

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek
Oddělení syntetických polymerů, vláken a textilní chemie

Studium mechanických vlastností kloboučnické plsti
Diplomová práce

Autor: Bc. Klára Stanková
Vedoucí práce: Ing. Michal Černý, Ph.D.

2018

University of Pardubice
Faculty of Chemical Technology
Institute of Chemistry and Technology of Macromolecular Materials
Department of Synthetic Polymers, Fibers and Textile Chemistry

Study of Mechanical Properties of Felt Hats
Diploma Thesis

Author: Bc. Klára Stanková
Supervisor: Ing. Michal Černý, Ph.D.

2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Klára Stanková**
Osobní číslo: **C15530**
Studijní program: **N2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Vlákna a textilní chemie**
Název tématu: **Studium mechanických vlastností kloboučnické plsti**
Zadávající katedra: **Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

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

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na problematiku výroby a barvení kloboučnické plsti.
2. Vyberte vhodná textilní barviva včetně textilních pomocných prostředků.
3. Studujte mechanické vlastnosti kloboučnické plsti v průběhu výroby a barvení. Sledujte vliv textilních pomocných prostředků a elektrolytů na laboratorní barvení plsti.
4. Při vyhodnocování kloboučnické plsti se zaměřte také na vliv plasmatické úpravy plsti na výsledné mechanické i koloristické vlastnosti plsti. Výsledky barvení vyhodnoťte standardními koloristickými metodami.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Michal Černý, Ph.D.

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Datum zadání diplomové práce: **2. prosince 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **4. července 2018**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

Ing. David Veselý, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 8. 1. 2019

Klára Stanková

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Michalovi Černému, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady a konzultace při jejím zpracování. Mé poděkování také patří Ing. Luboši Prokūpkovi, Dr. za pomoc při měření na přístroji Instron 5500R. Poděkování patří také doc. Ing. Ladislavu Burgertovi, CSc. a Ing. Petře Bayerové, Ph.D. za poskytnutí odborných publikací. Děkuji za možnost provést měření SEM v Centru materiálů a nanotechnologií za finanční podpory MŠMT prostřednictvím projektů CZ.1.05/4.1.00/ 11.0251 a LM2015082. Rovněž děkuji Textilní fakultě Technické univerzity Liberec za možnost změření prodyšnosti. Mé poděkování patří také firmě Tonak, a.s., především Ing. Milanu Kalíškoví za poskytnutí podkladů a materiálů pro vypracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Tomáši Havlíkovi za pomoc při textových korekturách a jazykových úpravách. V neposlední řadě bych ráda poděkovala mé rodině a mým blízkým přátelům za podporu během celého studia.

Souhrn a klíčová slova

Tato diplomová práce se zabývá hodnocením plasmaticky upravené králíčí plstí v porovnání se standardně mořenou plstí kyselinami. Pro porovnání byla ve stejných parametrech hodnocena i vlněná plst. Byl porovnáván také vliv celkové doby barvení. a povrchové úpravy – hladký, zámiš, a velur.

Byly měřeny a hodnoceny změny mechanických vlastností – meze pevnosti a tažnosti, rovněž také plošná hmotnost a prodyšnost. U králíčí i vlněné plsti byla sledována změna barevnosti nejen u surového materiálu králíčí a vlněné plsti, tak i u průmyslově a laboratorně obarvených vzorků.

Měření na rastrovacím elektronovém mikroskopu bylo porovnáváno pouze na začátku výrobního procesu a na konci, dále pak porovnání s žlutě a černě vybarvenými vzorky. Opět byly mezi sebou porovnávány dva stejné vzorky s odlišnou úpravou během průmyslového zpracování.

Klíčová slova

Plst', plstění, králíčí plst', vlněná plst', plazmová úprava, kyselá barviva

Summary and Key Words

This thesis concerns the evaluation of plasma adapted rabbit felt in comparison with felts that were stained by acids in standard way. The comparison included also the wool felt evaluated in the same parameters. The influence of total dyeing time and surface lay-out (smooth surface, doeskin, velour) were considered too.

The changes in mechanical qualities were measured – strength and ductility limits as well as flat weight and permeability. The chromaticity changes were evaluated not only by rabbit and fur felt, but also by industrially and lab colored samples.

The scanning electron microscope observing was compared only at the beginning and at the end of the process, then the comparison with yellow and black dyed samples. Again, two same samples with different industrial processing treatment were compared.

