotné farbenie je nižšie o 5 až 15 °C oproti nemodifikovaného polyesteru. Vlákňový priemysel vyrába modifikované polyesterové vlákno ako strižný materiál. Modifikačnou zložkou je vždy sodná soľ kyseliny 5- sulfoisofthalové. Takto modifikované vlákno je citlivejšie voči účinkom chemikálií i teplotným vplyvom. V porovnaní s klasickým homopolyesterovým vláknom je ľahšie zafarbitelná. Prítomnosť sulfoskupín v molekule umožňuje jeho farbenie i kationtovými farbivami. Ostacetové farbivá sa aplikujú za varu bez prenášača, za varu bez prenášača alebo vysoko tepelným postupom pri teplote 115 až 120 °C. [5][8]

Polyester je polymér a v jeho v hlavnom reťazci sa opakuje esterová skupina. V textilnom priemysle sa názov polyester používa v užšom slova zmysle. Skratka PES sa používa pre najbežnejšie a najrozšírenejšie polyesterové vlákna, ktoré sa vyrábajú z polyethylentereftalátu. Vzhľadom k značnej hydrofóbnej štruktúre polyesterového vlákna prichádzajú do úvahy pri farbení jedine farbivá disperzná. [5]

2 Tlačiarenská technika v textilnom odvetví

Medzi spracovateľské technológie na úpravu povrchu textilného materiálu patrí textilná tlač. Táto technológia sa vyvinula z túžby človeka ozdobiť tkaniny, ktoré sú určené k obliekaniu a neskôr aj k výzdobe bytového textilu. Od svojho vzniku prešiel rôznymi stupňami vývoja, ktorý bol zameriavaný na zdokonaľovanie a taktiež na mechanizáciu a automatizáciu jednotlivých fáz tejto spracovateľskej technológie povrchu textilu. Postupne vznikali a zdokonaľovali sa jednotlivé tlačiarenské techniky. Za techniku z ktorej sa vyvinula textilná tlač ide považovať batikú. Princíp batiky spočíva vo tvorbe vzoru tkaniny chemickou alebo mechanickou rezervou. Miesta vzoru zostávajú pri nasledujúcom farbení neofarbená. Tento druh tlače je znázornená na obrázku číslo 1 pod názvom textilná tlač- batiká. V Indii táto technika bol vyvinutá na pozoruhodnú úroveň a preto ide práve Indiu považovať za kolibku potlačovania textílií. V Európe sa tkaniny začali potlačovať asi až v 10. storočí. Vývoj od ručnej tlače po tlačiarenské stroje sa stal európskou záležitosťou. [11][1]



Obr.1 Textilná tlač- batiká

Tlač je vlastne miestne farbenie a pri tejto technológií sa používajú prakticky rovnaké farbivá ako pri normálnom klasickom farbení materiálu. Farbivá sú obsiahnuté v tlačiarenskej paste, ktorá je miestne nanášaná rôznymi tlačiarenskými technikami na textilný materiál. Aby nastalo miestne zafarbenie textilného materiálu je nutné previesť po tlači ešte dokončujúce spracovateľské práce. Ich účelom je previesť vlastné miestne

zafarbenie a zaistenie fixácie farbiva tak aby vzniknuté zafarbenie malo požadované vlastnosti. Dokončujúce spracovateľské práce po tlačiarenskej technike závisia na druhu použitých farbív a na charaktere textilného materiálu. Niektoré farbivá sa na vláknach textilného materiálu upevňujú iba zasušením, ale väčšinou sa fixujú naparovaním. Parenie je technologický proces, ktorý slúži k splneniu dvoch odlišných funkcií. Jedna funkcia spočíva v ohrevu tkaniny na teplotu potrebnú k priebehu chemických reakcií v natlačenej farbe na textilný materiál. Druhá funkcia spočíva v umožnení difúzie farbiva do vlákna textilného materiálu. Voda potrebná k difúzií sa získava z páry. Parenie môžeme definovať ako farbenie za vyšších teplotách pri malom pomere kúpeľa. [11][1]

2.1 Rozdelenie tlačiarenských techník

Jedna z najrozšírenejších techník tlače je technika nazývaná *Tlač priamy*, ktorý sa používa na biely alebo podfarbený textilný tovar. Tvorba vzoru textilného materiálu sa vytvára priamym stykom tlačiarenskej pasty s vláknom textilného materiálu. Farba je natlačená na tkanine vo forme pasty a môže byť vytvorený ľubovoľný požadovaný vzor (blokované tlač, rolovanie, sito tlač). Je úplne jedno či TP obsahujú farbivá alebo látky, z ktorých ešte len farbivo vznikne alebo či obsahujú látky, ktoré majú prítomné farbivo na vlákne rozrušiť alebo zabrániť miestnemu zafarbeniu materiálu. Z toho vyplýva, že niektoré TP môžu byť bezfarebné. Ďalšou súčasťou TP sú všetky dôležité prísady pre tlačiarensku techniku podľa druhu použitých farbív a textilného materiálu. Taktiež je dôležité zvoliť vhodnú záhustku obsiahnutú v TP. Vhodne zvolená záhustka dodáva TP potrebnú konzistenciu, potlačuje kapilaritu textílie a tým zaisťuje ostrosť tlače. TP, ktorá obsahuje maximálne množstvo farbiva doporučené výrobcom, ktoré sa ešte pri fixácií farbiva využije alebo s ktorou sa dosiahne maximálneho koloristického účinku v danom vzore sa nazýva koncentrovaná alebo takzvaný pur. Doporučené množstvo farbív je vždy nutné vyhľadať v odbornej firemnej literatúre. [11][12]

Jedna z terminológií s ktorou sa stretneme v odbornej literatúre pri tomto spôsobe tlače je kupírovanie tlačiarenských pást. Kupír vzniká zriedením TP. Kupíry však môžeme zoslabovať, ale i zosilňovať, premieňať. Táto premena kupírov má vplyv na výsledné tlačiarenské vzory. Zriedňovanie TP ide chápať dvojakým spôsobom. Prvý

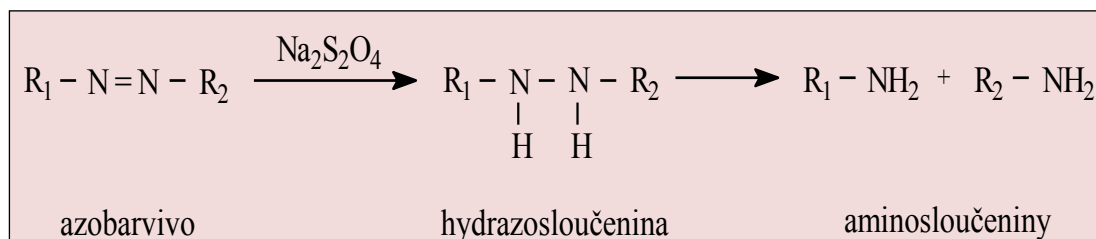
spôsob je príprava novej TP s menším množstvom farbiva, ktorá odpovedá koncentrácií puru. V tomto prípade buď vlievame disperziu či roztok farbiva do záhustky alebo priamo vysypeme prášok farbiva do danej záhustky. Je dané pravidlo pre ľahkú homogenizáciu a to riedka súčasť do hustejšej súčasti. Používanú záhustku nazývame komplexní záhustka pretože už obsahuje všetky prísady potrebné a nutné k tlači textilného materiálu. Po zmiešaní vzniká hotová TP, ktorá je zriedenejšia voči puru, teda určitý kupír. [11]

Druhá príprava TP spočíva zmiešaním určitého množstva puru a určitého množstva záhustky. V tomto prípade používame pôvodný pur a kupírovaciu záhustku, ktorá obsahuje $\frac{1}{3}$ z celkového množstva všetkých potrebných prísad. Po zmiešaní vznikne hotová TP, zriedenejšia oproti puru. [11]

Celkové zloženie TP i kupíru sa najčastejšie udáva na množstvo 1 kg. Hodnota kupíru sa väčšinou uvádza vo forme naznačeného delenia a to napr. 4:1 apod. Prvé číslo sa týka množstva farbiva a druhé číslo množstva záhustky v danom kupíre. Doporučené maximálne množstvo farbiva k tlači, ktoré si dohľadáme v odbornej firemnej literatúre je napr. 50 g zapisujeme hodnotou purové TP ako 50 g B/kg. Ak chceme túto purovú TP zriediť na polovicu tak odpovedajúci zápis je TP 50 g B/kg 1:1, ktorý v slovnom prevedení znie: príprava kupíru 1:1 z daného puru obsahujúceho 50g B/kg TP. Množstvo farbiva v g v 1 kg kupíru vypočítame, keď prevedieme súčet naznačeného delení a týmto súčtom vydáme počet g farbiva v 1 kg TP. Zistené množstvo odpovedá jednému dielu farbiva či záhustky. Z matematického pohľadu ak je čitateľ väčší ako 1, musíme pre zistenie skutočného množstva B v 1 kg TP tento diel čitateľom vynásobiť. [11]

Druhou tlačiarenskou technikou je takzvaná **Leptová tlač**, ktorá sa používa na textilie už vopred vyfarbené. Princíp záleží v tom, že v miestach kde bola natlačená leptacia pasta prebehnú pri napaľovaní alebo horko vzdušným spracovaním chemické reakcie, ktoré rozložia na potlačených miestach farbivo, ktorým boli potlačená miesta najskôr vyfarbená. Týmto spôsobom vzniká biely lept. Všetky farbivá týmto spôsobom rozložiť nejde. To znamená, že pre vyfarbenia určená k leptu musia byť vybrané farbivá, ktoré sa dajú odfarbiť. Medzi tieto farbivá patri napr. azofarbivá. Azoskupina sa zredukuje vhodným redukčným prostriedkom na hydrosľúčeninu, ktorá už nie je farebná. Redukčným prostriedkom je buď dithioničitan alebo jeho deriváty. Redukcia

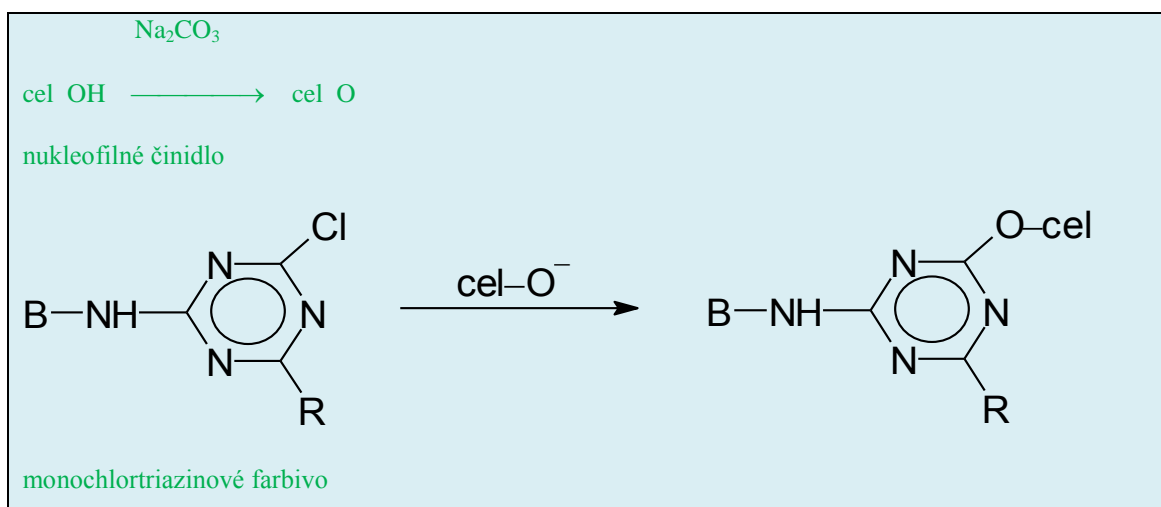
postupuje ďalej až na aminy podľa schémy na obrázku číslo 2 s názvom schéma postupu redukcie azofarbiva na aminy. [11][12]



Obr. 2 Schéma postupu redukcie azofarbiva na aminy[11]

Okrem vyniknutého bieleho leptu môžeme získať taktiež pestrý lept a to pridaním farbiva do leptacej tlačiarenskej pasty, ktoré je odolné voči leptaciemu prostriedku. Pri pestrom lepte prebiehajú dva odlišné pochody. Najskôr dochádza k rozloženiu pôvodného farbiva a súčasne je fixované farbivo napr. kypové. Hlavným uplatnením leptového spôsobu je pri tlačení drobných vzorov na textilný materiál. Z hľadiska hospodárnosti je účelnejšie získať drobný motív leptom na vyfarbenom materiály ako v opačnom prípade tlačiť dekrový vzor. Pri spracovávaní tlačiarenskou technikou veľkých plôch textilného materiálu je spotreba farbív väčšia než pri klasickom farbeníu. [11]

Ďalšou technikou tlače je **Rezervová tlač** a podstatou tejto tlače je rezerva, ktorá mechanicky alebo chemicky zabráni vyfarbeniu textílie v potlačených miestach. Táto metóda je veľmi zastarala a pôvodné voskové rezervy sa používajú dodnes v rôznych umeleckých tlačiarňach. Najjednoduchší spôsob rezervy je potlačenie neofarbené tkaniny rezervou a potom následné zafarbenie tejto tkaniny klocovacím alebo fľačovacím spôsobom. Tým získavame rezervu bielej farby. Pri chemickom rezervovaní reaktívnych farbív sa používajú kyslé látky alebo látky uvoľňujúcu kyselinu (chlorid amonný NH_4Cl , síran hlinitý $Al_2(SO_4)_3$, síran amonný $(NH_4)_2SO_4$). Tým sa zabráni naviazanie reaktívneho farbiva, pretože reakcie farbiva s celulózu prebieha len v alkalickom prostredí. Na obrázku číslo 3 je schematické znázornenie reakcie celulózy s reaktívnym farbivom bimolekulárnej nukleofilní substitúcie. [11][12]



Obr. 3 Schematické znázornenie reakcie celulózy s reaktívnym farbivom[11]

Jednou z tlačiarenských techník po chemickej stránke je **Pigmetová tlač**. Táto tlač predstavuje jeden z najdôležitejších postupov v oblasti potlačovania textilných materiálov. V súčasnej dobe sa viac ako polovica textílií potlačuje touto technológiou. Pigmentová tlač má svoje výhody v potlačovaní textilného materiálu. Sú to nízke výrobné náklady, univerzálne použitie na rôznych textilných materiáloch a zmesiach vlákien, jej jednoduché použitie a pri tomto spôsobe je nutné vykonať dokončovacie spracovateľské postupy ako je napr. pranie po tlači. Pri pigmentovej tlači sa používa tlačiarenská pasta, ktorá obsahuje pigment, pojidlá, zahušťovadlo a rôzne prísady. [1]

Ďalšími z iných tlačiarenských techník po mechanickej stránke sú **Ručná tlač** kde sa používajú drevené formy, **Strojná tlač** pri ktorej sa využívajú tlačiarenské medené valce, **Filmová tlač** kde sa tlačí vzor na textilný materiál plochou alebo rotačnou šablónou, a ďalšie špeciálne druhy tlače ako sú **Trysková tlač**, **Tlač prenosm** a **Vložková tlač**, **Tlač valcom**, **Rotačný sito tlač**, **Bloková tlač**, **Odolná tlač**. [11][12]

2.2 Tlač reaktívnymi farbivami

V textilnej tlači sa používajú reaktívne farbivá na báze monochlortriazínu. Je to napríklad *Ostazinové H* reaktívne farbivo, ktoré sa používa pre farbenie za horúca. Reaktívne farbivo monochlortriazínového typu je charakterizované chlór, kde chlór je reaktívny atóm, ktorý je funkčný pri väzbe farbiva na celulóзовé vlákna. Okrem týchto systémov existuje celá rada rôznych reaktívnych systémov napríklad sa dá spomenúť difluorchlorpyrimid. Väčšia reaktivita fluóru umožňuje skrátenie procesu tlače. Nevhodné pre tlač sú farbivá, ktoré sú určené pre vytáhovací spôsob farbenia, ktoré majú veľkú reaktivitu. Sú to farbivá určené pre farbenie za studena a do tejto skupiny patria farbivá s názvom *Ostazin S*. Spôsobujú problémy pri praní po tlači a to zapúšťaním na biele nepotisknuté miesta. Reaktívny systém týchto farbív tvorí dichlortriazín. [11]

Medzi látky dôležité pre fixáciu farbiva v tlači sú alkálie. Reakcia farbiva s celulóзou môže prebiehať iba v alkalickom prostredí. Alkálie ionizuje hydroxylové skupiny celulóзы, aby potom mohli reagovať s reaktívnym farbivom. Z jedných najvýznamnejších alkálií je uhličitan sodný (Na_2CO_3) alebo bikarbonát sodný (NaHCO_3). Dávkovanie do tlačiarenskej pasty závisí podľa farbiva. Čím rýchlejšie reaguje farbivo s celulóзou, tým slabšie alkálie v menšom množstve je možné použiť. Ďalej je to močovina ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$), ktorá napomáha k lepšiemu rozpusteniu farbiva a spôsobuje bobtnanie celulóзовého vlákna pri napařovaní. Tým napomáha k difúzií farbiva do vlákna. Dávkovanie močoviny závisí na podmienkach fixácie. Čím suchšia je pára, tým viac močoviny musí tlačiarenská pasta obsahovať. Pri fixácii farbiva je dôležitou látkou Tiskan 90 (nitrobenzensulfon sodný). Je to slabé oxidačné činidlo, ktoré chráni reaktívne farbivo pred redukčným vplyvom pri fixačnom procese. [11]

Algináty sú najvhodnejšie zahusťovadla pre tlač s reaktívnymi farbivami. Škroby a ich deriváty sa nedajú použiť, pretože reagujú s farbivom. Ich použitie by spôsobovalo veľké straty výdatnosti farbiva a zhoršenú vyprateľnosť záhustky a tým vzniká horší omak farbeného materiálu. Alginát sodný tiež obsahuje hydroxylové skupiny, ale tie reagujú veľmi málo, pretože ionizované karboxylové skupiny na polymernom reťazci odpudzujú anionty farbiva. [11]

Fixácia farbiva na vlákne, jeho stupeň je dôležitý nie iba z ekonomického hľadiska, ale taktiež preto, že nefixované a hydrolyzované farbivo sa musí z potlačenej

textílie dôkladne vyprať. Hydrolyzované farbivo je na celulózu viazané iba vďaka svojej substantivite a je teda nutné ju z vlákna odstrániť, inak by znižovalo mokré stálosti vyfarbenia. Najrozšírenejším spôsobom fixácie reaktívnej tlače je fixácia napaťovaním nasýtenou parou pri teplote 100 °C po dobu 10 minút. Reaktívna tlač ide tiež fixovať horúcim vzduchom pri teplote 140 až 150 °C po dobu 5 minút. Nevýhodou je horšia vyprateľnosť záhustiek, ktoré po fixácii vytvoria tvrdý film a bobtnajú pri praní. Prací proces reaktívnej tlače je dôležitý z hľadiska odstránenia z potlačenej textílie použité záhustky, farbivo, ktoré nie je zafixované a ostatné chemikálie. Prvým krokom prania je pranie v studenej vode, ktoré odstráni alkálie, elektrolyty a väčšina záhustky. Druhým krokom prania je pranie za varu, ktoré z potlačenej textílie odstráni zhydrolyzované farbivo. [11][12]

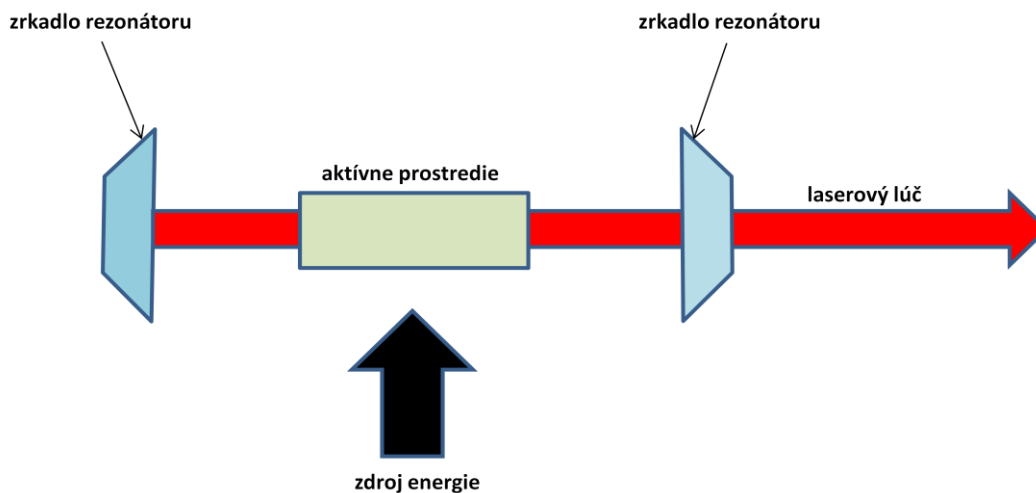
3 Laser

Vlastný názov laser je akronymom z anglického názvu light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, čo ide preložiť „zosilovanie svetla stimulovanou emisiou žiarenia. V experimentálnej časti tejto práce laser zohráva dôležitú úlohu. Pri lokálnom farbení textilných materiálov sa laserové zariadenie v odbornej literatúre nenachádza. V tejto diplomovej práci ide o využitie laserovej tepelnej energie pri lokálnom farbení textilného materiálu tak aby použité farbivá sa naviazali na vlákno daného materiálu.