Key Words

Felt, felting, rabbit felt, fur felt, wool felt, plasma treatment, acid dyes

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod..... | 12 |
| 2 | Teoretická část | 13 |
| 2.1 | Plstěný materiál..... | 13 |
| 2.1.1 | Králičí plst' | 13 |
| 2.1.2 | Vlněná plst'..... | 15 |
| 2.1.3 | Postup průmyslové výroby plsti | 16 |
| 2.1.4 | Technologie výroby kloboučnických plstí..... | 22 |
| 2.2 | Barvení plsti kyselými barvivy | 25 |
| 2.2.1 | Barvení surového polotovaru | 26 |
| 2.2.2 | Konusový barvicí aparát | 26 |
| 2.2.3 | Otevřený barvicí aparát..... | 27 |
| 2.2.4 | Laboratorní barvicí aparát Ahiba Turbomat | 27 |
| 2.2.5 | Kyselá barviva | 28 |
| 2.2.6 | Textilní pomocné prostředky a jejich vliv na barvení | 29 |
| 2.3 | Hodnocení plstěného materiálu | 29 |
| 2.3.1 | Meze pevnosti a tažnosti..... | 29 |
| 2.3.2 | Plošná hmotnost..... | 30 |
| 2.3.3 | Prodyšnost..... | 30 |
| 2.3.4 | Objektivní hodnocení barevnosti | 30 |
| 2.3.5 | Snímání povrchu plsti pomocí Rastrovacího elektronového mikroskopu | 32 |
| 3 | Experimentální část..... | 34 |
| 3.1 | Textilní plstěné materiály | 34 |
| 3.2 | Seznam použitých chemikálií | 35 |
| 3.3 | Seznam použitých textilních pomocných prostředků | 35 |
| 3.4 | Seznam použitých barviv | 35 |
| 3.5 | Použité přístroje | 35 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.6 | Mechanické zkoušky na univerzálním zkušebním stroji INSTRON | 36 |
| 3.7 | Měření plošné hmotnosti | 36 |
| 3.8 | Měření prodyšnosti | 37 |
| 3.9 | Průmyslové barvení králíčí a vlněné plsti kyselými barvivy | 38 |
| 3.10 | Laboratorní barvení králíčí plsti kyselými barvivy..... | 38 |
| 3.11 | Měření barevné odchylky a síly vybarvení..... | 41 |
| 3.12 | Měření na rastrovacím elektronovém mikroskopu | 41 |
| 4 | Vyhodnocení a diskuze | 42 |
| 4.1 | Mechanické zkoušky králíčí plsti Henry ex a Henry ex plazma..... | 42 |
| 4.1.1 | Vliv rychlosti trhání u králíčí plsti | 42 |
| 4.1.2 | Vliv přípravy vzorků (ruční stříh vs. raznice)..... | 44 |
| 4.1.3 | Porovnání mechanických vlastností v různých fázích výroby..... | 46 |
| 4.1.4 | Vliv vybarvení do žlutého odstínu na mechanické vlastnosti..... | 48 |
| 4.1.5 | Vliv černého vybarvení na mechanické vlastnosti plsti..... | 49 |
| 4.1.6 | Hladká úprava u plsti vybarvené do žlutého odstínu | 50 |
| 4.1.7 | Hladká úprava plsti vybarvené do černého odstínu | 50 |
| 4.1.8 | Zámišová úprava plsti vybarvené do žlutého odstínu..... | 50 |
| 4.1.9 | Zámišová úprava plsti vybarvené do černého odstínu | 51 |
| 4.1.10 | Velurová úprava plsti vybarvené do žlutého odstínu..... | 51 |
| 4.1.11 | Velurová úprava plsti vybarvené do černého odstínu..... | 52 |
| 4.2 | Mechanické zkoušky vlněné plsti | 53 |
| 4.2.1 | Porovnání rychlosti trhání u vlněné plsti | 53 |
| 4.2.2 | Porovnání mechanických vlastností vlněné plsti v různých fázích výroby | 54 |
| 4.2.3 | Vliv vybarvení do žlutého odstínu na mechanické vlastnosti vlněné neupravené či upravené plsti | 54 |
| 4.2.4 | Vliv doby barvení vlny na černě obarvený neupravený či upravený vlněný plstěný materiál..... | 55 |
| 4.3 | Měření plošné hmotnosti králíčího a vlněného plstěného materiálu | 56 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3.1 | Plošná hmotnost králičí plsti..... | 56 |
| 4.3.2 | Plošná hmotnost vlněné plsti | 57 |
| 4.4 | Měření prodyšnosti | 57 |
| 4.4.1 | Srovnání prodyšnosti králičí plsti v různých fázích výroby | 58 |
| 4.4.2 | Prodyšnost povrchově neupravené králičí plsti v průběhu barvení do žlutého a černého vybarvení..... | 58 |
| 4.4.3 | Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené hladké úpravy | 59 |
| 4.4.4 | Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené plsti se zámišovou úpravou | 60 |
| 4.4.5 | Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené velurové úpravy..... | 60 |
| 4.4.6 | Porovnání prodyšnosti černého vybarvení u povrchových úprav..... | 61 |
| 4.4.7 | Prodyšnost vlny v různých fázích výroby..... | 62 |
| 4.4.8 | Porovnání prodyšnosti upravené vlny žlutě a černě vybarvené..... | 62 |
| 4.5 | Vliv plazmatické úpravy na barevnost surové králičí plsti..... | 63 |
| 4.6 | Hodnocení barevnosti průmyslově vybarvených vzorků králičí plsti..... | 64 |
| 4.6.1 | Vliv plasmatické úpravy na barevnost obarvené králičí plsti..... | 64 |
| 4.6.2 | Porovnání změny barevnosti žlutého vybarvení u povrchových úprav králičí plsti Henry ex a Henry ex plasma..... | 65 |
| 4.6.3 | Porovnání změny barevnosti černého vybarvení u povrchových úprav králičí plsti Henry ex a Henry ex plasma..... | 67 |
| 4.7 | Změna barevnosti v průběhu barvicího procesu u vlněné plsti včetně vlivu povrchové úpravy | 68 |
| 4.8 | Vliv TPP na změnu barevnosti laboratorně vybarvených vzorků králičí plsti | 69 |
| 4.9 | Měření na rastrovacím elektronovém mikroskopu | 70 |
| 5 | Závěr | 73 |
| | Seznam použité literatury | 76 |
| | Seznam obrázků..... | 78 |
| | Seznam tabulek | 80 |