Laser je zdroj monochromatického koherentného svetla, čo znamená, že má nulovú rozbiehavosť a jeho svetlo je tvorené iba jednou farbou. Toto svetlo vznikne umiestnením zosilňovača svetla do optického rezonátora naladeného na príslušnú vlnovú dĺžku. Laserové svetlo je najjasnejšie známe svetlo a je dokonca jasnejšie než slnečné svetlo. Toto koherentné svetlo obsahuje len úplne rovnaké vlnové dĺžky a navyše vlny sú časovo dokonalo zosúladené. V laseroch vzniká tenký zväzok lúčov a takou intenzitou, že je schopný prepáliť dieru v oceli a tak priamy a úzky, že sa môže presne nasmerovať na zrkadlo umiestnené na mesiaci čo znamená vo vzdialenosti 384 401 km. Je taký priamy a presný, že sa hodí na rozmanité merania oveľa väčšími než akékoľvek iné pravítko. Vo vnútri lasera je trubica obsahujúca zmes plynov ako je napr. hélium a neón, kvapalný alebo tuhý kryštál (rubín). Plynové lasery medzi ktoré

patrí argónový laser, vytvárajú zväzok lúčov s nízkou intenzitou, určený na jemné práce v lekárstve (miniaturne rezy, očná chirurgia, ožarovanie). [13]

Základné stavebné prvky lasera sú aktívne prostredie, optický rezonátor a zdroj energie (výbojka). Na obrázku číslo 4 môžeme vidieť schému usporiadania lasera a jeho základné stavebné prvky. Aktívne médium sú excitované atómy alebo molekuly, ktoré pri prechodu do rovnovážneho stavu vyžarujú fotóny. Optický rezonátor je zvyčajne sústava dvoch zrkadiel, medzi ktorými sa nachádza aktívne médium. Jedno zo zrkadiel je úplne reflexné a druhé má len čiastočnú polopropustnosť a tým umožňuje prechodu laserového žiarenia von z rezonátora. Zdroj energie je potrebný k dodávaniu energie elektrónom v aktívnom prostredí, aby sa mohli presúvať z nižšej energetickej hladiny na vyššiu energetickú hladinu. Zdrojom energie môže byť napríklad elektrický prúd, výbojka, chemická reakcia a iné. [13][14]



Obr. 4 Schéma usporiadania lasera

Do trubice vyúsťujú dve elektródy, ktoré vytvárajú elektrickú iskru. Tá dodáva atómom emitujúceho materiálu dodatočnú energiu aby sa zobudili a vyžiarili fotóny, ktoré vidíme voľným okom ako drobné záblesky svetla. Fotóny vyžiarené z materiálu lasera vyletujú všetkými smermi a zrážajú sa s ďalšími atómami, ktoré tiež vyžiaria fotóny. Za krátky čas vzniknú miliardy totožných fotónov, ktoré sa rýchlo pohybujú z jedného konca trubice na druhý koniec trubice. Na každom konci trubice je zrkadlo, ktoré odráža fotóny poletujúce hore a dole trubicou. Tieto fotóny lietajú z jedného konca na druhý trubice a uvoľňujú ďalšie a ďalšie fotóny. Jedno zrkadlo je konštruované tak, že časť fotónov prepúšťa aby sa za ním nahromadili. Keď je nahromadených dostatok fotónov za zrkadlom v tom okamihu laser vyžiari intenzívny

zvázok lúčov. Niektoré lasery vysielajú nepretržitý lúč svetla a výkonné pulzné lasery vystreľujú zvázok v pravidelných intervaloch. [13]

3.1 Vlastnosti laserového žiarenia

Laserové žiarenie je elektromagnetické žiarenie. Toto žiarenie vykazuje isté špecifické vlastnosti, ktoré žiadny iný svetelný zdroj neposkytuje. [14]

Laserový lúč, vyvolávaný stimulovanou emisiou je podstatne kratší

- Trvá 10^{-12} ; 10^{-9} s,
- má nepatrnú rozbiehavosť,
- je vysoko monofrekvenčný (tj. svetelný lúč je tvorený svetlom o takmer jedinej frekvencii),
- je koherentným vlnením (tj. predstavuje presnú sínusovú elektromagnetickú vlnu),
- prenáša elektromagnetickú energiu o vysokej priestorovej, časovej a spektrálnej hustote, pričom je táto energia sústredená v malej oblasti priestoru, krátkom časovom intervale a úzkej oblasti vlnových dĺžok (frekvencií) [15]

3.2 Klasifikácia laseru

Lasery môžu byť klasifikované podľa rôznych hľadísk

- aktívneho prostredia
- vlnových dĺžok optického žiarenia, ktoré vysielajú
- typu kvantových prechodov (energetických hladín)
- typu budenia
- časového režimu prevádzky laseru

Podľa typu aktívneho prostredia sa delí na

- pevnolátkové lasery
- polovodičové lasery

- plynové lasery
- kvapalinové lasery
- plazmatické lasery

Podľa spôsobu čerpania energie možno lasery rozdeliť

- opticky (výbojkou, iným laserom, slnečným svetlom a rádioaktívnym žiarením)
- elektrickým výbojom (zrážkami v elektrickom výboji, zväzkom nabitých častíc, vstrekaním elektrónov, interakciou elektromagnetického pola so zhlukmi nabitých častíc)
- chemicky (energiou chemickej väzby, fotochemickou disociáciou, výmenou energie medzi molekulami a atómami)
- termodynamicky (zahrievaním a ochladzovaním vzduchu alebo plynu)
- jadrovou energiou (reaktorom alebo jadrovým výbuchom)

Ďalej sa lasery rozdeľujú podľa použitia

- výskumné
- meracie
- lekárske
- technologické
- energetické
- vojenské [13][16]

3.2.1 Lasery podľa typu aktívneho prostredia

Pevnolátkové lasery môžu pracovať v rôznych režimoch a za rôznych prevádzkových podmienok, sú stabilné a majú malé nároky na údržbu. Ich aktívnym prostredím sú kryštalické alebo amorfné izolanty s prímiesou vhodných iontov, excitácie je obvykle optická. Ich žiarenie má vlnovú dĺžku v obore infračerveného a viditeľného svetla. Najznámejším predstaviteľom je laser rubínový, jeho aktívnym prostredím je kryštál syntetického rubínu. Práve z rubínové tyčinky sa Maimanovi podarilo získať prvý

laserový lúč červeného svetla. Najrozšírenejší je dnes laser neodymový, ktorý vyžaruje IR alebo zelené svetlo. [13][16][18]

Plynové lasery pracujú vo veľmi širokom rozsahu vlnových dĺžok v kontinuálnom alebo pulznom režime. Ich aktívne plynné prostredie môže byť tvorené atómami, iontami alebo molekulami. Ich excitácia je väčšinou pomocou elektrického výboja v zriedenom plyne. Optická excitácia sa používa len zriedka. Plynové lasery majú homogénne aktívne prostredie, ktoré zaisťuje ich výborné parametry. Nevýhodou týchto laserov je pomerne malý výkon. K najrozšírenejším typom patrí červene žiariace hélium – neónový laser, v priemyselnej medicíne sa používa najviac infračervený laser CO₂. Ďalej sú to Argonové lasery, ktoré majú zelenú alebo modrú farbu a využívajú sa na zábavných podujatiach ako svetelné efekty. Používajú sa aj v zdravotníctve a to predovšetkým v liečení očných chorôb a v zatvrdzovaní zubných plomb. Pomocou týchto laserov sa dajú vytvárať aj holografické obrazy. Zvláštnym typom plynových laserov sú lasery excimerové, ktoré sú výkonným zdrojom ultrafialového žiarenia. Aktívnym prostredím sú molekuly, vzniknuté spojením dvoch atómov rôznych vzácnych plynov (argon- krypton, krypton- fluor a pod.) pôsobením zväzku elektrónov. [13][16][18]

Kvapalné lasery sa objavili sa v roku 1963. Ich výhodou je, že môžu zaberat' neobmedzene veľký objem a sú dokonalo homogénne. Ich aktívnym prostredím sú roztoky rôznych organických farbív. Pomocou niekoľko druhov farbív a metód tzv. nelineárnej optiky je možné dosiahnuť prakticky všetkých vlnových dĺžok od 300 nm do 1500 nm. Preto sa kvapalinové lasery používajú napr. v spektroskopií. Ich nevýhodou je krátka životnosť aktívneho prostredia, ktoré sa teplom a svetlom rozkladá. [13][16][18]

Polovodičové lasery sú dnes najkompaktnejšie a najrozšírenejšie. Ich hlavnou výhodou je, že tieto lasery vyžarujú krátkovlnové svetlo a preto sú schopné zapísať viac informácií na CD formáty a vďaka tomu tlačia laserové tlačiarne presnejšie. V polovodičoch s priamym zakázaným pásom čo sú napríklad GaAs, Inp, leží v pásovom diagrame minimum energie vodivého pásu nad maximom energie valenčného pásu. Elektrón vybudovaný do vodivého pásu tak môže spadnúť do voľného miesta vo valenčnom páse a vyžiariť pri tom fotón. Tieto materiály sú účinnými zdrojmi svetla a vyrábajú sa z nich luminiscenčné diódy. Diódy majú veľmi malé rozmery čo je na jednej strane ich výhoda, na druhej strane je ich lúč rozbiehavejší než u iných typov

laserov. Účinnosť diód je vysoká (až 50 %), ich výkon sa dá jednoducho modulovať (meniť) zmenou elektrického prúdu. [13][16][18]

Podľa vysielania vlnových dĺžok

- infračervené lasery
- lasery v oblasti viditeľného pásma
- ultrafialové lasery
- rengenové lasery

Podľa energetických hladín zistených pri laserovom kvantovom prechodu

- molekulárne
- elektrónové
- jadrové

Podľa dĺžky generovaného impulzu- lasery

- s dlhými impulzmi
- s krátkymi impulzmi
- s veľmi krátkymi impulzmi (pikosekundové, femtosekundové)

Podľa typu budenia- lasery budené

- opticky
- elektrickým výbojom
- elektrónovým zväzkom
- tepelnými zmenami
- chemicky
- rekombináciou [18]

3.3 Aplikácia laseru a jeho využitie

Od spustenia prvého laseru sa hlavne v 60 rokoch 20. storočia začali objavovať ďalšie typy laseru, ktoré sa líšili aktívnym prostredím alebo konštrukčným usporiadaním. Vznikali taktiež lasery ďalšími s vlnovými dĺžkami v oblasti viditeľného žiarenia, infračerveného žiarenia, ultrafialového žiarenia a dokonca i rentgenového žiarenia. Každý z týchto laseru našiel uplatnenie v inej oblasti ľudskej činnosti. Každý jeden druh laseru sa hodí pre iný účel. [17]

Pri zváraní a vŕtaní je určujúca charakteristika výkon laseru a preto sa tu uplatňujú impulzné lasery. Zväčšenie výkonu nejde dosiahnuť zväčšením energie vyžarovanej laserom. Celková vyžiarená energia nemôže byť väčšia ako energia prijatá. Výkon laseru taktiež závisí na dĺžke laserového pulzu, čím bude pulz kratší, tým bude väčší výkon. Skrátenie dĺžky pulzu k niekoľkým nanosekundám. Takýmto pulzom hovoríme gigantické alebo obrie a získavame výkony na úrovni výkonu elektrárni. Laserový lúč sústredený na malú plochu absorbujúceho materiálu ho môžu v okamžiku roztaviť a zahriať na teplotu až miliónov stupňov celsia. Tohto sa využíva v technológií, medicíne (laserový skalpel) i vo vedeckom výskume. [17]

Pri prenose informácií sa naopak používajú lasery pracujúce v nepretržitom režime. Laserový lúč sa silne oslabuje atmosférou, preto je použiť lasery pracujúce v oblasti takzvaných atmosférických okien, pre ktoré je atmosféra priehľadná. Väčšina laseru pracuje na jednej určitej frekvencii, ktorú nie je možné meniť. Pokiaľ chceme používať viac frekvencií, použijeme lasery, ktoré sa dajú preladiť. [17]

Laserové koherentné svetlo otvorilo nové možnosti spôsobu priestorového zobrazovania a ukladanie informácií. Pokiaľ používame laser k prenosu energie je pre nás najdôležitejšia účinnosť premeny energie v laserový lúč. V tomto ohľade sú na tom najlepšie lasery polovodičové. Pre lasery pracujúce vo vesmíre je potreba nezávislý zdroj energie. Neexistuje univerzálny laser, ktorý by vyhovel všetkým podmienkam. Je množstvo laseru a každý je vhodný k určitému použitiu. Jednotlivé typy laserov sa postupom času zdokonaľovali a zlepšovali sa ich parametre. [17]

3.3.1 Využitie lasera v textilnom odvetví

Tvorba vzoru pomocou laserovým zariadením je druh obrábania textilných materiálov, pri ktorom sa na odber materiálu využíva pôsobenie vysoko- koncentrovaného zväzku fotónov, ktoré sú vyžarované z hlavice lasera. Je to spôsob spracovania tepelnou energiou. Pri laseroch sa vysoko- koncentrovaná svetelná energia, ktorá je sústredená na malú plochu obrobku, mení na tepelnú. Najčastejšie sa táto energia používa na rezanie a pri zhotovovaní presných otvorov. Zdrojom žiarenia sú generátory svetla (lasery), ktoré využívajú vlastnosti niektorých materiálov a tým zosilňujú a usmerňujú svetlo, ktorým boli ožiarené. Dosahuje sa toho ožiarením vhodného aktívneho prostredia, žiarením vybranej vlnovej dĺžky alebo bombardovaním elektrónmi. V predošlých kapitolách už bolo spomenuté, že lasery sa rozdeľujú na lasery plynové, ktoré obsahujú zmes hélia a neónu, kryštálové lasery najčastejšie s rubínovým kryštálom a polovodivé. Vyžarovanie lasera prebieha prerušovane v impulzoch a na malé výkony sa stávajú lasery pracujúce kontinuálne. [19]

Najčastejším typom lasera pre obrábanie textilného materiálu je laser rubínový. Proces obrábania na tomto type lasera môže prebiehať na otvorenom priestranstve a na voľnom vzduchu. Svetelné lúče vyžiarené lúčom sa pomocou optickej sústavy sústredia na veľmi malú plochu (1000 mm²). Pri dopade tohto žiarenia na nepriehľadný materiál nastáva premena svetelnej energie na energiu tepelnú. Na tejto ploche je sústredená veľká energia (výkon niekoľko megawattov), ktorá vytvorí vysokú miestnu teplotu až okolo 10000 °C. Vytvorená vysoká teplota spôsobí miestne roztavenie materiálu a v niektorých prípadoch materiálové vyparenie. Pri tejto tepelnej energii je možnosť za zlomok sekundy prevrátať na volfrámovom plechu, ktorý má hrúbku 2,5 mm dieru o priemere niekoľko mikrometrov. [19]

Vytváranie vzoru laserom patrí do oblasti jemného a veľmi pestrého obrábania textilného materiálu. Laser má schopnosť obrábať ťažko spracovateľské materiály a je schopný vytvárať jemné krivky, čiary až miniatúrne diery (na obrázku číslo 5 Vzor laserom- línie a na obrázku číslo 6 laserové vzory- geometrické tvary). Moderné schopný vytvárať jemné krivky, čiary až miniatúrne diery Moderné stroje používané nie len v textilnom odvetví sú spravidla vybavené krížovým stolom pre obrobky

a stacionárnym laserovým kanónom. Tieto stroje používajú číslicové riadenie pre polohovacie pohyby obrobkov. [19]



Obr. 5 Tvorba vzoru laserom- línie



Obr. 6 Tvorba vzoru laserom- geometrické tvary

Odfarbovanie denimu laserovým zariadením

Táto práca sa zaoberá procesom odstránenia indigového farbiva z džínsovej textílie s využitím laserového zariadenia. Použitie lúča z laserového zariadenia Nd: YAG (1064 nm a 532 nm) a CO₂ (10,6 μm). [20]

Cieľom tejto práce je určenie zmeny spektra denimovej difúznej odrazivosti po ožiarení laserom s rôznou vlnovou dĺžkou a rôznym výkonom. Nájdenie alternatívnej technológie v oblasti odfarbovania denimu namiesto konvenčného spôsobu z dôvodu znečistenia vôd vo veľkom množstve. [20]

Samotný proces je založený na technológií laserového ožarovania textilného materiálu. Dvojica vysokorýchlostných počítačových zrkadiel posúva laserový lúč na denimový materiál. Interakcia laserového lúča s farebným materiálom spôsobuje vyblednutie v ožiarenej oblasti textílie. Zvyšné farbivá sa vylučujú plazmou indukovanou abláciou z povrchu materiálu. Výsledkom je rovnomerné vyblednutie textílie. Proces má tri kroky, ktoré sú nasledovné. Prvým krokom je počítačová generácia mapy oblasti, ktorá bude ožiarená rôznymi úrovňami funkcie požadovanej úrovne. Druhým krokom je kontrola nad laserovým systémom, skenovací systém a dopravný systém. Tretím krokom, ktorý je kľúčový je laserový proces vyblednutia.

Počítač riadi parametre laserového lúča a prispôsobuje zmeny, ktoré sa objavujú počas výrobného procesu. Rôzne úrovne odstránenia farbiva s malým alebo žiadnym poškodením denimového materiálu sa dosiahne použitím rozdielnych laserových parametrov. [20]

Výhody laserovej technológie oproti bežnému spracovaniu je zníženie znečistenia životného prostredia, znížením chemických činiteľov a spotreba vody. Tento proces môže byť aplikovaný na časti odevu alebo hotového odevu. Aplikácia tohto spôsobu na odevy sú špeciálne logá alebo znaky v džínsovej výrobe. [20]

Laserové oddeľovanie (rezanie) textílií

Laserové oddeľovanie textílií je technologicky podobné ako laserové spájanie. Pri oddeľovaní textílií je potreba, aby rez bol prevedený tak, aby sa delená časť textílie jednoducho oddelila od zostávajúcej. Pri tejto operácii nie je potreba príliš dbať na súdržnosť textílie a laserom je možné previesť veľmi rýchlo a kontinuálne rezy k oddeľovaní textílií. V tomto smere je používanie laserov už dosť rozšírené. Dôležitým problémom pri oddeľovaní textílií laserovou technológiou zvlášť v kožiarskom a odevnom priemysle je súčasné oddeľovanie textílií a úsní vo vrstvách. Pri laserovom oddeľovaní textílií pri väčšom množstve termoplastických vlákien v textílií, hrozí nebezpečenstvo termoplastické spojenie vrstiev. Je potreba zaistiť také technologické opatrenia, aby boli splnené podmienky, kedy nedôjde k prepojeniu jednotlivých vrstiev. T je možné dosiahnuť preložením vrstiev vrstvami papiera, prípadne viskózových rounových textílií, využívaných ako výstuž v odevníctve. Aby nedošlo k vytvoreniu k príliš rozmerových guľových útvarov alebo splynutie textílie vo väčšie celky, je možné uskutočniť miestnym ochladzovaním rezu. Technológiu optimálneho oddeľovania je vždy potreba pre danú textíliu vyskúšať. [21]

Laserové šitie

Laserové šitie je založené na spojení plastomerových materiálov a nie je doposiaľ priemyslovo rozšírené. Je to spôsobené tým, že u laserového šitia sú vysoké nároky na kvalitu spojov. Pri namáhaní spojov dochádza k ich deštrukcii a spoj sa veľmi ťažko napravnúje. Preto je ešte potreba previesť na tomto poly základný výskum mechanizmu spájania vlákien a rozrušovanie spojov. Jedným z výskumov štúdia mechanizmu

spojenia a rozrušenia spojov bolo použité laserové zariadenie CO₂ pulzné o výkone 10 W s prerušovačom k nastaveniu doby ožiarenia. Dve polypropylenové vlákna o priemere 0,32 mm boli ožiarené fokusovaným laserovaným zariadením o vlnovej dĺžke 10,6 μm s priemerom stopy 0,1 mm. Vlákna boli cez seba vzájomne napnuté tak, že na sebe vzájomne pôsobí prítlakom. Presné nastavenie takýchto podmienok nie je jednoduché hlavne podmienky pri nastavení tlaku. [21]

Podobné pokusy boli prevedené v práci kde bolo použité pulzné rubínové laserové zariadenie s ms pulzy. Rovnako i v tomto prípade došlo k spojeniu vlákien, ktoré boli umiestnené v oleji a stlačované hydrostatickým tlakom. [21]

Farbenie pomocou laserového zariadenia

Jedna z technologických postupov s použitím lasera pri farbení sa zameriava na farbenia a vplyvu laserového ožiarenia CO₂ na rôzne polyesterové materiály. Celý výskum je zameraný na vlastnosti polyesterovej tkaniny špeciálnym farbením s využitím CO₂ laserom. Boli použité tri disperzné farbivá červenej, žltej a modrej farby. Ožarovanie laserom sa uskutočnilo pred farbením textílie. Boli vypočítané hodnoty farebných rozdielov. Morfológia ožarovaných povrchov textilného materiálu boli skenované elektrónovou mikroskopiou. Skúmali sa ďalšie vlastnosti ako stálosť farbív, tuhosť v ohybe, zmáčavosť a veľkosť pórov tkaniny. Výsledky ukázali, že laserové ožiarenie mala rastúci vplyv na hodnotu rozdielu farieb. Medzi tri laserové parametre skúmané v tejto práci, bolo výsledkom, že výkon lasera má najsilnejší účinok. Bez výraznej farebnej stálosti bolo pozorované zlepšenie s nízkou laserovou intenzitou. S vysokou intenzitou laserového ožiarenia sa zvýšilo stálosť zafarbenia a trenie. Vlastnosti ako je zmáčavosť a tuhosť v ohybe boli negatívne čo bolo ovplyvnené zvýšením intenzity lasera. [23]

Popis laserového zariadenia CO₂ pulzného

Laser CO₂ pulzný je druh lasera, ktorý bol použitý v tejto práci pri lokalizovanom farbení textilného materiálu. Tento typ lasera bol navrhnutý v systéme kde laserový lúč bol vedený na zvolenom povrchu textílie pri vybranej vlnovej dĺžke a intenzite. Zdroj laserového lúča pri tomto type lasera je riadený počítačom a používa sa k zmene povrchu farebných textilných materiálov. [24][25]

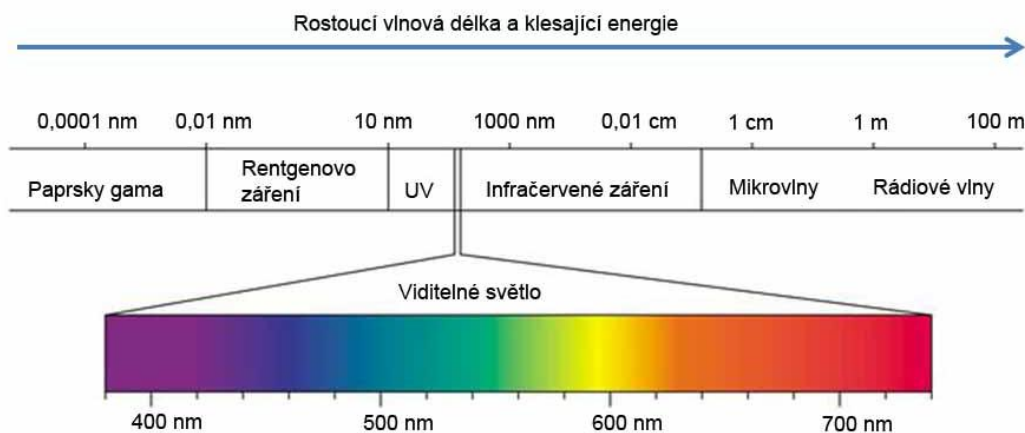
Lasery CO₂ pulzné patria do skupiny infračervených laserov a sú výhodné v textilnom odvetví vzhľadom na ich veľkosti laserových lúčov, ich vysokej účinnosti, jednoduchú obsluhu, majú nízke náklady a taktiež využívajú non- toxických plynov. Napriek tomu boli čo najmenej používané na povrchovú úpravu polymérov ako ostatné lasery a to pre tepelným škodlivým účinkom spôsobené infračerveným žiarením. Tento nedostatok bol však prekonaný typom lasera CO₂ pulzného. Je považovaný za bezkontaktný a šetrný k životnému prostrediu a používa sa pri liečebnej technike pre modifikáciu povrchu polymérov. Morfológické modifikácie môžu mať za následok zmeny na fyzikálnych a chemických vlastnostiach textilných materiálov ako je napr. absorpcia vody a samotné farbenie textilného materiálu. [24][25]

Vývoj nových konštrukcií pomocou počítača a prevodu návrhov, ktoré sú získané pre textilné povrchy nielen zvyšujú a uľahčujú výrobu vo viacerých praktických spôsoboch, ale taktiež napomáha k tvorbe identických návrhov. To znamená, že sériová výroba textilných výrobkov je v štandardnej požadovanej kvalite a má zvýšenú pridanú hodnotu. Vytváranie textilných vzorov pomocou lasera tiež prispieva k hodnote hotového výrobku a má vplyv na jeho predajnosť. Pokiaľ ide o spotrebiteľov sú z malej časti znepokojení koly nežiaducim deformáciami v štruktúre textilného materiálu na rozdiel od iných spracovateľských metód. [24][25]

4 Vnímanie farebnosti

Oko rozlišuje charakter a smer dopadajúcich svetelných lúčov a vzniká tak vnem o tvaru pozorovaných predmetov. Vníma kontrast, farby a tvar, z ktorých sa v mozgu tvorí vnem pozorovaného okolia. Farba ja teda vnem charakteristiky predmetu, ktorý je ovplyvnení množstvom faktorov. Ktorými sú fyzikálna povaha svetla, fyziologické deje

videnia, kde sú činné tyčinky aj čípky. Je vnímaná zmena farebnosti oproti fotopickému videniu, citlivejšia modrá časť spektra. [27]



Obr. 8 Vlnové délky viditeľného farebného spektra a ďalších elektromagnetických žiarení[27]

5 Cieľ práce

V textilnom priemysle sa používajú rôzne technológie farbenia a potlačovania textilných materiálov z dôvodu dodať im farbu určitých vlastností, ale aj z hľadiska tovarového predaja. Technológia tlače je miestne farbenie textilných výrobkov a využíva rôzne pomôcky pri potlačovaní textílie. Jedna z pomôcok sú tlačiarske šablóny, ktoré sú náročné na výrobu z hľadiska časového ale aj z ekologického a ekonomického. Táto technológia sito tlače nie je výhodná pre malé série výroby a používa sa pri veľkovýrobe textílií s finančného hľadiska výroby šablón.

Cieľom práce je posúdenie či laserové zariadenie sa dá použiť pri farbení textílií a tým dosiahnutie adekvátnych výsledkov v experimentálnej časti tejto práce. Na základe výsledkov experimentálnej časti sa posúdi či ide technológiu sito tlače nahradiť touto technológiou farbenia textílií s použitím lasera pri farbení malých sérií výroby textílií.

6 Experimentálna časť

Experimentálna časť práce sa skladá so sledu návrhov a prevedenia jednotlivých skúšok lokálneho farbenia textilného materiálu s použitím laseru. Samotné prevedenie tohto spôsobu farbenia textilného materiálu závisí na nájdení vhodných aplikačných postupov pri jednotlivých postupoch každej jednej prevedenej operácie. Hlavnou úlohou zohráva výber textilného materiálu, použité farbivá, pomôcky a pomocné prostriedky bez, ktorých by sa farbiaci proces nezaobišiel. Návrhy prevedenia experimentov sa rozdeľujú na dve časti a to z dôvodu použitého materiálu a použitých farbív. Jedným z použitých materiálov je bavlnený materiál. Na prevedenie operácie farbenia bavlneného materiálu sú použité reaktívne farbivá. Druhým použitým materiálom je polyesterový materiál. Na farbenie polyesterového materiálu sú použité disperzné farbivá.

6.1 Návrhy postupov v experimente

Farbenie bavlneného materiálu reaktívnymi farbivami s použitím lasera: 1. Reaktívne farbivo, plošne nanosené z roztoku na bavlnený materiál, ktorý je následne ožiarený laserom. Na ožiarených miestach dôjde k depozícii farbiva. Ožiarenie bavlneného materiálu laserom sa prevádza v suchom stave materiálu, to znamená, že textilný materiál pred samotným ožiarением lasera je zasušený. Ožiarenie bavlneného materiálu laserom sa prevádza v mokrom stave materiálu, to znamená, že textilný materiál nie je zasušený pred samotným ožiarением lasera. 2. Reaktívne farbivo, plošne nanosené z roztoku na bavlnený materiál, ktorý je následne ožiarený laserom cez čadičový materiál. Ožiarení materiál laserom je v mokrom stave, nezasušený. **Farbenie polyesterového materiálu disperznými farbivami s použitím lasera:** 1. Disperzné farbivo nanosené z vodnej disperzie na textilný materiál, ktorý je následne zasušený a ožiarený laserom. Na ožiarených miestach dôjde k depozícii farbiva. 2. Disperzné farbivo v pevnom stave nanosené plošne na polyesterový materiál, následne ožiarené laserom. 3. Disperzné farbivo rozpustené v acetóne nanosené z roztoku plošne na polyesterový materiál, ktorý je následne ožiarení laserom. 4. Disperzné farbivo rozpustené v acetóne nanosené z roztoku plošne na filtračný papier. Filtračný papier spolu s textilným materiálom, ktorý sa nachádza pod filtračným papierom je následne

ožiarený laserom. Farbivo bude na ožiarených miestach sublimovať a prejde na textíliu.

5. *Disperzné farbivo nanesené z vodnej disperzie plošne na filtračný papier. Filtračný papier spolu s textilným materiálom je následne ožiarený laserom. Textilný materiál pri ožiarení laserom sa nachádza pod filtračným papierom. Farbivo bude na ožiarených miestach sublimovať a prejde na textíliu.*

6.1.1 Charakteristika použitého materiálu, príprava vzorku

- Materiál: **bavlnené plátno**
- Plošná hmotnosť: 145,7 g/m²
- Väzba: plátňová
- Dostava osnovy: 24 nití / 1 cm
- Dostava útku: 20 nití / 1 cm
- Hrúbka: 0,33 mm
- Veľkosť vzorku: 10x10 cm

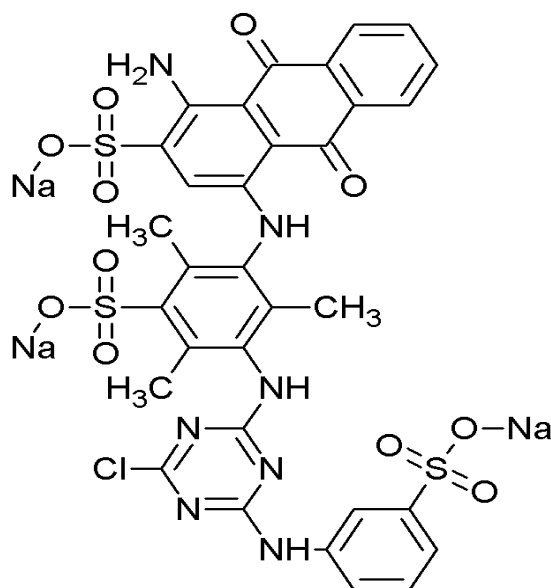
- Materiál: **polyesterové plátno**
- Plošná hmotnosť: 188,4 g/m²
- Väzba: plátňová
- Dostava osnovy: 27 nití / 1 cm
- Dostava útku: 18 nití / 1 cm
- Hrúbka: 0,44 mm
- Veľkosť vzorku 10x10 cm

6.2 Použité farbivá v experimente

Ostazinová modrá H 3-R (C.I Reactive Blue 49)

- Použitie: pri textilnej tlači a farbenie celulóзовých materiálov
- K reakcií medzi celulóзовým vláknom a farbivom dochádza za prítomnosti alkálií a spoluúčasti tepla
- Výrobca: PENTA

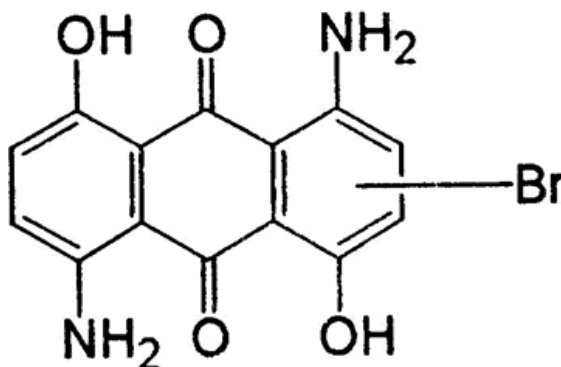
- Chemický vzorec je na obrázku číslo 9 pod názvom chemický vzorec Ostazinovej modrej H3- R [3]



Obr. 9 Chemický vzorec Ostazinovej modrej H3- R

Ostacetová modrá E- LR (C.I Disperse Blue 56)

- Dostupné v jemnej práškovej forme, ktoré sú jednoducho dispergovateľná vo vode
- Jemná forma umožňuje jednoduchú a rýchlu prípravu základnej disperzie
- Tekuté farbivá sú vhodné pre farbenie veľmi stálych odtieňov (dispergujú sa bezprostredne pred farbiacim procesom)
- Výrobca: PENTA
- Chemický vzorec ja na obrázku číslo 10 pod názvom chemický vzorec Ostacetovej modrej E- LR [8]



Obr. 10 Chemický vzorec Ostacetovej modrej E- LR

6.3 Použití pomocné přípravky v experimente

Altaran

- kvapalina žltohnedej farby
- rýchlo zmáčací prípravok
- všeobecné využitie
- vodný roztok sodnej soli esteru kyseliny sulfojantarovej
- výborne zmáča všetky druhy materiálu
- rýchlo a dokonale zmáča pevné povrchy
- zmáčanie pri vyššej teplote
- znižuje povrchové napätie vody
- silne pení [28]

Močovina

- Chemický vzorec $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- Organická zlúčenina uhlíku, dusíku, kyslíku a vodíku
- Vzhľad: bezfarebné kryštály alebo biely prášok
- Molekulová hmotnosť: 60,06 g
- Bod tavenia: 133 až 135 °C
- Miešateľnosť/ rozpustnosť: dobre rozpustná vo vode
- Výrobca: Lach:ner
- Použitie: analytické činidlo na stanovenie sacharidov, reverzibilné denaturačné činidlo pre bielkoviny, farmaceutická výroba, v textilnom priemysle pri farbení textílií pri technológií tlače [29]

Uhličitan sodný

- Chemický vzorec: Na_2CO_3 ,
- Je to anorganická zlúčenina
- Vzhľad: bezfarebné kryštály alebo biely prášok
- Molekulová hmotnosť: 286,14 g
- Bod tavenia: 33 °C
- Miešateľnosť/ rozpustnosť: dobre rozpustný vo vode

- Výrobca: Lach:ner
- Použitie: analytické činidlo, potravinársky priemysel, pri farbení bavlneného materiálu [29]

Hydroxid sodný

- Chemický vzorec: NaOH
- Je to silne zásaditá anorganická zlúčenina
- Vzhľad: biela kryštalická tvrdá hmota v rôznych tvaroch, hygroskopická
- Molekulová hmotnosť: 40 g
- Bod tavenia: 320 °C
- Bod varu: 1390 °C
- Miešateľnosť/ rozpustnosť: jednoducho rozpustný vo vode a liehu
- Výrobca: Lach:ner
- Použitie: analytické činidlo, neutralizácia kyselín, úprava pH, farmaceutická výroba [29]

Dithioničitan sodný

- Chemický vzorec: Na₂S₂O₄
- Je to anorganická chemická zlúčenina
- Vzhľad: bielo- šedý prášok
- Použitie: pri bielení bielizne [30]

Syntapon ABA

- anionaktívna tenzidová zmes
- Použitie: univerzálny základ pre výrobu čistiacich a pracích prostriedkov, odmasťovače pevných povrchov a pasty na čistenie rúk, pracie prostriedky pre priemyslové a komunálne pranie [31]

6.4 Použité strojné zariadenie v experimente

Fulár (MATHIS)

- Stroj k nanášaniu tekutých prípravkov na textílie (klocovací postup), znázornený na obrázku číslo 11 pod názvom Fulár Mathis,
- textília prebieha strojom v plnej šírke, bez lomov a záhybov, prebytočná tekutina sa odmačkáva medzi valcami, na ktorý pôsobí veľký tlak,
- používa sa hlavne pri kontinuálnom farbení a je súčasťou výrobných liniek,
- kombinuje sa napríklad s džigrom,
- používa sa taktiež k apretovaniu (matovanie, flačovanie)



Obr. 11 Fulár MATHIS

Sušička (MATHIS labdryer)

- Je to horko vzdušná rúra a používa sa na sušenie, vytvrdzovanie a pečenie náterov farieb, lakov a podobných povrchových náterov, ktorá je na obrázku číslo 12 s názvom sušička MATHIS labdryer,
- táto kombinovaná jednotka s náterovým zariadením a sušiarňou je vhodná na množstvo laboratórnych testov (šetrí oveľa drahšie a komplexnejšie experimenty s výrobnými systémami)
- infračervený žiarenie na bezkontaktné meranie povrchovej teploty vzorkov materiálu,
- odťahový ventilátor 30 m³ / h max,
- automatický poklop, držiak na rám sita, naklonený, s vodným korytom, Smartview na zaznamenávanie údajov,

- rozsah teplôt do 400 °C / 450 °C,
- doba zotrvania 5 s až 999 min,
- cirkulácia vzduchu je nekonečne premenlivá, má automatické podávanie
- veľkosti vzoriek 300 x 380 mm max.
- rozmery Š x V x H ~ 935 x 1070 x 1020 mm
- Hmotnosť ~ 400 kg



Obr. 12 Sušička MATHIS labdryer

Spektrofotometer

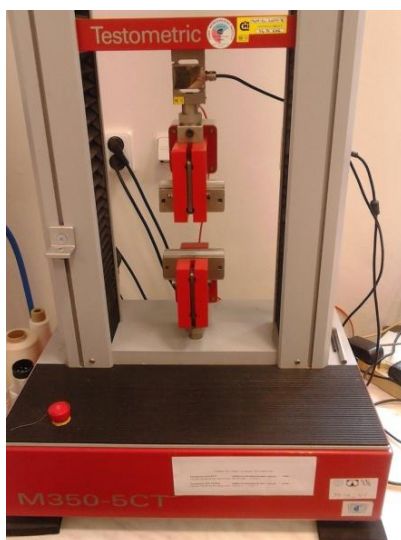
- Je prístroj na meranie intenzity svetla v závislosti na vlnovej dĺžke
- spektrofotometria je analýza založená na meranie absorpcie vyžarovanej vlnovej dĺžky, ktorá sa pohybuje od 360 nm do 700 nm,
- spektrálna analýza v oblasti elektrónových spektier, pretože pri absorpcii žiarenia skúmanej látky sa elektróny v molekule prerozdeľujú (prechádzajú z jednej energetickej hladiny na druhú) čiže sa mení ich energia,
- tieto elektrónové spektrá do určitej miery ovplyvňujú vibračné a rotačné zmeny molekúl. Absorpciou žiarenia sa mení energia valenčných elektrónov (E_e), vibračná energia (E_v) a rotačná energia (E_r) [32][33]
- pri analýze farebnosti materiálových vzorčiek bol použitý koloristický prístroj Spektrofotometer Datacolor International S. No 3S14, jeden z prístrojov na meranie intenzity, ktorý som použila v experimentálnej časti je na obrázku číslo 13 pod názvom Spektrofotometer- prístroj na meranie farebnosti.



Obr. 13 Spektrofotometer- prístroj na meranie farebnosti[32]

Testometric M350- 5

- Analýza pevnosti v ťahu a ťažnosti farbených vzorčiekov materiálu s použitím lasera sa previedla na strojnom zariadení TESTOMETRIC M350- 5 CT, ktorý môžeme vidieť na obrázku číslo 14 strojné zariadenie TESTOMETRIC M350- 5
- prevedenie (podľa normy ČSN ISO 13934-1 80 0812, ČSN 80 6130) a stanovení šírky vzorku 2 cm, dĺžka vzorku 20 cm
- rýchlosť trhania 50 mm za 1 minútu
- ukončenie sily pri 90 %
- druh prevedenej analýzy sa meria v smere osnovy



Obr. 14 Strojné zariadenie TESTOMETRIC M350- 5 CT

Prístroj VEGA- rastrovací elektrónový mikroskop

- presný názov prístroja je VEGA TS 5130, ktorý sa nachádza v priestoroch KMI na TUL v Liberci,
- prístroj VEGA je plne počítačom riadený rastrovací elektrónový mikroskop
- je určený k pozorovaniu povrchu pri veľkom zväčšení a veľkou hĺbkou ostrosti
- záznam a archivovanie zväčšených obrazov v štandardnom obrazovom formáte na počítačovom záznamovom médiu,
- obrazy potom môžu byť vytlačené alebo predané k ďalšiemu počítačovému spracovaniu a vyhodnocovaniu obrazov,
- tento mikroskop môže byť vybavený prostriedkami pre analýzu obrazov a DTP, zariadenými pre analýzu materiálu skúmaných vzorčiekov na základe interakcie povrchu vzorčeku s elektrónovým lúčom,
- skladá sa zo štyroch základných častí,
- *fyzikálna* časť mikroskopie, kde vzniká obraz povrchu vzorku a ďalšie užitočné signály (formovaný fokusovaným elektrónovým zväzkom, ktorý potom dopadá na povrch skúmaného vzorčeku, vzorček je umiestnený v komore mikroskopu, kde môže byť polohovaný pomocou manipulátorov,
- fyzikálna časť mikroskopu obsahuje bloky (Tubus, komora s manipulátorom a detektory a vakuovaný systém),
- zobrazuje skúmaný objekt pomocou tenkej elektrónovej sondy, ktorú formuje a rozmieta tubus mikroskopu,
- väčšina zobrazovacích vlastností mikroskopu závisí na parametroch tejto elektrónovej sondy (veľkosti elektrónovej stopy, aperturným uhlom a prúdom v sonde),
- veľkosť stopy určuje rozlíšenie mikroskopu a tým i maximálny zväčšenie použiteľné pri zachovaní ostrosti obrazu,
- elektrónová sonda má tvar kužeľa a jeho vrcholový uhol je daný aperturným uhlom (čím väčší je aperturný uhol, tým širší je kužeľ a tým menší je hĺbka ostrosti a tým viac sa prejavujú vady objektívu),
- prúd v sonde je určený počtom elektrónov, ktoré v danom čase prechádzajú sondou,
- veľkosť prúdu v sonde sa zväčšuje a aperturným uhlom a i s veľkosťou stopy,

- šum v obraze je u elektrónového mikroskopu závislý na počte elektrónov, ktorý je použitý pre získavanie informácie z každého obrazového elementu,
- pri menšom prúde sondou je potreba použiť dlhšie doby pre snímanie obrazov a naopak [33]

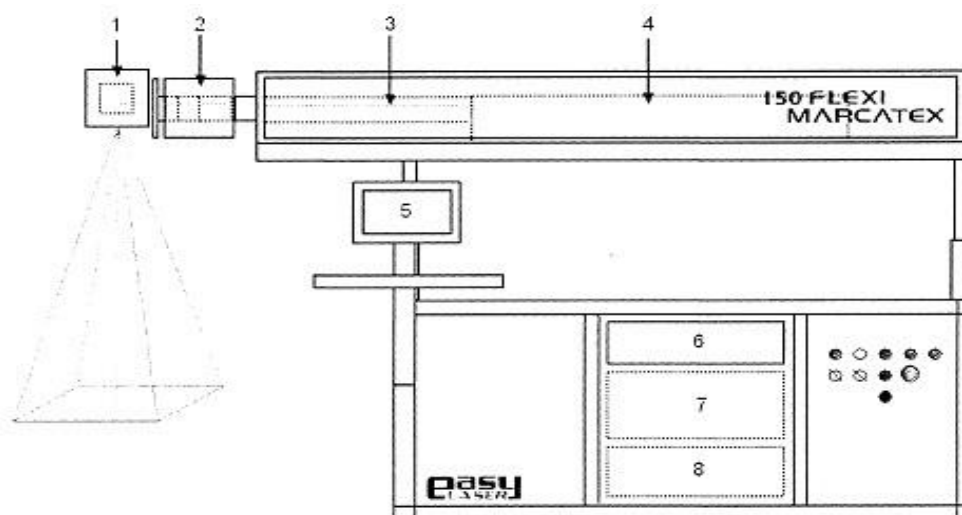
6.5 Popis a nastavenie laserové zariadenia

Experimenty boli prevedené na laserovom zariadení Marcatex 150 Flexi (Španielsko, obrázok číslo 15). Je to pulzný CO₂ laser emitujúci laserový lúč v infračervenej oblasti o vlnovej dĺžke 10,6 μm.



Obr. 15 Laserové zariadenie Marcatex 150 Flexi

Schématicky ide použité laserové zariadenie znázorniť takto (obrázok číslo 16): laserový optický rezonátor (4) generuje laserové žiarenie. Pre získanie laserového lúča s optimálnymi parametrami z hľadiska optiky je súčasťou laserového zariadenia optická elektronika (3). Všetky optické prvky laserového zariadenia sú umiestnené vo vnútri optickej skrine (2). Značiaca hlava (1) moduluje laserový lúč, aby bolo dosiahnuté otláčku obrazu pomocou pripraveného návrhu. Celkovou kontrolou značenia prevádza počítačová jednotka (5), ktorá je vybavená monitorom, klávesnicou a myšou, spolu s centrálnym modulom počítačového systému (6). V strednej časti skrine ovládania je zdroj difúzneho chladenia (7), zdroj radiofrekvenčného napätia (8). [34]



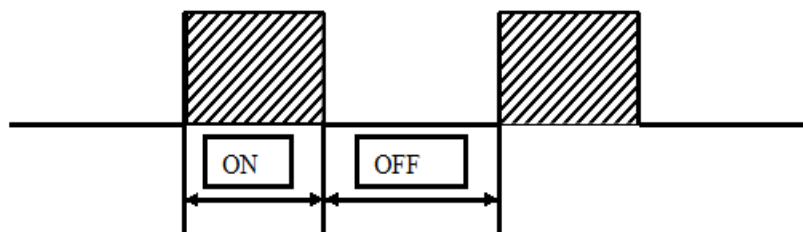
Obr. 16 Schématické znázornenie infračerveného pulzného CO₂ lasera Marcatex 150 Flexi [34]

Zaostrovací čočka je prvkom, ktorý určuje pracovné pole stroja. Je možné ju jednoducho vymeniť za inú, pretože nie je uchytená napevno. Standartná čočka v zariadení Marcatex 150 Flexi umožňuje značenie úseku 80 x 80 cm. Ohnisková vzdialenosť je 1000 mm a priemer zväzku lúča je 0,8 mm.

Prehľad nastaviteľných parametrov pri ožarovaní vzorku laserovým zväzkom

Priemerný výkon	100 W
Pracovný cyklus	30-50 %
Doba pôsobenia laserového zväzku v jednom bode	30-800 μs
Priemer zväzku	0,8 mm

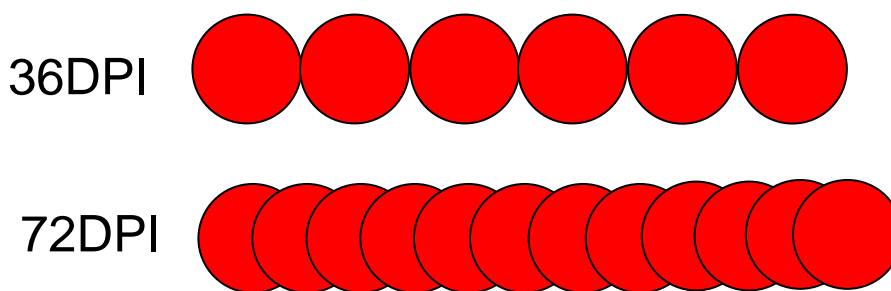
Nastaviteľné parametre laserového lúča sú: pracovný cyklus [%], frekvencia [Hz] alebo doba trvania laserového pulzu [μs]. Zariadenie Marcatex 150 Flexi pracuje v pulznom režime. Pracovný cyklus (obrázok číslo 17) predstavuje výkon lasera v percentách a je daný pomerom zapnutia (doba trvania pulzu) a vypnutia lasera. Jeho maximálna hodnota je 50 %. Úpravou tohto parametru sa mení hodnota vypnutia lasera, čo znamená, že povrch materiálu bude ožiarený nižšou hustotou výkonu laserového zväzku. Doba pôsobenia laserového zväzku v jednom bode predstavuje jeden laserový pulz v mikrosekundách.



Obr. 17 Pracovný cyklus

Rozlíšenie, jednotka DPI (obrázok číslo18), je skratkou anglického Dot per Inch, čo znamená počet bodov na jednotku anglického palca (1"= 2,54 cm). Pretože sa jedná o rozlíšenie obrazu, ide o rozlíšenie v ploche, a teda dvojrozmernou veličinou. Prvá hodnota určuje hustotu bodov v riadku a druhá hustou bodov v stĺpci. Čím vyššia bude hodnota DPI, tým viac bodov prípadne na štvorcoví palca tým viac sa budú navzájom prekrývať.

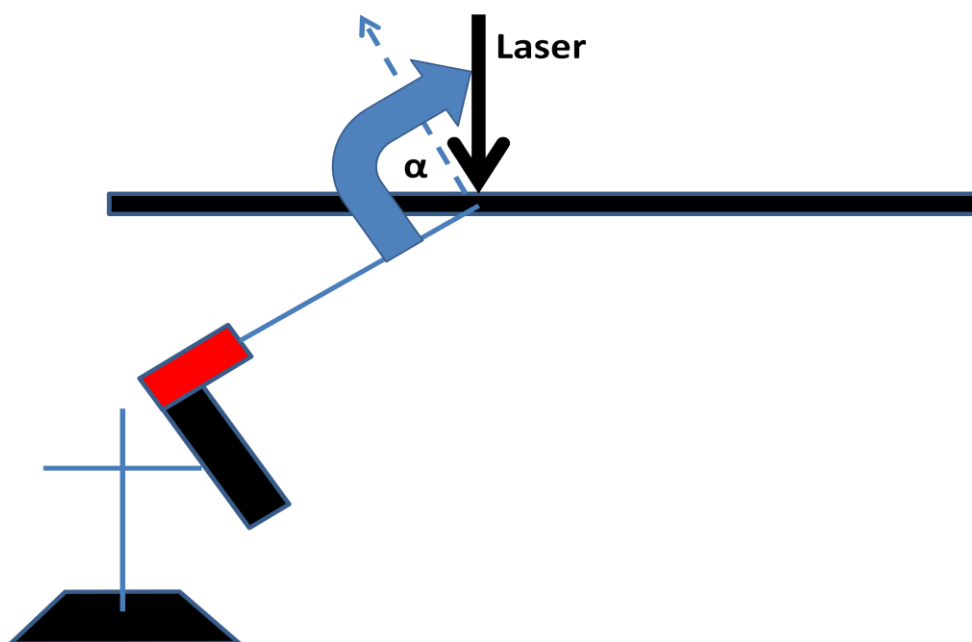
$$\text{Počet obrazových bodov} = \text{rozlíšenie [DPI]} / (2,54 / \text{dĺžka [cm]})$$



Obr. 18 Príklady rozmiestnenia obrazových bodov pre rozlíšenie 36 a 72 DPI

6.6 Meranie teploty rubovej strany vzorku

Bezkontaktný digitálny infračervený teplomer GIM 3590 (Greisinger electronic GmbH, Nemecko) bol napojený na počítač a po dobu ožarovania infračerveným pulzným laserovým zväzkom snímal teplotu rubovej strany bavlnených vzorčiekov. Teplomer bol umiestnený pod doskou pracovného stolu a nastavený pre snímanie plochy ožarovaneého vzorku pod uhlo cca 150° (obrázok číslo 19 pod názvom meranie teploty rubovej strany vzorku pri ožiarení infračerveným laserovým zväzkom). Veľkosť ožarovanej plochy bolo 4,3 cm x 13,3 cm. Zaznamenané dáta boli ukladané do dátového súboru a z nich boli vypracované grafy zaznamenávajúce priebeh teploty v závislosti na čase. Bola meraná teplota rubovej strany bavlneného a polyesterového vzorku textílie pri ožiarení infračerveným pulzným laserovým zväzkom pomocou bezkontaktného teplomeru v intervale 20 ms.



Obr. 19 Meranie teploty rubovej strany vzorku pri ožarovaní infračerveným laserovým zväzkom

ÚVODNÉ EXPERIMENTY

6.7 Postup lokálneho farbenie bavlneného materiálu pomocou laseru s použitím reaktívneho farbiva

1. Reaktívne farbivo plošne nanosené z roztoku na bavlnený materiál, ktorý je následne zasušený. Zasušený materiál je ožiarený laserom. Na ožiarených miestach dôjde k depozícii farbiva.

Postup realizácie:

Príprava materiálu: bavlnený materiál, veľkosti 10 x 10 cm.

Príprava roztoku: *1 g reaktívneho farbiva s názvom Ostazinová modrá H- 3R, 1 g Spolionu 8, 5 g močoviny, 2 g uhličitanu sodného (Na_2CO_3) na 100 ml vody.*

Pred nánosom roztoku na bavlnený materiál si vzorček materiálu zvážíme na váhe pre získanie mokrého prívažku. Po zvážení materiálu nanesieme plošne na vzorček materiálu vopred pripravený roztok. Následne odstránime nadbytočný roztok na materiály strojným fulárovým zariadením.

Nastavenie fulára: sila prítlaku 6, rýchlosť 2 metre za 1 minútu.

Po odstránení nadbytočného roztoku opäť vzorček materiálu zvážíme pre získanie mokrého prívažku.

Mokrý prívažok:

Materiálový vzorček zasušíme v sušičke. Takto pripravený vzorkový materiál ožiarime laserom kde rozlíšenie použitého obrázka, ktoré je vopred nastavené v počítači je 34 DPI (to znamená, že na jeden anglický palec 2,54 cm sa zmestí 34 bodov).

Čas vypaľovania obrázka: 1,735 s

Doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode: 100 μs

Ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie materiálu spočíva v dôkladnom odstránení nadbytočného podielu farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom.

Príprava pracieho kúpeľa: *0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA do 200 ml vody.* Na obrázku číslo 20 môžeme vidieť schematický postup farbenia.



Obr. 20 Schematický postup farbenia

Popis schémy postupu

1. Príprava bavlneného materiálu veľkosti 10 x 10 cm.
2. Príprava roztoku, 1 g reaktívneho farbiva s názvom Ostazinová modrá H-3R, 1 g Spolionu 8, 5 g močoviny, 2 g uhličitanu sodného (Na_2CO_3) na 100 ml vody.
3. Nános roztoku na bavlnený materiál plošne klocovacím postupom.
4. Odstránenie nadbytočného roztoku na fulárovom zariadení kde sila prítlaku je 6 a rýchlosť valcov je 2 metre za 1 minútu.
5. Zasušenie materiálu pri teplote 40 °C po dobu 10 minút.
6. Materiál ožiarený infračerveným laserovým zväzkom kde čas vypaľovania obrázka je 1,735 s a doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode je 100 μs .
7. Ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie materiálu spočíva v dôkladnom odstránení nadbytočného podielu farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom. Do 200 ml vody dáme 0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA. Maximálna teplota kúpeľa je 60 °C, vzorček materiálu ponecháme v kúpeli po dobu 20 minút. Po kúpeli opäť vzorček opláchneme v studenej vode a necháme uschnúť na rovnomernej ploche pri izbovej teplote.

2. Reaktívne farbivo plošne nanosené z roztoku na bavlnený materiál, ktorý nie je zasušený. Nezasušený materiál je ožiarený laserom. Na ožiarených miestach dôjde k depozícií farbiva.

Postup realizácie:

Príprava materiálu: bavlnený materiál, veľkosti 10 x 10 cm.

Príprava roztoku: *1 g reaktívneho farbiva s názvom Ostazinová modrá H- 3R, 1 g Spolionu 8, 5 g močoviny, 2 g uhličitanu sodného (Na_2CO_3) na 100 ml vody.* Pred nánosom roztoku na bavlnený materiál si vzorček materiálu zväžíme na váhe pre získanie mokrého prívažku. Po zväžení materiálu nanesieme plošne na vzorček materiálu vopred pripravený roztok. Následne odstránime nadbytočný roztok na materiály strojným fulárovým zariadením.

Nastavenie fulára: sila prítlaku 6, rýchlosť 2 metre za 1 minútu.

Po odstránení nadbytočného roztoku opäť vzorček materiálu zväžíme pre získanie mokrého prívažku.

Mokrý prívažok:

Materiálový vzorček zasušíme v sušičke (teplotu 40 °C, doba sušenia 10 minút) Takto pripravený vzorkový materiál ožiarime laserom kde rozlíšenie použitého obrázka, ktoré je vopred nastavené v počítači je 34 DPI (to znamená, že na jeden anglický palec 2,54 cm sa zmestí 34 bodov).

Čas vypaľovania obrázka: 1,719 s

Doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode: 100 μs

Ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie spočíva v dôkladnom odstránení nadbytočného podielu farbiva a farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom.

Príprava kúpeľa: *0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA do 200 ml vody.* Na obrázku číslo 21 môžeme vidieť schematický postup farbenia.



Obr. 21 Schematické znázornenie postupu farbenia

Popis schémy postupu

1. Príprava bavlneného materiálu veľkosti 10 x 10 cm.
2. Príprava roztoku, 1 g reaktívneho farbiva s názvom Ostazinová modrá H-3R, 1 g Spolionu 8, 5 g močoviny, 2 g uhličitanu sodného (Na_2CO_3) na 100 ml vody.
3. Nános roztoku na bavlnený materiál plošne klocovacím postupom.
4. Odstránenie nadbytočného roztoku na fulárovom zariadení kde sila prítlaku je 6 a rýchlosť valcov je 2 metre za 1 minútu.
5. Materiál ožiarený infračerveným laserovým zväzkom kde čas vypaľovania obrázka je 1,735 s a doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode je 100 μs .
6. Ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie materiálu spočíva v dôkladnom odstránení nadbytočného podielu farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom. Do 200 ml vody dáme 0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA. Maximálna teplota kúpeľa je 60 °C, vzorček materiálu ponecháme v kúpeli po dobu 20 minút. Po kúpeli opäť vzorček opláchneme v studenej vode a necháme uschnúť na rovnomernej ploche pri izbovej teplote.



3. Reaktivné farbivo plošne nanosené z roztoku na bavlnený materiál, ktorý nie je zasušený. Nezasušený materiál je ožiarený laserom cez čadičový materiál. Na ožiarených miestach dôjde k depozícii farbiva.

Postup realizácie:

Príprava materiálu: bavlnený materiál, veľkosti 10 x 10 cm, čadičový materiál veľkosti 10 x 10 cm.

Príprava roztoku: *1 g reaktívneho farbiva s názvom Ostazinová modrá H- 3R, 1 g Spolionu 8, 5 g močoviny, 2 g uhličitanu sodného (Na_2CO_3) na 100 ml vody.*

Pred nánosom roztoku na bavlnený materiál si vzorček materiálu zväžíme na váhe pre získanie mokrého prívažku. Po zväžení materiálu nanesieme plošne na vzorček materiálu vopred pripravený roztok. Následne odstránime nadbytočný roztok na materiály strojným fulárovým zariadením.

Nastavenie fulára: sila prítlaku 6, rýchlosť 2 metre za 1 minútu.

Po odstránení nadbytočného roztoku opäť vzorček materiálu zväžíme pre získanie mokrého prívažku.

Mokrý prívažok:

Materiálový vzorček zasušíme v sušičke. Takto pripravený vzorkový materiál ožiarime laserom kde rozlíšenie použitého obrázka, ktoré je vopred nastavené v počítači je 34 DPI (to znamená, že na jeden anglický palec 2,54 cm sa zmestí 34 bodov).

Čas vypaľovania obrázka: 7,156 s

Doba pôsobenia laserového lúča: je 800 μs

Ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie spočíva v dôkladnom odstránení nadbytočného podielu farbiva a farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom.

Príprava kúpeľa: *0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA do 200 ml vody.* Na obrázku číslo 22 môžeme vidieť schematický postup farbenia.



Obr. 22 Schematické znázornenie postupu farbenia

Popis schémy postupu

1. Príprava bavlneného materiálu a čadičového materiálu (10 x 10 cm).
2. Príprava roztoku, 1 g reaktívneho farbiva s názvom Ostazinová modrá H-3R, 1 g Spolionu 8, 5 g močoviny, 2 g uhličitanu sodného (Na_2CO_3) na 100 ml vody.
3. Nános roztoku na bavlnený materiál plošne klocovacím postupom.
4. Odstránenie nadbytočného roztoku na fulárovom zariadení kde sila prítlaku je 6 a rýchlosť valcov je 2 metre za 1 minútu.
5. Zasušenie materiálu pri teplote 40 °C po dobu 10 minút.
6. Materiál ožiarený infračerveným laserovým zväzkom kde čas vypaľovania obrázka je 1,735 s a doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode je 800 μs .
7. Ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie materiálu spočíva v dôkladnom odstránení nadbytočného podielu farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom. Do 200 ml vody dáme 0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA. Maximálna teplota kúpeľa je 60 °C, vzorček materiálu ponecháme v kúpeli po dobu 20 minút. Po kúpeli opäť vzorček opláchneme v studenej vode a necháme uschnúť na rovnomernej ploche pri izbovej teplote.

Postup lokálneho farbenia polyesterového materiálu pomocou laseru s použitím disperzného farbiva

1. Disperzné farbivo nanosené z vodnej disperzie na polyesterový materiál. Následne je vzorček materiálu zasušený a potom ožiarený laserom. Na ožiarených miestach dôjde k depozícií farbiva.

Postup realizácie:

Príprava materiálu: polyesterový materiál, veľkosti 10 x 10 cm.

Príprava vodnej disperzie: *2 g disperzného farbiva s názvom Ostacetová modrá E- LR na 100 ml vody.*

Vzorček materiálu pred nánosom disperzie zväžíme pre získanie mokrého prívažku.

Po odvážení vzorku nanesieme disperzné farbivo plošne z pripravenej disperzie. Je potreba odstrániť nadbytočné množstvo disperzie na strojnom fulárovom zariadení.

Nastavenie fulára: sila prítlaku 6, rýchlosť 2 metre za 1 minútu.

Po odstránení nadbytočnej disperzie z materiálu opäť zväžíme vzorček materiálu pre získanie mokrého prívažku.

Mokrý prívažok:

Materiálový vzorček zasušíme v sušičke. Takto pripravený vzorkový materiál ožiarime laserom kde rozlíšenie použitého obrázka, ktoré je vopred nastavené v počítači je 34 DPI (to znamená, že na jeden anglický palec 2,54 cm sa zmestí 34 bodov).

Čas vypaľovania obrázka: 1,735 s

Doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode: 100 μ s a 200 μ s

Takto ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie spočíva v odstránení nadbytočného podielu farbiva a farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom.

Príprava kúpeľa: *0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA, 0,8 g dithioničitánu sodného, 1 ml hydroxidu sodného do 200 ml vody.* Na obrázku číslo 23 môžeme vidieť schematický postup farbenia.



Obr. 23 Schematické znázornenie postupu farbenia

Popis schémy postupu

1. Příprava polyesterového materiálu veľkosti 10 x 10 cm.
2. Příprava disperzie, 2 g disperzného farbiva s názvom Ostacetová modrá E- LR na 100 ml vody.
3. Nános disperzie na polyesterový materiál plošne klocovacím postupom.
4. Odstránenie nadbytočného roztoku na fulárovom zariadení kde sila prítlaku je 6 a rýchlosť valcov je 2 metre za 1 minútu.
5. Zasušenie materiálu pri teplote 40 °C po dobu 10 minút.
6. Materiál ožiarený infračerveným laserovým zväzkom kde čas vypaľovania obrázka je 1,735 s a doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode je 100 a 200 μ s.
7. Ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie materiálu spočíva v dôkladnom odstránení nadbytočného podielu farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom. Do 200 ml vody dáme 0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA, 0,8 g dithioničitanu sodného, 1 ml hydroxidu sodného. Maximálna teplota kúpeľa je 60 °C, vzorček materiálu ponecháme v kúpeli po dobu 20 minút. Po kúpeli opäť vzorček opláchneme v studenej vode a necháme uschnúť na rovnomernej ploche pri izbovej teplote.

2. Disperzné farbivo v pevnom stave nanosené plošne na polyesterový materiál. Odstránenie nadbytočného farbiva v pevnom stave a následne polyesterový materiál ožiarený laserom.

Postup realizácie:

Príprava materiálu: polyesterový materiál, veľkosti 10 x 10 cm.

Disperzné farbivo s názvom *Ostacetová modrá E- LR* v pevnom stave nanesieme plošne na vzorček materiálu. Hmotnosť farbiva je 2 g. Následne odstránime nadbytočné farbivo vyklepaním. Po odstránení nadbytočného farbiva vzorček materiálu ožiarime laserom kde rozlíšenie použitého obrázka, ktoré je vopred nastavené v počítači je 34 DPI (to znamená, že na jeden anglický palec 2,54 cm sa zmestí 34 bodov).

Čas vypaľovania obrázku: 1,735 s

Doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode: 100 μ s a 200 μ s

Takto ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie spočíva v odstránení nadbytočného podielu farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom.

Príprava kúpeľa: 0,4 g pomocného prípravku *Syntaponu ABA*, 0,8 g *dithioničitánu sodného*, 1 ml *hydroxidu sodného* do 200 ml vody. Na obrázku číslo 24 môžeme vidieť schematický postup farbenia.



Obr. 24 Schematické znázornenie postupu farbenia

Popis schémy postupu

1. Príprava polyesterového materiálu veľkosti 10 x 10 cm.
2. Príprava farbiva v pevnom stave, 2 g disperzného farbiva s názvom *Ostacetová modrá E- LR*.



3. Nános disperzného farbiva v pevnom stave na polyesterový materiál plošne.
 4. Odstránenie nadbytočného farbiva vyklepaním.
 5. Materiál ožiarený infračerveným laserovým zväzkom kde čas vypaľovania obrázka je 1,735 s a doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode je 100 a 200 μ s.
 6. Ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie materiálu spočíva v dôkladnom odstránení nadbytočného podielu farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom. Do 200 ml vody dáme 0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA, 0,8 g dithioničitanu sodného, 1 ml hydroxidu sodného. Maximálna teplota kúpeľa je 60 °C, vzorček materiálu ponecháme v kúpeli po dobu 20 minút. Po kúpeli opäť vzorček opláchneme v studenej vode a necháme uschnúť na rovnomernej ploche pri izbovej teplote.
3. Disperzné farbivo rozpustené v acetóne nanosené z roztoku plošne na polyesterový materiál, ktorý je následne ožiarený laserom.

Postup realizácie:

Príprava materiálu: polyesterový materiál, veľkosti 10 x 10 cm.

Príprava suspenzie: *na 100 ml acetónu 2 g disperzného farbiva s názvom Ostacetová modrá E- LR.*

Po príprave roztoku nanesieme plošne disperzné farbivo zo suspenzie na textilný materiál. Vzorček materiálu pred nánosom a po nánose roztoku s acetónom zvažíme.

Mokrý prívažok:

Materiál ožiarime laserom. Rozlíšenie použitého obrázka, ktoré je vopred nastavené v počítači je 34 DPI (to znamená, že na jeden anglický palec 2,54 cm sa zmestí 34 bodov).

Čas vypaľovania obrázka: 1,735 s

Doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode: 300 x 300 μ s a 300 μ s

Po ožiarení opláchneme vzorček materiálu v studenej vode. Dokončovacie spracovanie spočíva vo vypraní materiálu.

Príprava kúpeľa: 0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA, 0,8 g Dithioničitanu sodného, 1 ml hydroxidu sodného do 200 ml vody. Na obrázku číslo 25 môžeme vidieť schematický postup farbenia.



Obr. 25 Schematické znázornenie postupu farbenia

Popis schémy postupu

1. Príprava polyesterového materiálu veľkosti 10 x 10 cm.
2. Príprava suspenzie, 2 g disperzného farbiva s názvom Ostacetová modrá E- LR na 100 ml acetónu.
3. Nános suspenzie na polyesterový materiál plošne klocovacím postupom.
4. Odstránenie nadbytočného roztoku na fulárovom zariadení kde sila prítlaku je 6 a rýchlosť valcov je 2 metre za 1 minútu.
5. Zasušenie materiálu pri teplote 40 °C po dobu 10 minút.
6. Materiál ožiarený infračerveným laserovým zväzkom kde čas vypaľovania obrázka je 1,735 s a doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode je 300 x 300 a 300 μs.
7. Ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie materiálu spočíva v dôkladnom odstránení nadbytočného podielu farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom. Do 200 ml vody dáme 0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA, 0,8 g dithioničitanu sodného, 1 ml hydroxidu sodného. Maximálna teplota kúpeľa je 60 °C, vzorček materiálu ponecháme v kúpeli po dobu

20 minút. Po kúpeli opäť vzorček opláchneme v studenej vode a necháme uschnúť na rovnomernej ploche pri izbovej teplote.

4. Disperzné farbivo rozpustené v acetóne nanosené z roztoku plošne na filtračný papier. Filtračný papier spolu s textilným materiálom, ktorý sa nachádza pod filtračným papierom je následne ožiarený laserom. Farbivo bude na ožiarených miestach sublimovať a prejde na textíliu.

Postup realizácie:

Príprava materiálu: polyesterový materiál, veľkosti 10 x 10 cm a filtračný papier.

Príprava suspenzie: *na 100 ml acetónu dáme 2 g disperzného farbiva s názvom Ostacetová modrá E- LR.*

Po príprave roztoku nanesieme plošne disperzné farbivo zo suspenzie na filtračný papier. Na pripravený vzorček materiálu položíme filtračný papier a ožiarime ho laserom. Rozlíšenie použitého obrázka, ktoré je vopred nastavené v počítači je 34 DPI (to znamená, že na jeden anglický palec 2,54 cm sa zmestí 34 bodov).

Čas vypaľovania obrázku: 1,735 s

Doba pôsobenia laserové lúča v jednom bode: 300 μ s a 300 x 300 μ s

Po ožiarení opláchneme vzorček materiálu v studenej vode. Dokončovacie spracovanie spočíva vo vypraní materiálu.

Príprava kúpeľa: *0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA, 0,8 g Dithioničitanu sodného, 1 ml hydroxidu sodného do 200 ml vody.* Na obrázku číslo 26 môžeme vidieť schematický postup farbenia.



Obr. 26 Schematické znázornenie postupu farbenia

Popis schémy postupu

1. Príprava polyesterového materiálu veľkosti 10 x 10 cm a filtračného papiera.
2. Príprava suspenzie, 2 g disperzného farbiva s názvom Ostacetová modrá E- LR na 100 ml acetónu.
3. Nános suspenzie na filtračný papier plošne.
4. Materiál ožiarený infračerveným laserovým zväzkom kde čas vypaľovania obrázka je 1,735 s a doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode je 300 a 300 x 300 μ s.
5. Ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie materiálu spočíva v dôkladnom odstránení nadbytočného podielu farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom. Do 200 ml vody dáme 0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA, 0,8 g dithioničitanu sodného, 1 ml hydroxidu sodného. Maximálna teplota kúpeľa je 60 °C, vzorček materiálu ponecháme v kúpeli po dobu 20 minút. Po kúpeli opäť vzorček opláchneme v studenej vode a necháme uschnúť na rovnomernej ploche pri izbovej teplote.

5. Disperzné farbivo nanosené z vodnej disperzie plošne na filtračný papier. Filtračný papier spolu s textilným materiálom je následne ožiarený laserom. Textilný materiál pri ožiarení laserom sa nachádza pod filtračným papierom. Farbivo bude na ožiarených miestach sublimovať a prejde na textíliu.

Postup realizácie:

Príprava materiálu: polyesterový materiál, veľkosti 10 x 10 cm a filtračný papier.

Príprava vodnej disperzie: na 100 ml vody dáme 2 g disperzného farbiva s názvom *Ostacetová modrá E- LR*.

Po príprave vodnej disperzie nanesieme plošne disperziu na filtračný papier. Následne zasušíme filtračný papier v sušičke. Na pripravený vzorček materiálu položíme filtračný papier a ožiarime ho laserom. Rozlíšenie použitého obrázka, ktoré je vopred nastavené v počítači je 34 DPI (to znamená, že na jeden anglický palec 2,54 cm sa zmestí 34 bodov).

Čas vypaľovania obrázka: 1,735

Doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode: 500 μ s a 600 μ s

Po ožiarení opláchneme vzorček materiálu v studenej vode. Dokončovacie spracovanie spočíva vo vypraní materiálu.

Príprava kúpeľa: 0,4 g pomocného prípravku *Syntaponu ABA*, 0,8 g *Dithioničitanu sodného*, 1 ml hydroxidu sodného do 200 ml vody. Na obrázku číslo 27 je znázornený schematický postup farbenia.



Obr. 27 Schematické znázornenie postupu farbenia



Popis schémy postupu

1. Príprava polyesterového materiálu veľkosti 10 x 10 cm a filtračného papiera.
2. Príprava disperzie, 2 g disperzného farbiva s názvom Ostacetová modrá E- LR na 100 ml vody.
3. Nános disperzie na filtračný papier plošne.
4. Zasušenie filtračného papiera v sušičke pri maximálnej teplote 40 °C po dobu 10 minút.
5. Materiál ožiarený infračerveným laserovým zväzkom kde čas vypaľovania obrázka je 1,735 s a doba pôsobenia laserového lúča v jednom bode je 500 a 600 μ s.
6. Ožiarený vzorček materiálu opláchneme v studenej vode. Dokončovacie spracovanie materiálu spočíva v dôkladnom odstránení nadbytočného podielu farbiva, ktoré v miestach materiálu nebolo ožiarené laserovým lúčom. Do 200 ml vody dáme 0,4 g pomocného prípravku Syntaponu ABA, 0,8 g dithioničitanu sodného, 1 ml hydroxidu sodného. Maximálna teplota kúpeľa je 60 °C, vzorček materiálu ponecháme v kúpeli po dobu 20 minút. Po kúpeli opäť vzorček opláchneme v studenej vode a necháme uschnúť na rovnomernej ploche pri izbovej teplote.

7 Zaznamenané výsledky farbenia

Fotografické zaznamenanie výsledných vzorov pri farbení bavlneného materiálu s reaktívnymi farbivami a polyesterového materiálu s disperznými farbivami s použitím laserového zariadenia. Popis výsledných vzorov a ich hodnotenie z hľadiska výslednej farebnosti a omaku povrchu ožiarenej textílie laserom.

Výsledné vzory bavlneného materiálu

1. *Reaktívne farbivo, plošne nanesené z roztoku na bavlnený materiál, ktorý je následne ožiarený laserom, materiál zasušovaný (na obr.28 Výsledný vzor 1*

- INTENZITA: 100 μ s
- OMAK: bez výrazných zmien
- FAREBNOSŤ: nevýrazná



Obr. 28 Výsledný vzor 1

2. *Reaktivne farbivo, plošne nanesené z roztoku na bavlnený materiál, ktorý je následne ožiarený laserom, materiál nezasušený (na obr. 29 Výsledný vzor 2)*

- INTENZITA: 100 μ s
- OMAK: bez výrazných zmien
- FAREBNOSŤ: nevýrazná



Obr. 29 Výsledný vzor 2

3. *Reaktivné farbivo, plošne nanesené z roztoku na bavlnený materiál, ktorý je následne ožiarený laserom cez čadičový materiál. Ožiarený materiál laserom je v mokrom stave, nezasušený (na obr. 30 Výsledný vzor 3)*

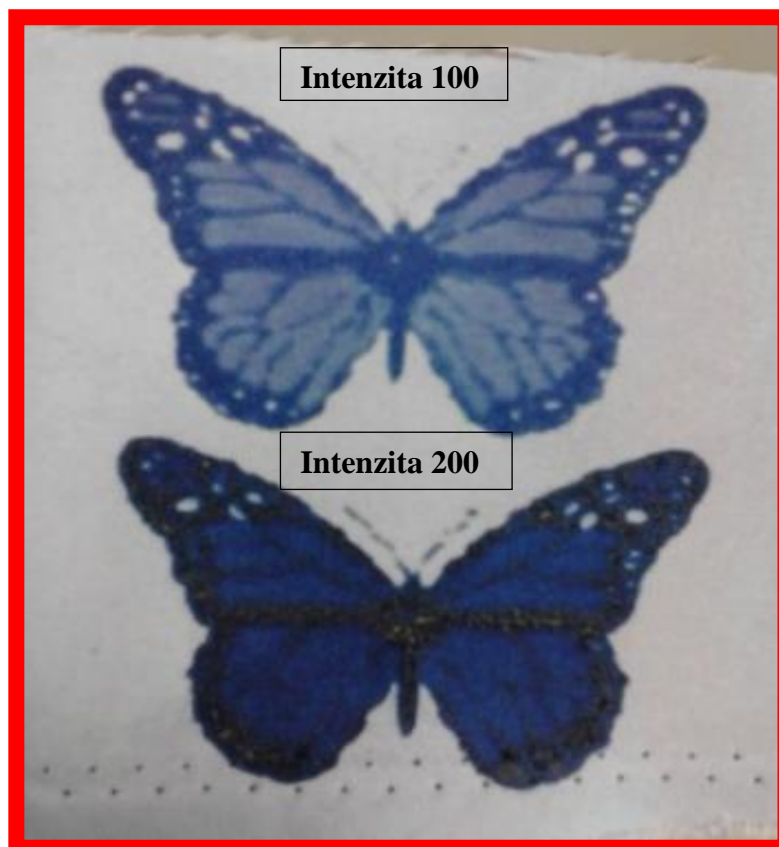
- INTENZITA: 800 μ s
- OMAK: bez výrazných zmien
- FAREBNOSŤ: čiastočné
- TVAR VZORU: deformácia



Obr. 30 Výsledný vzor 3

Výsledné vzory polyesterového materiálu

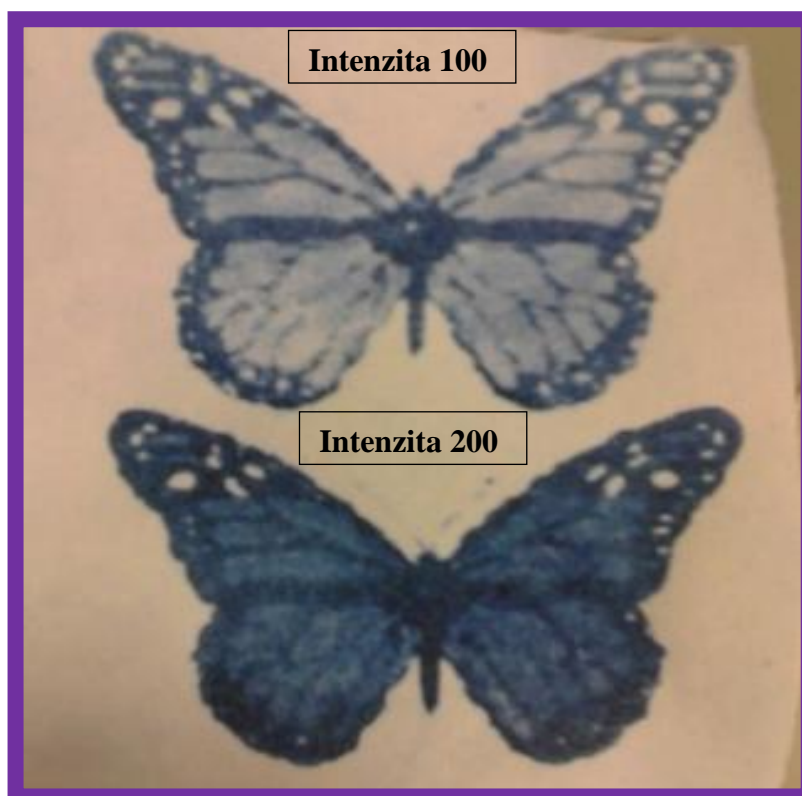
1. *Disperzné farbivo nanesené z vodnej disperzie na textilný materiál, ktorý je následne zasušeny a ožiarený laserom (na obr. 31 Výsledný vzor 4)*
 - INTENZITA: 100 a 200 μs
 - OMAK: intenzita 100 mierne drsný povrch, intenzita 200 stavenie povrchu materiálu, drsný povrch
 - FAREBNOSŤ: výrazná



Obr. 31 Výsledný vzor 4

2. Disperzné farbivo v pevnom stave nanesené plošne na polyesterový materiál, následne ožiarené laserom (na obr. 32 Výsledný vzor 5)

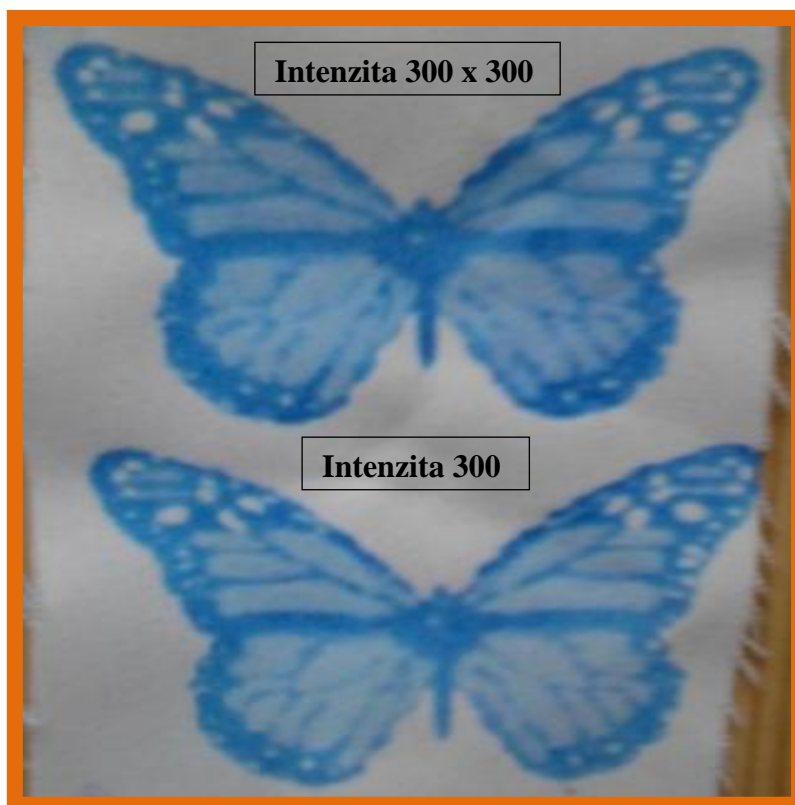
- INTENZITA: 100 a 200 μs
- OMAK: u oboch intenzít drsnejší povrch
- FAREBNOSŤ: výrazná



Obr. 32 Výsledný vzor 6

3. Disperzné farbivo rozpustené v acetóne nanosené z roztoku plošne na polyesterový materiál, ktorý je následne ožiarený laserom (na obr. 33 Výsledný vzor 7)

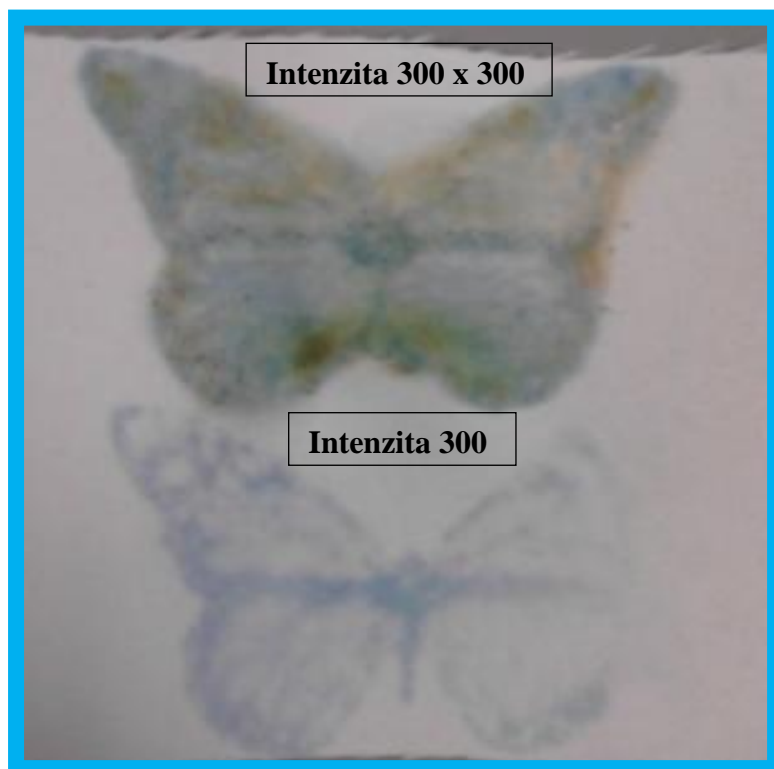
- INTENZITA: 300 a 300 x 300 μs
- OMAK: u oboch intenzít drsnejší povrch
- FAREBNOSŤ: výrazná



Obr. 33 Výsledný vzor 7

4. *Disperzné farbivo rozpustené v acetóne nanesené z roztoku plošne na filtračný papier (na obr. 34 Výsledný vzor 8)*

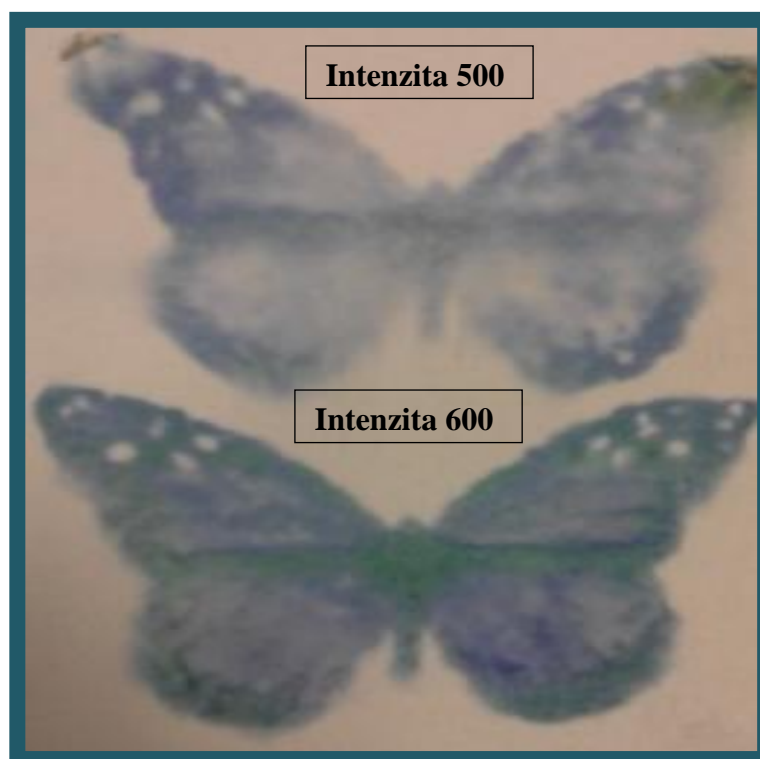
- INTENZITA: 300 a 300 x 300 μs
- OMAK: u oboch intenzít povrch bez zmeny
- FAREBNOSŤ: nevýrazná
- TVAR VZORU: deformácia



Obr. 34 Výsledný vzor 8

5. Disperzné farbivo nanesené z vodnej disperzie plošne na filtračný papier. Filtračný papier spolu s textilným materiálom je následne ožiarený laserom. Textilný materiál pri ožiarení (na obr. 35 Výsledný vzor 9)

- INTENZITA: 500 a 600 μs
- OMAK: u oboch intenzít povrch bez zmeny
- FAREBNOSŤ: nevýrazná
- TVAR VZORU: deformácia



Obr. 35 Výsledný vzor 9

PRIEBEŽNÉ EXPERIMENTY

8 Výsledky farebnosti a mechanických vlastností bavlneného materiálu

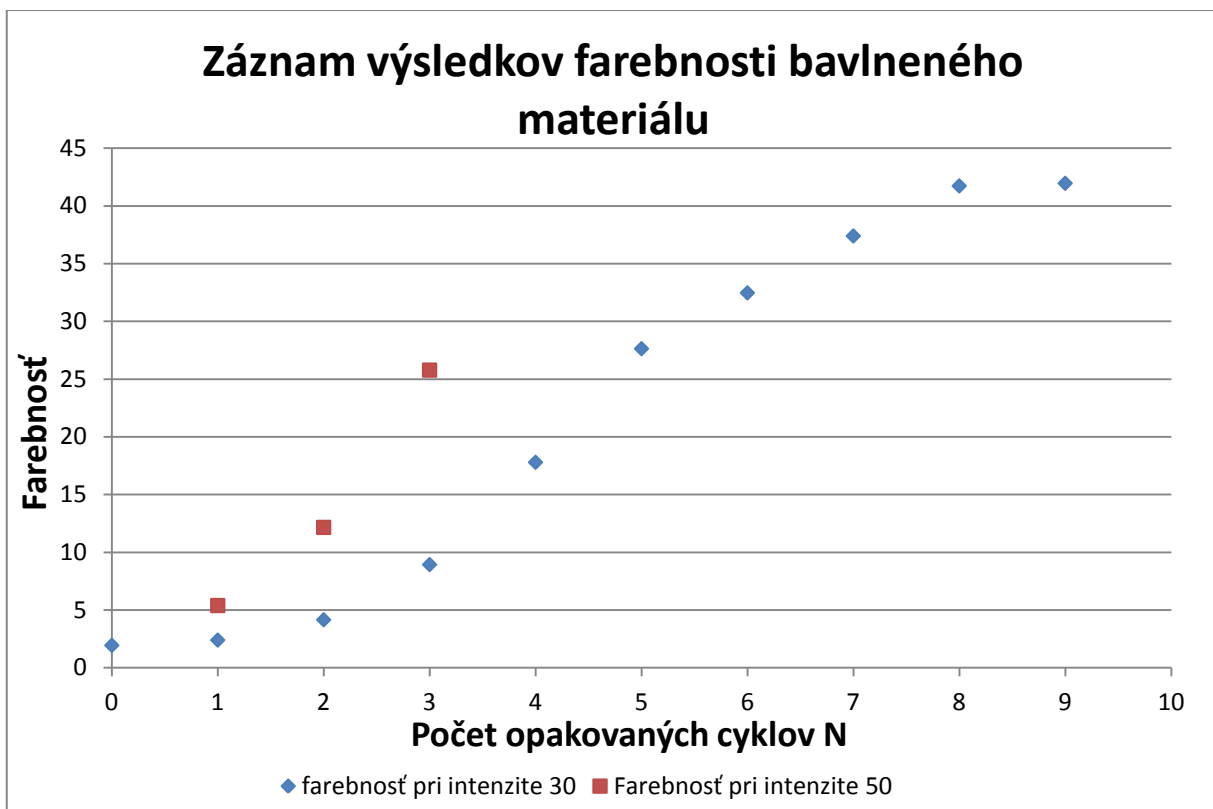
Tab. 1 Informačné údaje pri farbení bavlneného materiálu

Veľkosť vzorku materiálu (cm)	Koncentrácia farbiva na 100 ml vody (g)	Mokrý prívažok (%)	DPI	Veľkosť použitého obrázka
20 x 20	5	65,96	41 x 40	309 x 103

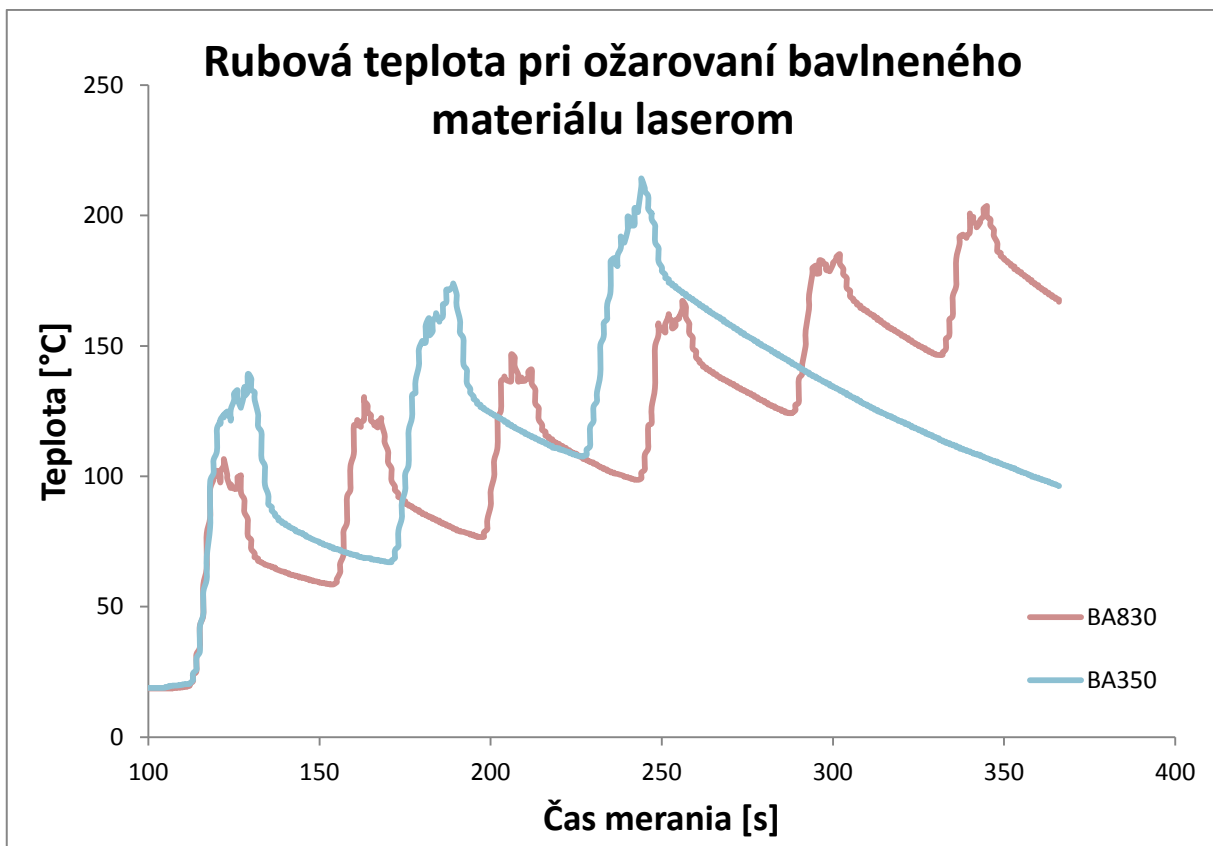
Tab. 2 Výsledné meranie farebnosti bavlneného materiálu

Vzorček	Mokrý prívažok (%)	Intenzita	Počet opakovaní	Čas laserového procesu (s)	Farebnosť
Ba(0)	65,96%	0	0	0	1,93
Ba1(30)	64,09%	30	1	1,83	2,38
Ba2(30)	64,09%	30	2	3,64	4,14
Ba3(30)	64,09%	30	3	5,49	8,92
Ba4(30)	63,47%	30	4	7,32	17,78
Ba5(30)	63,47%	30	5	9,15	27,62
Ba6(30)	63,47%	30	6	10,98	32,46
Ba7(30)	61,64%	30	7	12,81	37,38
Ba8(30)	61,64%	30	8	14,72	41,72
Ba9(30)	61,64%	30	9	18,43	41,95
Ba1(50)	68,56%	50	1	2,47	5,37
Ba2(50)	68,56%	50	2	4,94	12,14
Ba3(50)	68,56%	50	3	7,41	25,77

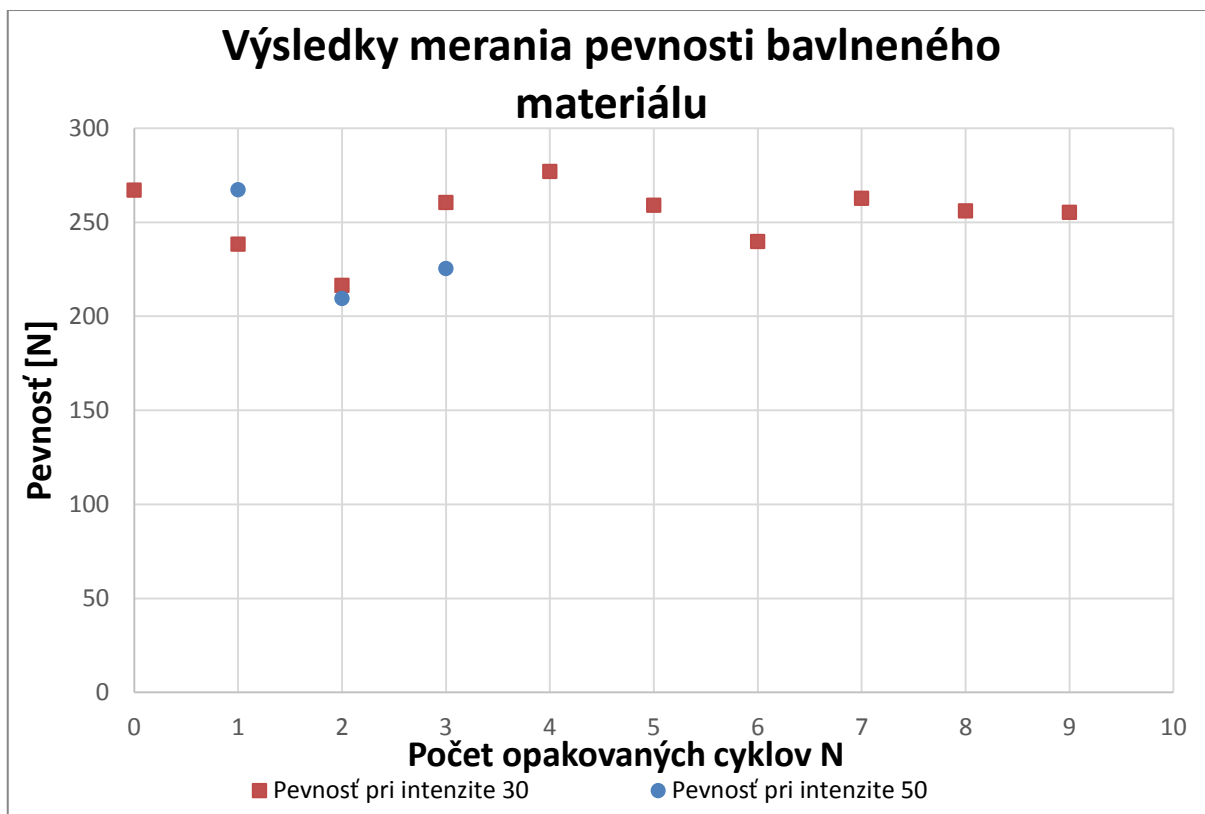
Graf 1 Záznam výsledkov merania farebnosti bavlneného materiálu



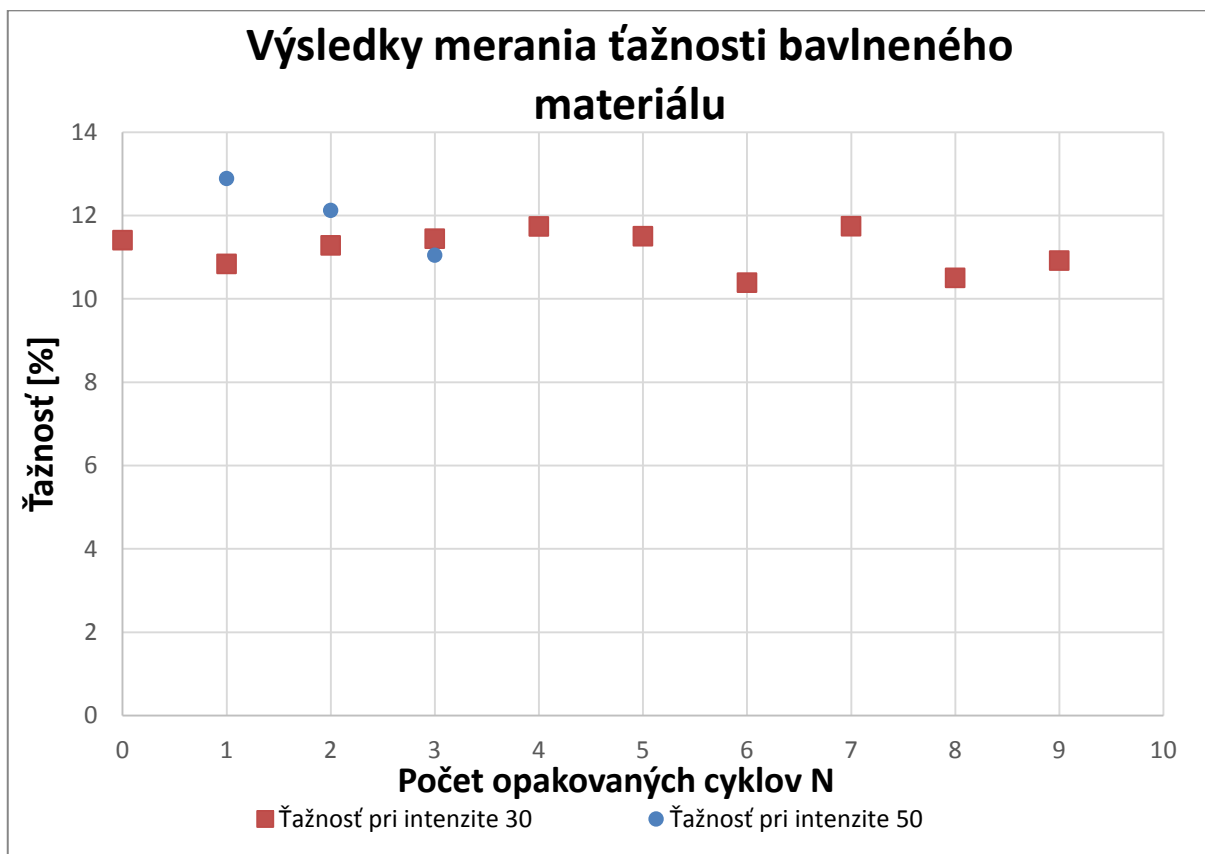
Graf 2 Záznam výsledkov rubovej teploty nameranej pri ožiarení bavlneného materiálu laserom



Graf 3 Výsledky merania pevnosti bavlneného materiálu



Graf 4 Výsledné merania ťažnosti bavlneného materiálu



9 Záznam výsledkov farebnosti a mechanických vlastností polyesterového materiálu

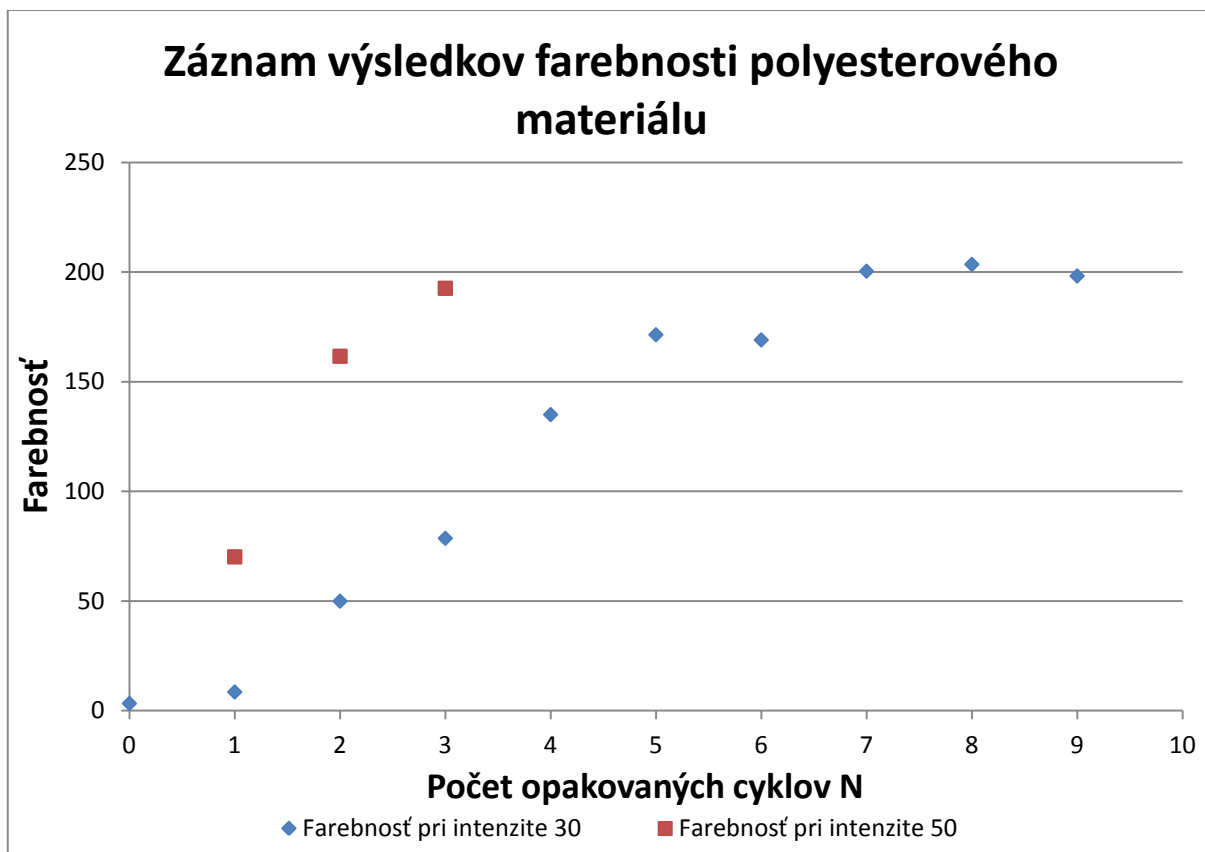
Tab. 3 Informačné údaje pri farbení polyesterového materiálu

Veľkosť vzorku materiálu (cm)	Koncentrácia farbiva na 100 ml vody (g)	Mokrý prívažok (%)	DPI	Veľkosť použitého obrázka
20 x 20	2	80,81	41 x 40	309 x 103

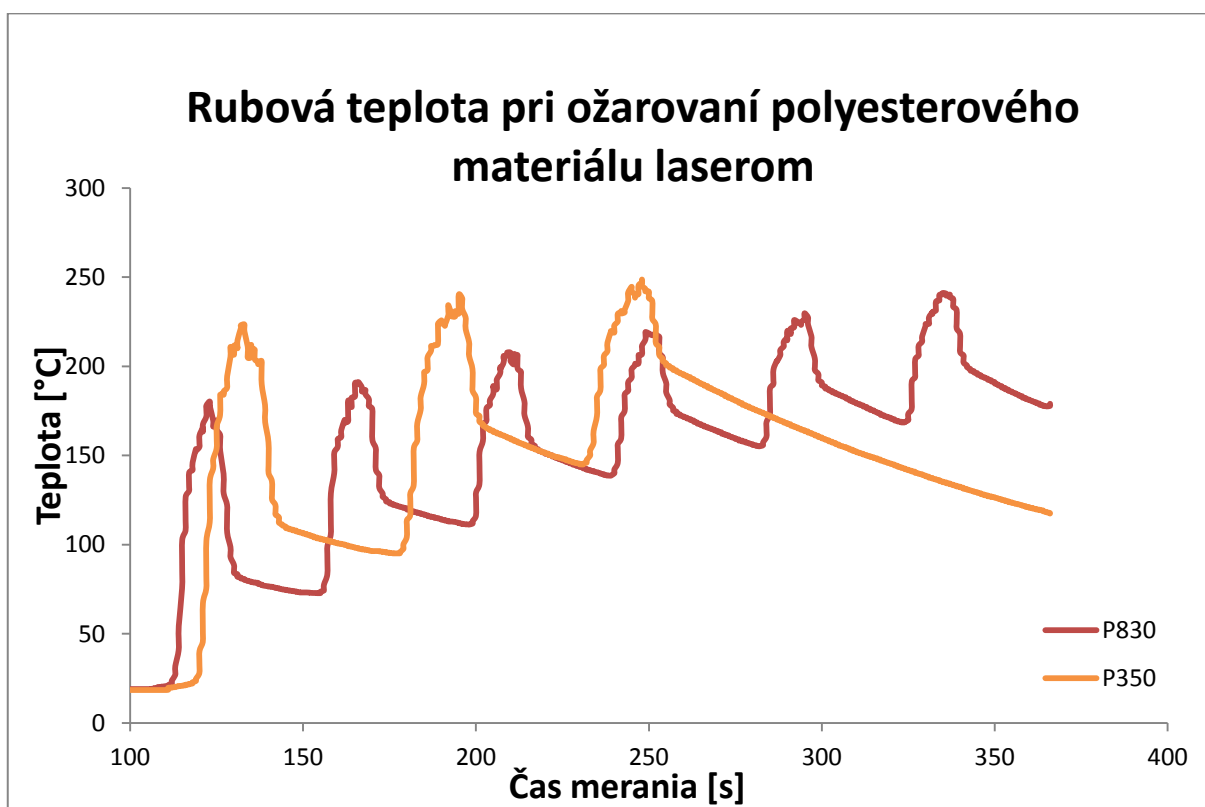
Tab. 4 Výsledné meranie farebnosti polyesterového materiálu

Vzorček	Mokrý prívažok (%)	Intenzita	Počet opakovaní	Čas pôsobenia (s)	Farebnosť
P(0)	80,81%	0	0	0	3,25
P1(30)	80,81%	30	1	1,84	8,49
P2(30)	80,81%	30	2	6,68	49,91
P3(30)	80,81%	30	3	5,49	78,54
P4(30)	80,81%	30	4	7,36	134,96
P5(30)	80,81%	30	5	9,15	171,37
P6(30)	80,81%	30	6	10,98	169,02
P7(30)	80,81%	30	7	12,81	200,34
P8(30)	80,81%	30	8	14,64	203,45
P9(30)	80,81%	30	9	16,47	198,16
P1(50)	80,81%	50	1	2,45	70,09
P2(50)	80,81%	50	2	4,91	161,57
P3(50)	80,81%	50	3	7,41	192,55

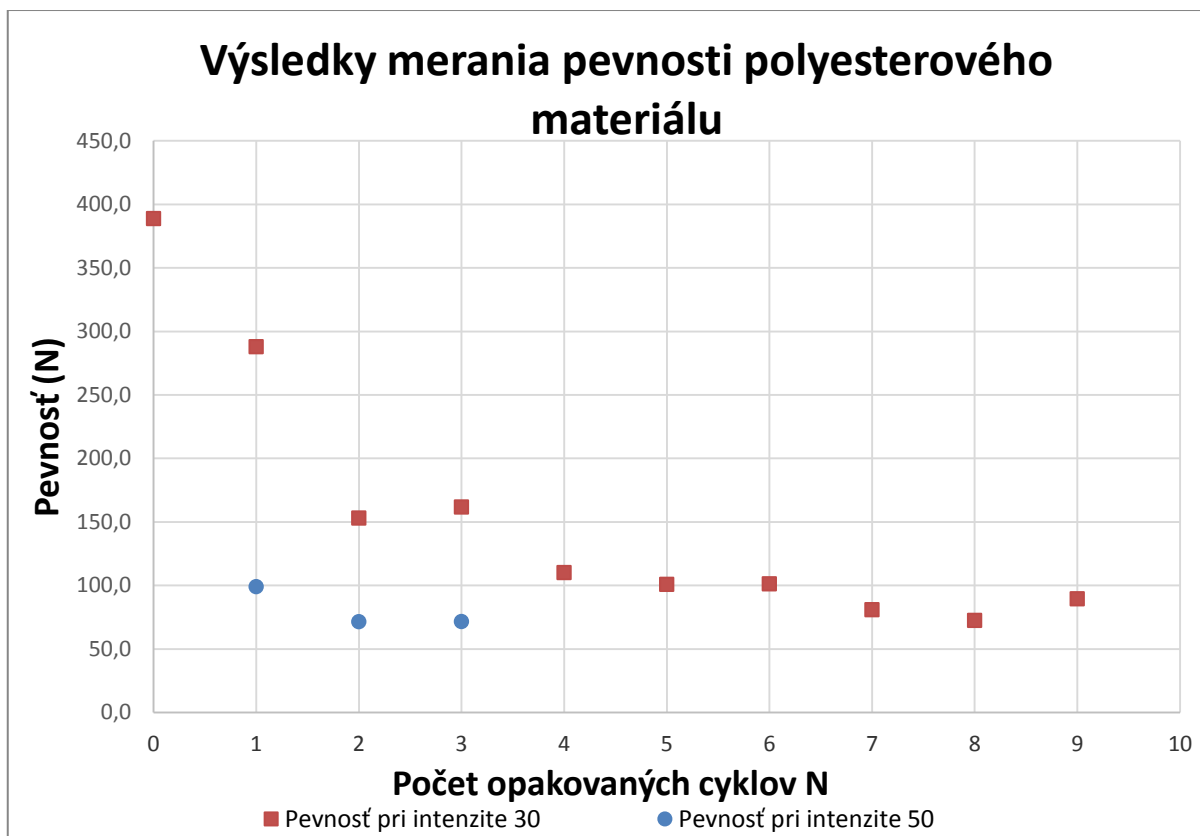
Graf 5 Záznam výsledkov merania farebnosti polyesterového materiálu



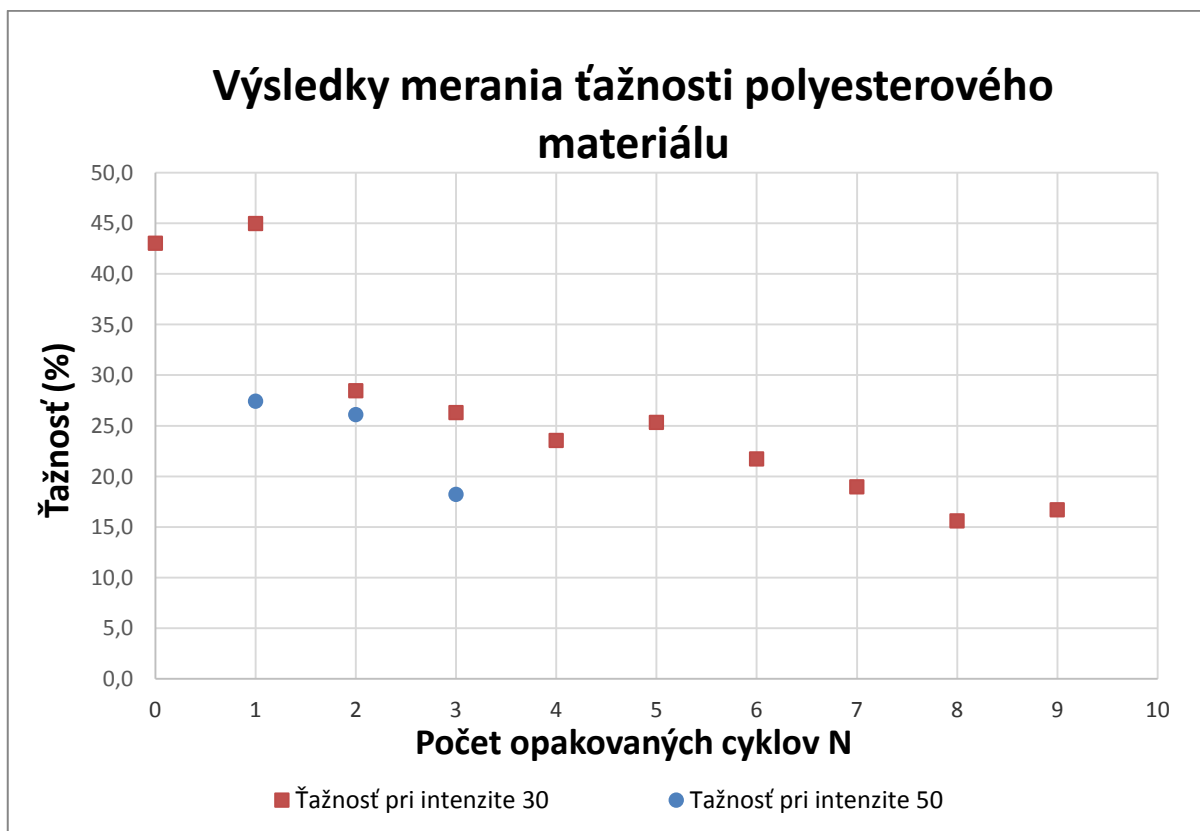
Graf 6 Zaznamenané výsledky rubovej teploty pri ožiarení polyesterového materiálu laserom



Graf 7 Výsledné meranie pevnosti polyesterového materiálu

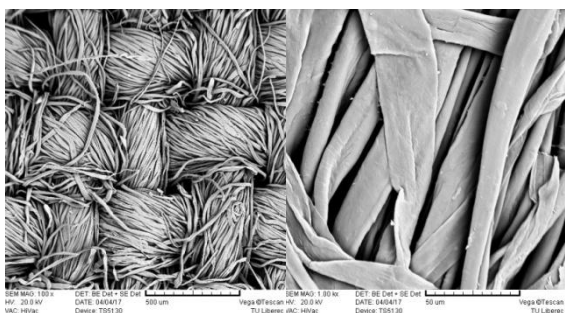


Graf 8 Výsledné meranie ťažnosti polyesterového materiálu

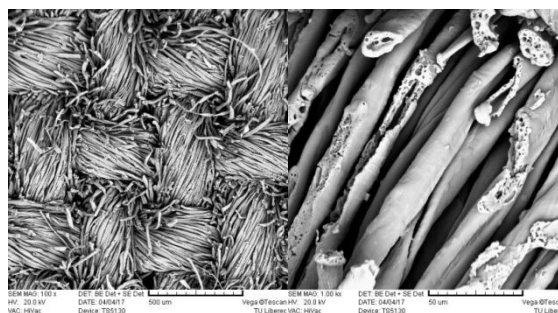


10 Výsledky elektrónovej mikroskopie

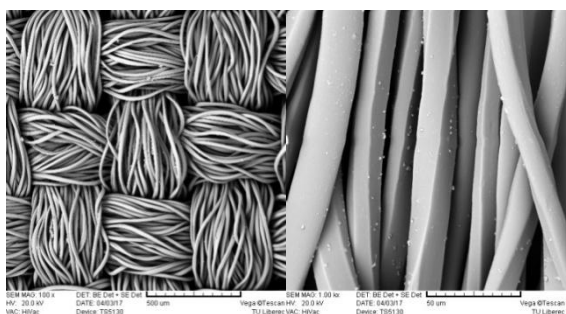
Posúdenie výsledkov degradácie vlákien bolo pomocou rastrovacej elektrónovej mikroskopie s použitím rastrovacieho elektrónového mikroskopu Tescan Vega. Na obrázku číslo 36 je neožiarený bavlnený materiál (elektrónová mikroskopia väzby a vlákien). Na obrázku číslo 37 je ožiarený bavlnený materiál (elektrónová mikroskopia väzby a vlákien). Vlákná bavlneného materiálu sú poškodené laserovým žiarením a na vláknach sa vytvorili póry. Na obrázku číslo 38 je neožiarený polyesterový materiál (elektrónová mikroskopia väzby a vlákien). Na obrázku číslo 39 je ožiarený polyesterový materiál (elektrónová mikroskopia väzby a vlákien). Polyesterový materiál po pôsobení laserového žiarenia je stavený a nie je možné identifikovať väzbu tkaniny a jednotlivé vlákna.



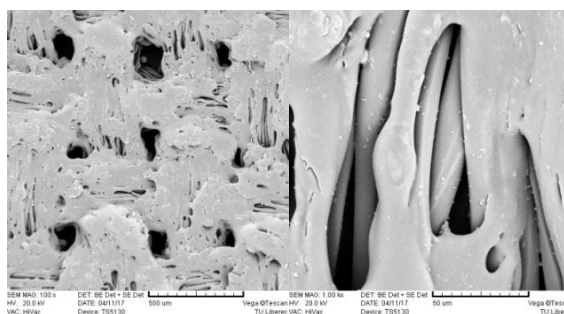
Obr. 36 Neožiarený bavlnený materiál (elektrónová mikroskopia väzby a vlákien)



Obr. 37 Ožiarený bavlnený materiál (elektrónová mikroskopia väzby a vlákien)



Obr. 38 Neožiarený polyesterový materiál (elektrónová mikroskopia väzby a vlákien)



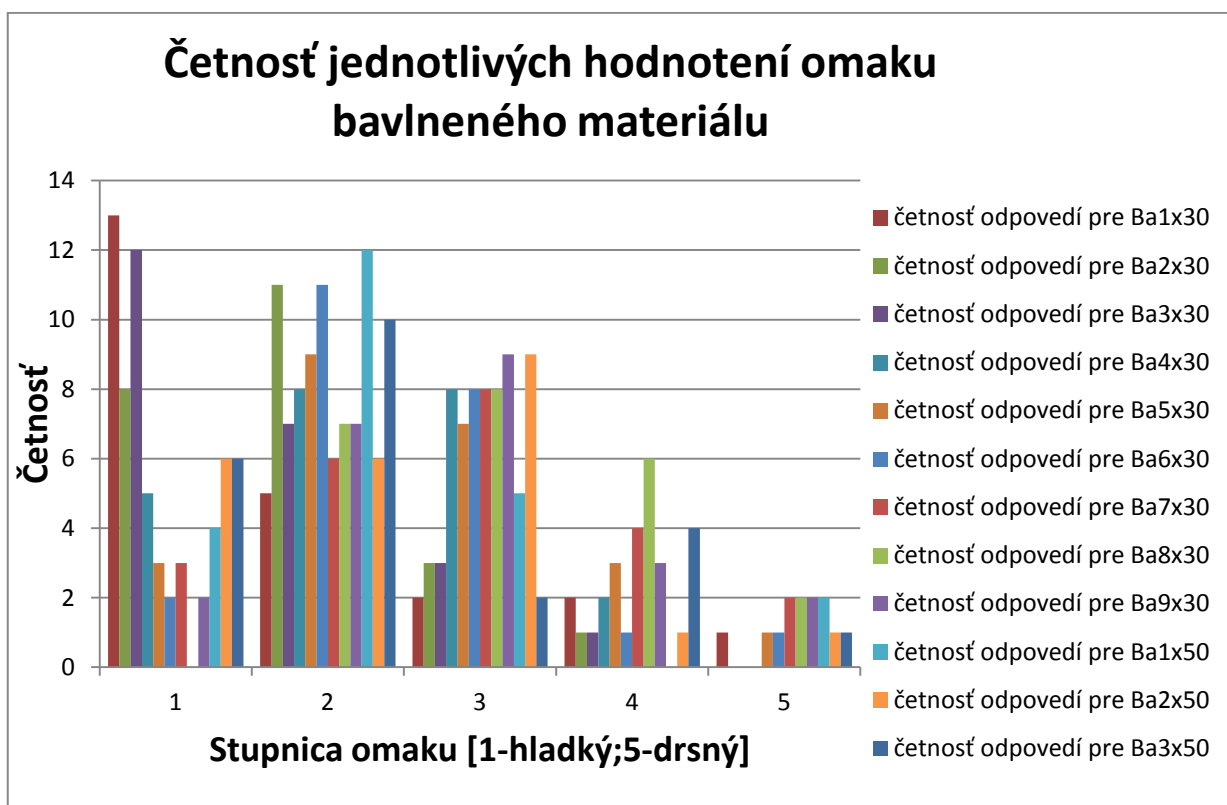
Obr. 39 Ožiarený polyesterový materiál (elektrónová mikroskopia väzby a vlákien)

11 Subjektívne hodnotenie omaku

Omak textilného materiálu patrí do sensorických odevných komfortov. Je to súbor organoleptických charakteristík, ktoré ovplyvňujú pocity človeka pri styku textílie s pokožkou človeka (odozva hmatových zmyslov človeka pri kontakte s textíliou). Je to psychofyzikálny vnem stimulovaný mechanickými, povrchovými a taktiež tepelnými vlastnosťami textílie.

Hodnotenie omak skúšobných vzorčiek textílie prebehlo podľa subjektívneho hodnotenia čo znamená, že bolo vybraných 23 respondentov (rozdielných v pohlaví, veku), ktorý na základe svojich hmatových vnemov hodnotili omak (v rozmedzí 1 až 5) na príjemný a nepríjemný pri dotyku s pokožkou.

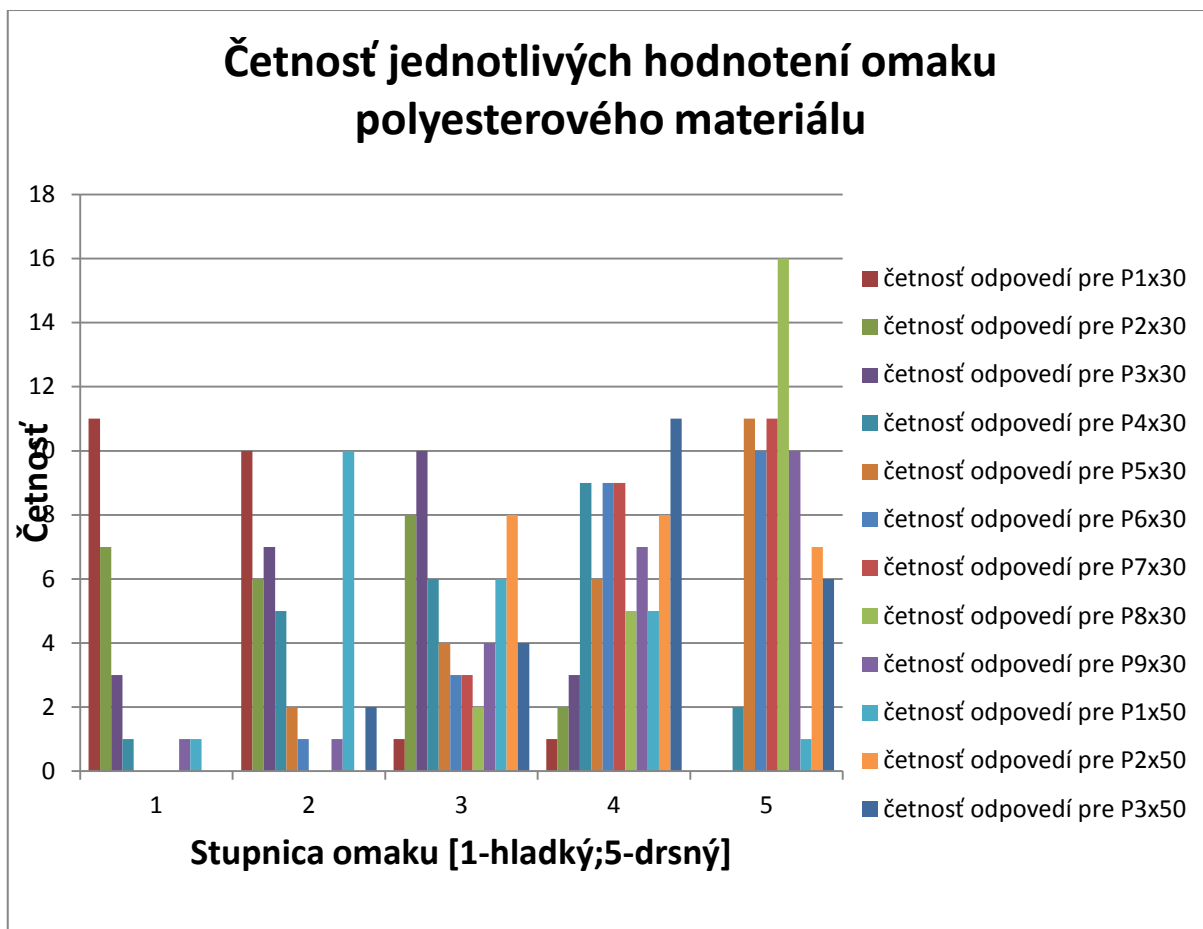
Graf 9 Četnosť jednotlivých hodnotení omaku bavlneného materiálu



Tab. 5 Medián, modus

vzorček	Ba1x30	Ba2x30	Ba3x30	Ba4x30	Ba5x30	Ba6x30	Ba7x30	Ba8x30	Ba9x30	Ba1x50	Ba2x50	Ba3x50
Medián	1	1	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2
Modus	1	1	2	3	2	2	3	3	3	2	3	2

Graf 10 Četnost jednotlivých hodnocení omaku polyesterového materiálu



Tab. 6 Medián, modus

vzorček	P1x30	P2x30	P3x30	P4x30	P5x30	P6x30	P7x30	P8x30	P9x30	P1x50	P2x50	P3x50
Medián	2	2	3	3	4	4	4	5	4	3	4	4
Modus	1	3	3	4	5	5	5	5	5	2	3	4

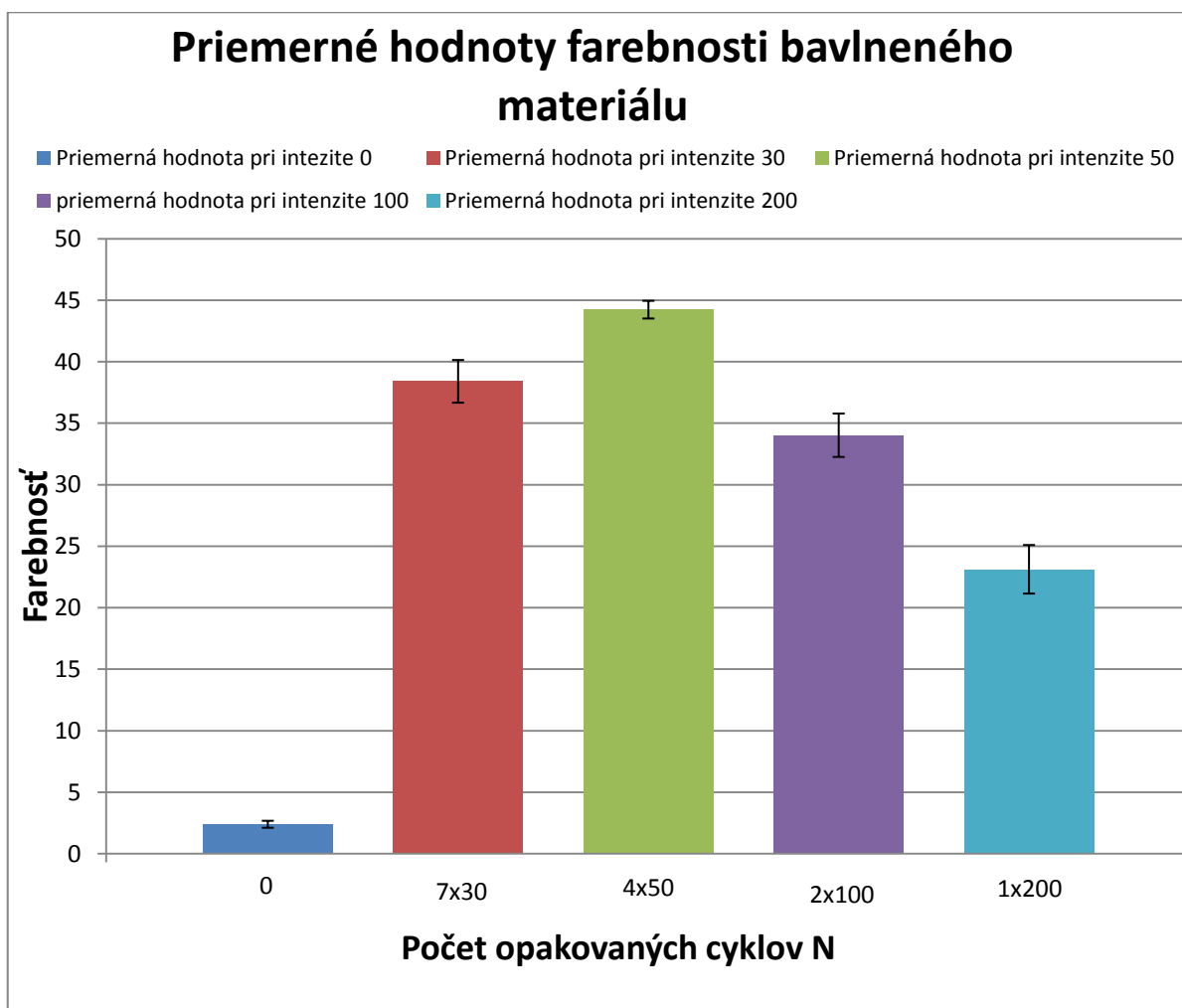
FINÁLNE EXPERIMENTY

12 Štatistické výsledky pre bavlnený materiál

Tab. 7 Výpočty pre bavlnený materiál (farebnosť)

Vzorček	Priemer	Rozptyl	Smerodajná odchýlka	Rozpätie	Medzikv. rozpätie	Variačný koeficient [%]	95% Interval spoľahlivosti
Ba2x100	34,02	9,71	3,12	29,57-38,62	4,99	9,17	<32,04;36>
Ba4x50	44,23	1,61	1,27	41,86-47,02	0,98	2,87	<43,42;45,03>
Ba(0)	2,39	0,25	0,5	1,64-2,94	0,75	20,9	<2,07;2,71>
Ba7x30	38,4	9,47	3,07	33,69-44,38	4,39	7,99	<36,45;40,35>
Ba1x200	23,12	12,21	3,49	17,93-28,69	5,06	15,09	<20,9;25,34>

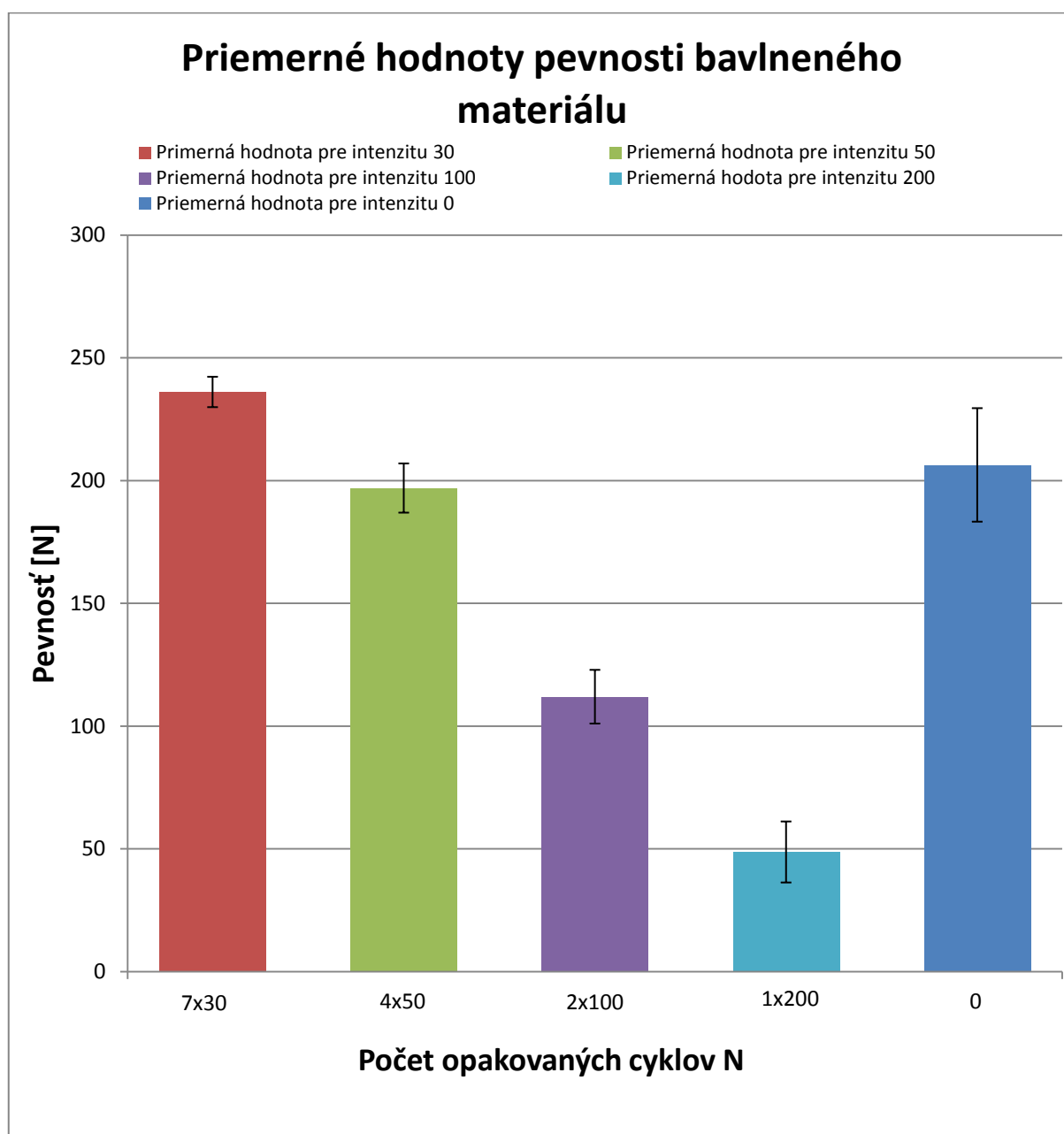
Graf 11 Priemerné hodnoty farebnosti bavlneného materiálu



Tab. 8 Výpočty pre bavlnený materiál (pevnosť)

Vzorček	Priemer	Rozptyl	Smerodajná odchýlka	Rozpätie	Medzikv. rozpätie	Variačný koeficient [%]	95% Interval spoľahlivosti
Ba2x100	111,94	373,61	19,33	90,68-134,27	29,78	17,27	<91,66;132,22>
Ba4x50	196,94	313,92	17,71	168,28-215,97	20,02	8,99	<178,36;215,52>
Ba(0)	206,35	1669,17	40,85	171,98-264,10	59,55	19,79	<163,49;249,21>
Ba7x30	236,07	119,75	10,94	227,12-257,10	6,97	4,63	<224,59;247,55>
Ba1x200	48,69	482,72	21,97	23,37-73,22	36,36	45,12	<25,64;71,74>

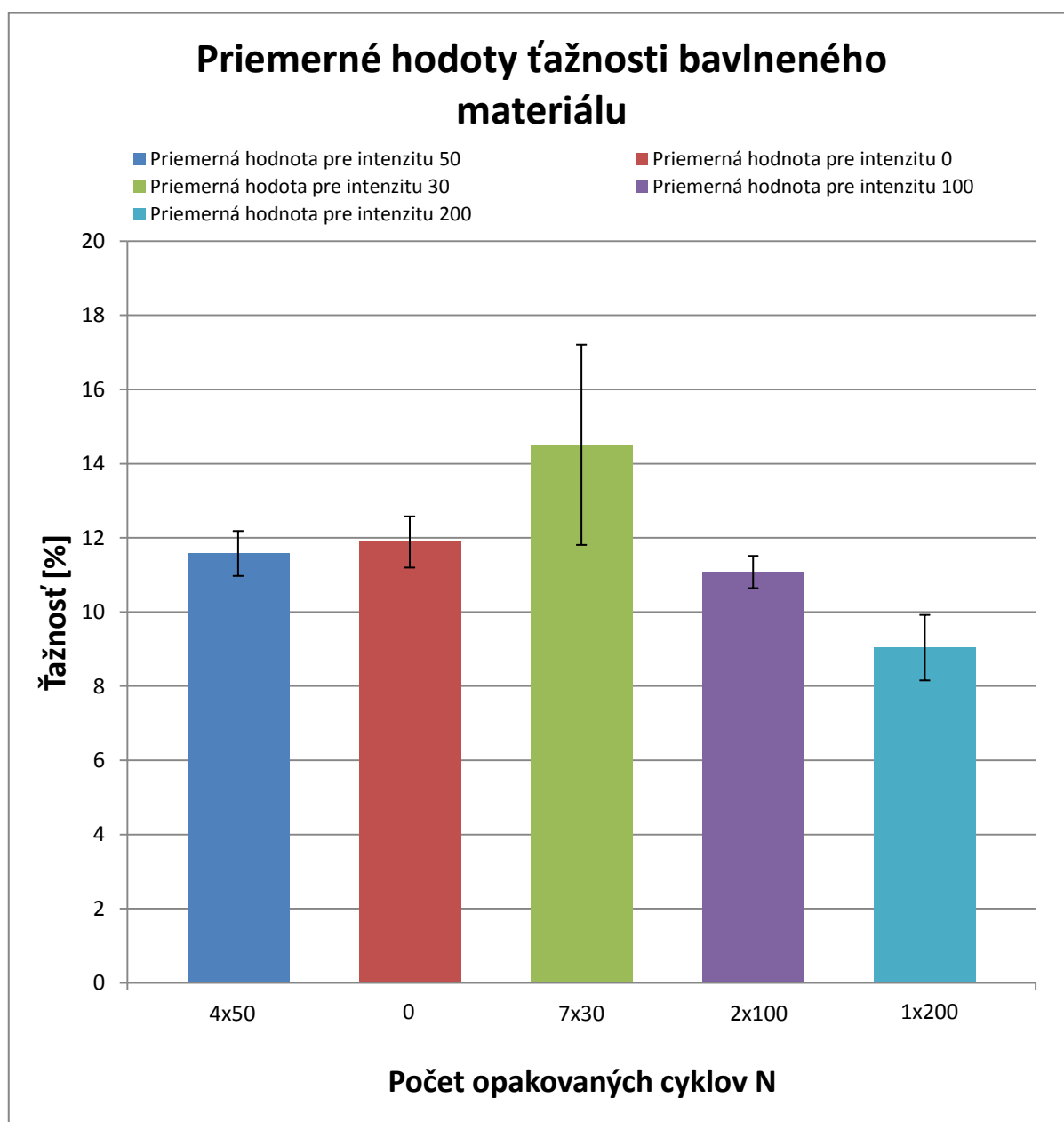
Graf 12 Priemerné hodnoty pevnosti bavlneného materiálu



Tab. 9 Výpočty pre bavlnený materiál (ťažnosť)

Vzorček	Priemer	Rozptyl	Smerodajná odchýlka	Rozpätie	Medzikv. rozpätie	Variačný koeficient [%]	95% Interval spoľahlivosti
Ba2x100	11,08	0,61	0,77	10,12-12,20	0,66	6,95	<10,27;11,88>
Ba4x50	11,58	1,15	1,07	9,63-12,70	0,79	9,24	<10,46;12,7>
Ba(0)	11,89	1,51	1,22	10,09-13,12	1,75	10,26	<10,61;13,17>
Ba7x30	14,51	22,77	4,77	12,09-24,21	0,77	32,87	<9,51;19,51>
Ba1x200	9,04	2,45	1,56	6,76-10,83	2,11	17,26	<7,41;10,68>

Graf 13 Priemerné hodnoty ťažnosti bavlneného materiálu

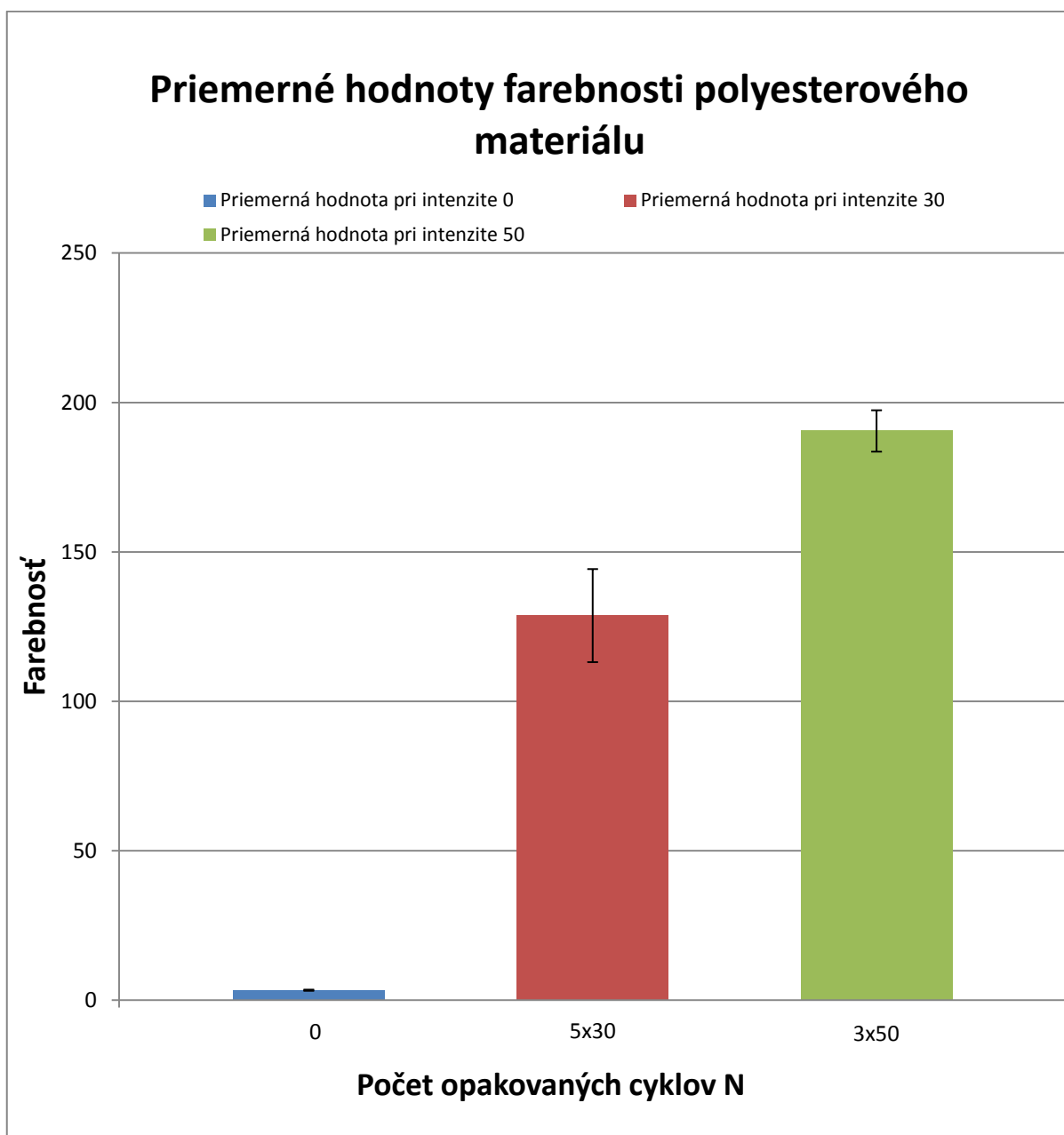


13 Štatistické výsledky pre polyesterový materiál

Tab.10 Výpočty pre polyesterový materiál (farebnosť)

Vzorček	Priemer	Rozptyl	Smerodajná odchýlka	Rozpätie	Medzikv. rozpätie	Variačný koeficient [%]	95% Interval spoľahlivosti
P(0)	3,31	0,11	0,33	2,59-3,56	0,12	9,96	<3,1;3,52>
P5x30	128,68	757,45	27,52	96,65-170,22	46,53	21,39	<111,17;146,19>
P3x50	190,48	149,43	12,22	176,51-217,24	15,46	6,42	<182,71;198,25>

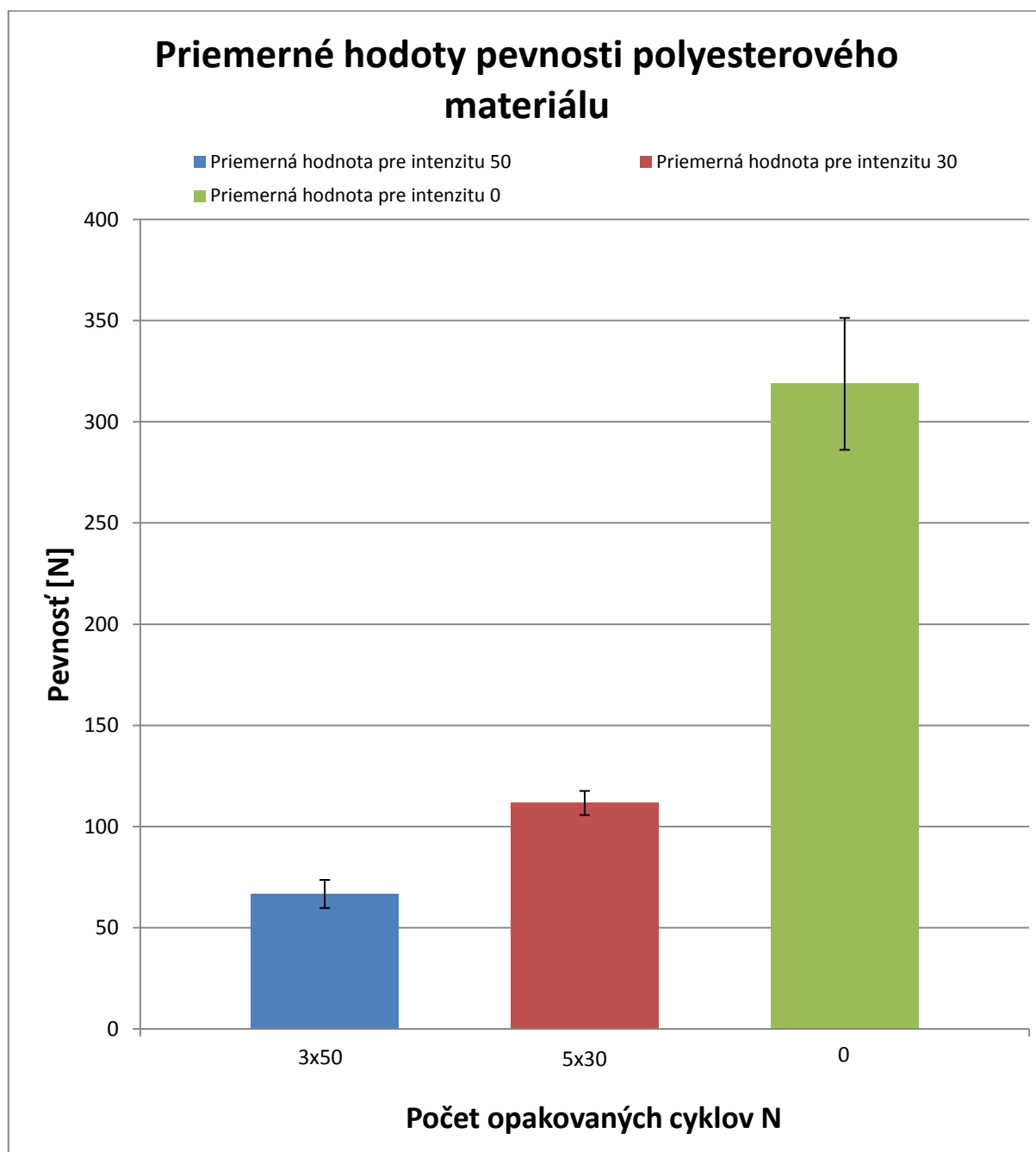
Graf 14 Priemerné hodnoty farebnosti polyesterového materiálu



Tab. 11 Výpočty pre polyesterový materiál (pevnosť)

Vzorček	Priemer	Rozptyl	Smerodajná odchýlka	Rozpätie	Medzikv. rozpätie	Variačný koeficient [%]	95% Interval spoľahlivosti
P(0)	318,74	3316,01	57,58	256,32-384,40	101,25	18,06	<258,33;379,15>
P5x30	111,67	111,56	10,56	98,36-120,68	17,98	9,46	<100,57;122,77>
P3x50	66,73	151,21	12,29	49,93-77,78	18,39	18,42	<53,84;79,62>

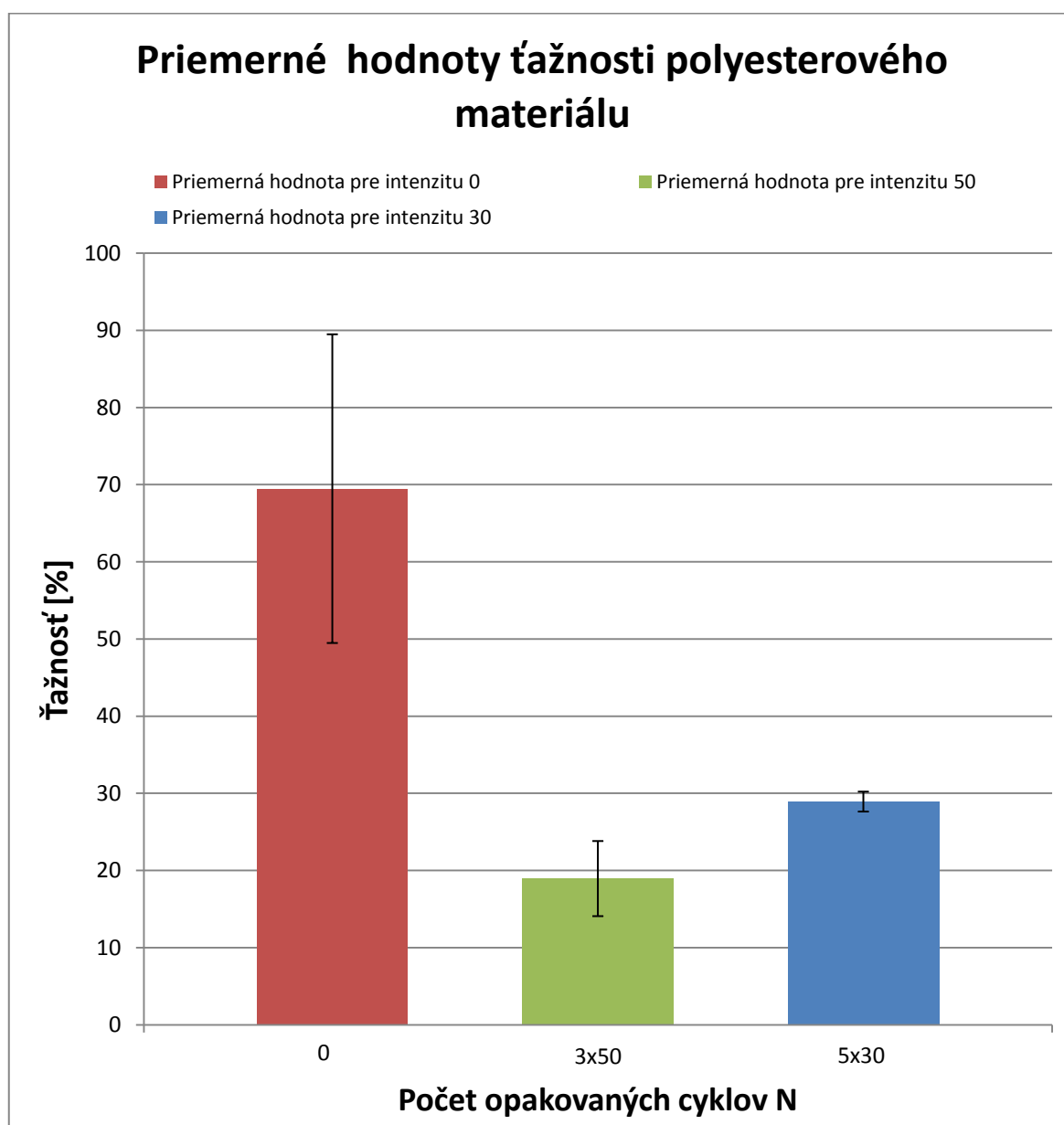
Graf 15 Priemerné hodnoty pevnosti polyesterového materiálu



Tab.12 Výpočty pre polyesterový materiál (ťažnosť)

Vzorček	Priemer	Rozptyl	Smerodajná odchýlka	Rozpätie	Medzikv. rozpätie	Variačný koeficient [%]	95% Interval spoľahlivosti
P(0)	69,49	1250,24	35,35	44,34-138,86	19,15	50,87	<65,97;73,01>
P5x30	28,94	5,2	2,28	26,32-32,96	1,77	7,88	<26,55;31,33>
P3x50	18,96	73,96	8,6	8,7-28,3	19,93	45,36	<9,94;27,98>

Graf 16 Priemerné hodnoty ťažnosti polyesterového materiálu



14 Závěr

Experimentálna časť tejto diplomovej práce je zameraná na farbenie bavlneného materiálu s použitím reaktívneho farbiva a farbenie polyesterového materiálu s použitím disperzného farbiva, kde bola použitá tepelná energia laserového zariadenia na fixáciu farbiva. Boli skúmané mechanické vlastnosti, výsledná farebnosť a omak textilného materiálu.

Výsledná farebnosť u bavlneného materiálu s koncentráciou farbiva 5 g na 100 ml vody pri pôsobení rôznych intenzít je graficky zaznamenaná v kapitole o výsledkoch farebnosti. Výrazná farebnosť bavlneného materiálu sa dosiahla zvýšením gramáže farbiva v roztoku a použitím intenzity 30 s niekoľko násobným opakovaním. Počet opakovaných cyklov 1 až 9 u intenzity 30 ukázali pri výsledkoch mechanických vlastnostiach, že bavlnený materiál sa v pevnosti a ťažnosti výrazne nemení. Použitá intenzita 30 pri farbení s použitím laserového žiarenia ukázala, že je výhodnejšia pri opakovaní cyklov ožarovania ako ožiarenie laserom s intenzitou vyššieho čísla než 50. Bolo dokázané, že pri vyššom čísle intenzity jedného cyklu ožarovania materiál hneď a nedosahuje požadovanej farebnosti. Omak bavlneného materiálu sa nemení po pôsobení laserové ožiarenia pri intenzite 30, 50 a 100 μs .

U polyesterového materiálu bola farebnosť dosiahnutá už pri nižšej dávke ako u bavlneného materiálu. Na prípravu disperzie bolo použito 2 g na 100 ml vody. Prvé výsledky ukázali, že u polyesterového materiálu je dosiahnutá farebnosť výrazná. Boli použité vyššie intenzity jedného ožarovaneého cyklu, ale aj nižšie intenzity opakovaných cyklov ožarovania. Bolo to z dôvodu výrazných zmien na povrchu polyesterového materiálu, ale i podľa poklesu mechanických vlastností tohto textilného materiálu. Mikroskopické snímky ukázali, že vnútorná štruktúra vlákien polyesterového materiálu po pôsobení laserového žiarenia u intenzity vyššej ako 100 μs sa výrazne mení na roztavenú plochu.

U všetkých postupoch farbenia bolo dokázané, že farbivá po pôsobení laserového žiarenia sa naviažu na vlákna a majú dobrú stálosť aj po vypraní textilného materiálu. Na základe výsledkov jednotlivých vlastností a jednoduchej manipulácií s laserovým zariadením by táto technológia bola vhodná pre malé série výroby z hľadiska ekonomického a časového. Výsledky experimentov poskytujú ďalšie možné postupy farbenia a hodnotenia ďalších dôležitých vlastností textilného materiálu.

15 Zoznam literatúry

- [1] Kryštůfek, J., Machaňová, D., Odvárka, J., Prášil, M.: *Technologie zušlechťování*, skriptum TU Liberec 2002, ISBN 80-7083-560-5
- [2] Prášil, M., Šašková, J.: *Potiskování textilií*, skriptum TU Liberec, 2008, ISBN 978-80-7372-330-9
- [3] *Ostazin*, Reaktivní farbivá v textilnom tisku, Pardubice, Združenie pre odbyt dechtových barviv
- [4] Kryštůfek, J., Wiener, J., Machaňová, D.: *Barvení extilí II.*, TU Liberec 2011, ISBN 978-80-7372-796-3
- [5] Kryštůfek, J., Wiener, J.: *Barvení textilií I.*, skriptum TU Liberec, 2008, ISBN 978-80-7372-328-6
- [6] *Ostazin*, Ostazinová barviva v barvení, Pardubice, Združenie pre odbyt dechtových barviv
- [7] *Barvení bavlny reaktivními barvivy* [online]. [cit. 20 decembra 2015]. Dostupné z: <http://dspace.vutbr.cz/bistream/handle/11012/13877/diplomov%C3%A1%20pr%C3%A1ce.pdf?sequence=1>
- [8] *Ostacet*, Ostacetová barviva, Pardubice, Združenie pre odbyt dehtových barviv
- [9] *Polyesterové vlákna*, Škola textilu [online]. [cit. 20. Decembra 2015]. Dostupné z: <http://www.skolertextilu.cz/elearning/467/textilni-terminologie-zboziznalstvi/vlakna-prize-a-nite/Polyesterova-vlakna.html>
- [10] *Disperzné farbivá* [online]. [cit. 20. Decembra 2015]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/423329/prif_b/Bakalarska_praca_verzia_2.3.pdf
- [11] Dembický, J., Kryštůfek, J., Machaňová, D., Odvárka, J., Prášil, M., Wiener, J.: *Zušlechťování textilií*, skriptum TU Liberec 2008, ISBN 978-80-7372-321-7
- [12] Wiener, J., *Printig on textiles*, Prednáška. Liberec: TUL, 2015
- [13] *Laser*, Referaty [online]. [cit. 12. januára 2016]. Dostupné z: <http://referaty.aktuality.sk/laser/referat-24879>
- [14] Dohnal, M.: *Lasery a jejich aplikace v polygrafii*, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. 119 s.
- [15] Reichl, J., Všetická, M.: *Encyklopedie fyziky*, Výhody svetelného paprsku laseru [online]. [cit. 10 novembra 2017]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=782>

- [16] Kusala, J.: *Součást vzdělávacího programu Svět energie* [online]. Lasery kolem nás [cit. 11. novembra 2017].
Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/laser/k23.htm>
- [17] Šulc, J.: *Průmyslové aplikace laserových systémů* [online]. [cit. 15. mája 2017].
Dostupné z: <http://www.plslaser.cz/pdf/prumysl.pdf>
- [18] Vrbová, M., Jelínková, H., Gavrilov, P.: *Úvod do laserové techniky*, Vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1994. 233 s.
- [19] *Obrábanie laserom* [online]. [cit. 12. januára 2016].
Dostupné z: https://sk.wikipedia.org/wiki/Obr%C3%A1banie_laserom
- [20] Removal of the indigo color by laser beam–denim interaction, Sciencedirect [online]. [cit. 23. novembra 2017]. Dostupné z:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143816600000877>
- [21] Sodomka, L.: *Struktura, vlastnosti, diagnostika a nové technologie oddělovaání, spojování a pojení textilií*, TU Liberec, 2002, ISBN 80-7083-645-8
- [22] *The comparison of laser surface designing and pigment printing methods for the product quality*, Sciencedirect [online]. [cit. 23. mája 2015].
Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030399206001010>
- [23] *Effect of Laser CO₂ Irradiation on Various Properties of Polyester Fabric: Focus on Dyeing* [online]. [cit. 23. mája 2017]. Dostupné z:
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/app.34930/abstract>
- [24] Frydecká, E., Vaňová, J., Krotký, S.: *Textil- Technika- Současnost*, Vyd. 1. 260, V Libereci : Technická univerzita, 2005.
- [25] *CO₂ laser modification of synthetic fibres* [online]. [cit. 23. mája 2015].
Dostupné z: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/5399?locale=fr>
- [26] *Zrak, Lidské smysly* [online]. [cit. 7. novembra 2015].
Dostupné z: <http://www.lidske-smysly.wbs.cz/Zrak.html>
- [27] Vík, M.: *Koloristika-Fyziologie vnímání barev*. Přednáška. Liberec: TUL, 2013.
- [28] *Altaran* [online]. [cit. 20. decembra 2015].
Dostupné z: <http://www.chemotex.cz/altaran-s-8.html>
- [29] *Močovina, Uhličitán sodný, Hydroxid sodný*, Lachner [online]. [cit. 11. januára 2016]. Dostupné z: <http://www.lach-ner.com/chemikalie/c-283439/>
- [30] *Dithioničitan sodný* [online]. [cit. 11. januára 2016].
Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Dithioni%C4%8Ditan_sodn%C3%BD

[31] *Syntapon ABA* [online]. [cit. 11. januára 2016].

Dostupné z: <http://www.enapol.cz/eshop-syntapon-aba.html>

[32] Vik, M.: *Kolorimetrie- KME3*. Přednáška. Liberec: TUL, 2013.

[33] *Spektrofotometria* [online]. [cit. 10. apríla 2016].

Dostupné z: <https://sk.wikipedia.org/wiki/Spektrofotometria>

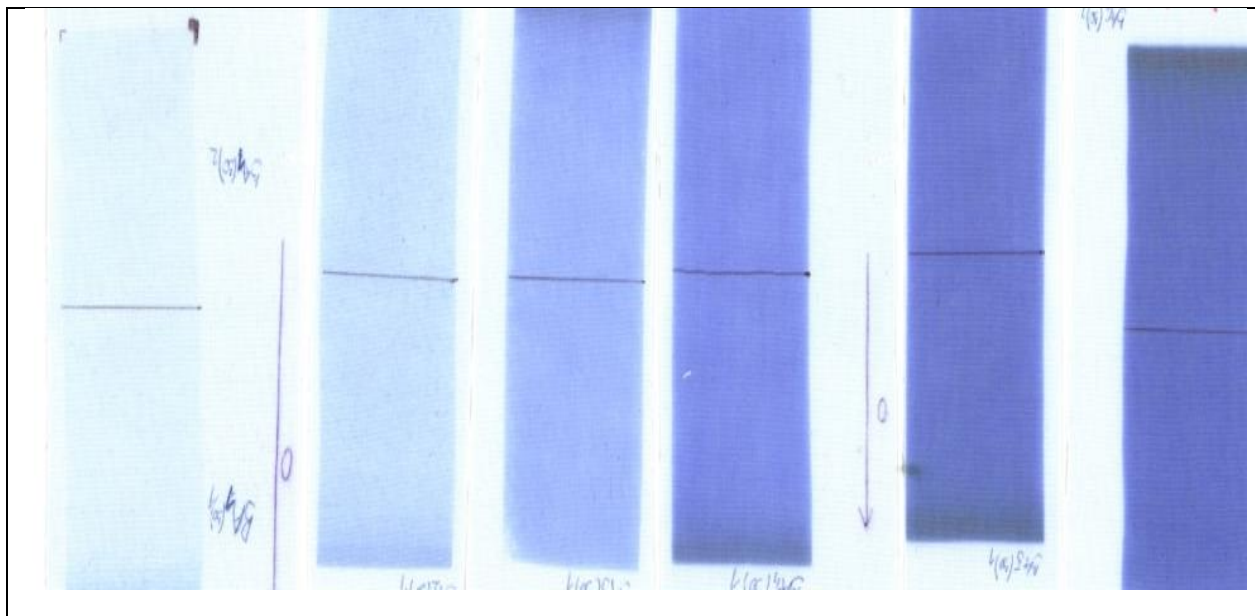
[34] *Tescan digital microscopy imaging*, Rastrovací elektronový mikroskop VEGA TS 5130, Technický popis a návod k obsluze

[35] Easy Laser, S. L.: GFK, Easymark 2007, EL Rev 2.0, 2006

16 Příloha

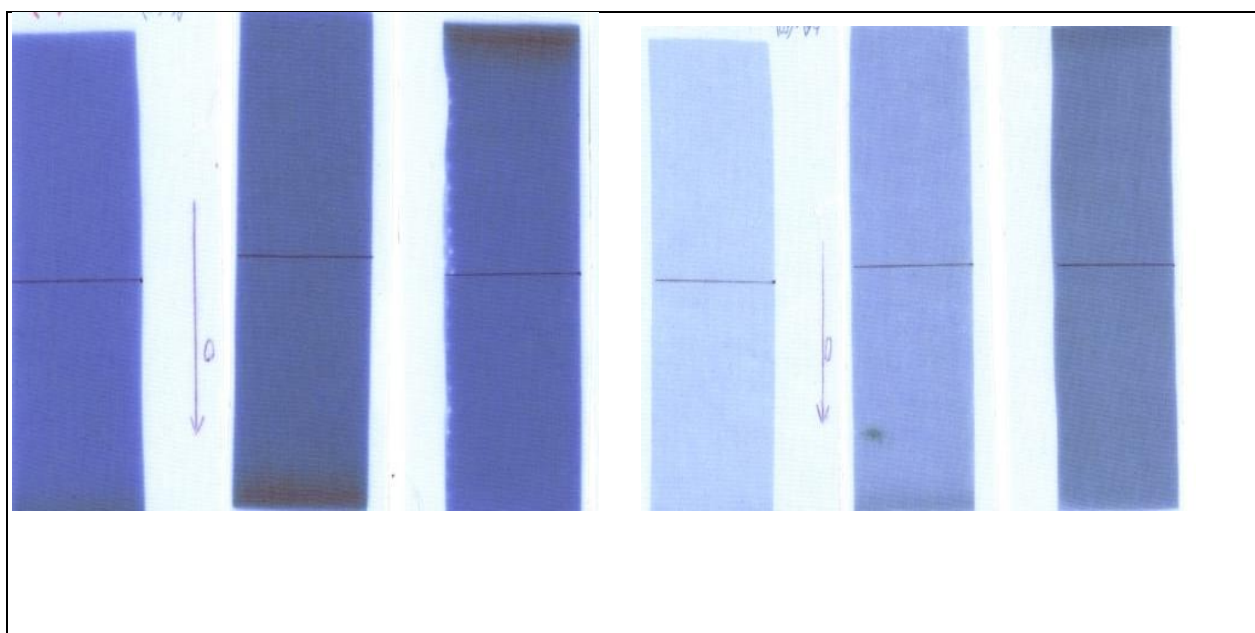
Naskenované vzorky bavlneného materiálu s popisem použitých intenzí

1 x 30	2 x 30	3 x 30	4 x 30	5 x 30	6 x 30
--------	--------	--------	--------	--------	--------



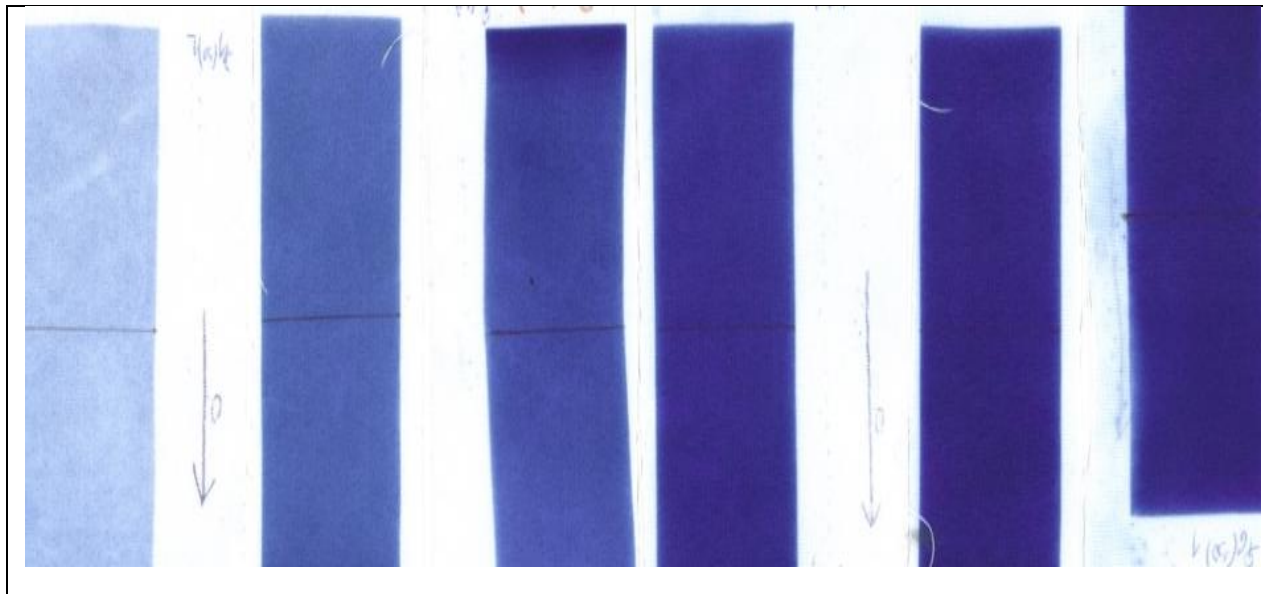
Naskenované vzorky bavlneného materiálu s popisem použitých intenzí

7 x 30	8 x 30	9 x 30	1 x 50	2 x 50	3 x 50
--------	--------	--------	--------	--------	--------



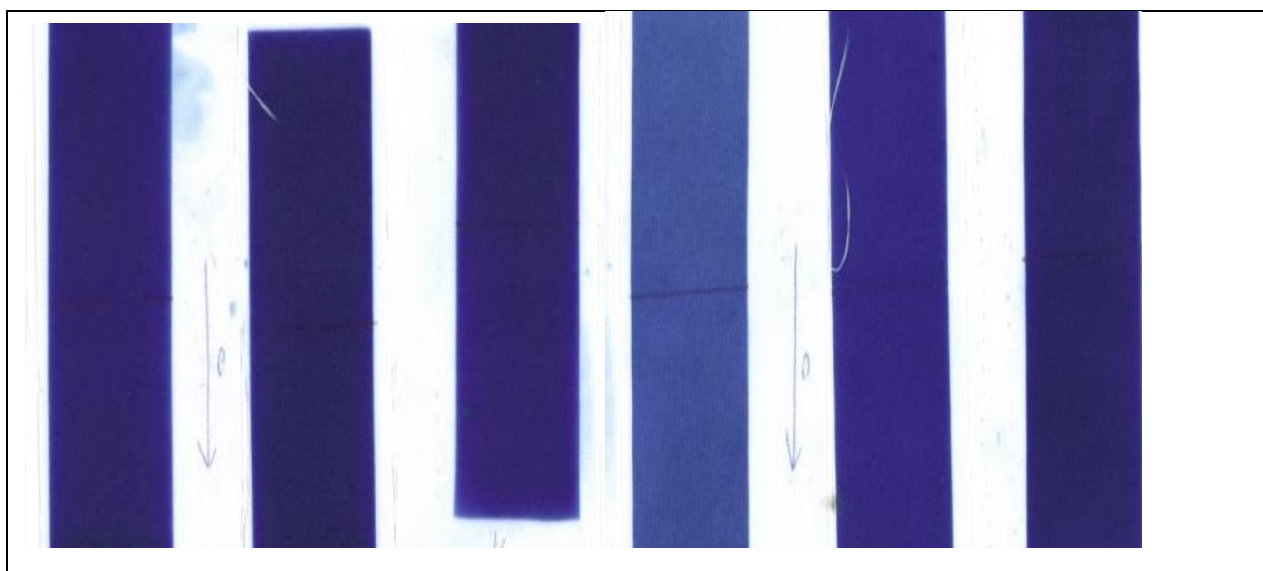
Naskenované vzorky polyesterového materiálu s popisom použitých intenzít

1 x 30	2 x 30	3 x 30	4 x 30	5 x 30	6 x 30
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------



Naskenované vzorky polyesterového materiálu s popisom použitých intenzít

7 x 30	8 x 30	9 x 30	1 x 50	2x 50	3 x 50
---------------	---------------	---------------	---------------	--------------	---------------



Použité násobky k jednotlivým intenzitám

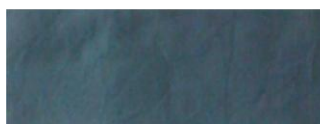
Bavlnený materiál



7x30



4x50



2x100



1x200

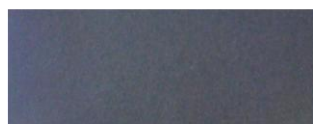
Polyesterový materiál



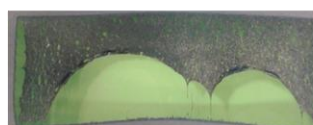
5x30



3x50



2x75



1x150