1 Úvod

Králičí a vlněná plst' patří mezi netkané textilie. Plst' je materiál s hustě propletenými vlákny. Během technologického procesu výroby králičích a zaječích plstí se běžně k úpravě kožek používají kyseliny. Tento proces však není příliš ekologicky šetrný, proto se v technologii zkouší místo kyselin použít plazma. Plazmová úprava je nejen šetrnější k životnímu prostředí, ale i k lidskému faktoru v porovnání s klasickým chemickým procesem, který materiály upravuje. Pomocí plazmy dochází ale pouze k povrchové úpravě vláken.

Tato diplomová práce se zabývá studiem vlivu typu plstění na mechanické vlastnosti plsti včetně vlivu změn této úpravy na proces barvení. Pro porovnání byla použita králičí plst' upravená chemickým mořením nebo plazmaticky. Následně byla takto upravená plst' barvena v průmyslových i laboratorních podmínkách. Pro barvení byla použita silně kyselá textilní barviva standardně využívaná pro barvení plstí. V laboratorních podmínkách byl navíc sledována změna barvicího procesu na výsledné barvení. Pro porovnání byla v průmyslovém měřítku použita i vlněná plst'. Ve všech krocích úpravy plstěného materiálu byly sledovány hodnoty pevnosti, plošné hmotnosti, prodyšnosti a u barveného materiálu také vliv síly vybarvení a změny odstínu na výsledné vybarvení. Část diplomové práce je věnována vlně. Stejně jako u králičí plsti i u vlny byla měřena pevnost, plošná hmotnost, prodyšnost a barevná diference.

Králičí plst' byla i laboratorně barvena dle postupu průmyslového barvení. Jak se předpokládalo, plst' mořená chemikáliemi byla o něco lépe barvitelná, jelikož v plsti zůstávaly zbytky kyselin a kyselá barviva proto lépe chytala. Tento rozdíl ale nebyl markantní, dá se říci zanedbatelný. Cílem práce bylo porovnat tyto dva materiály mezi sebou, zda je v budoucnu plazmový způsob nahraditelný a lze tedy opustit kyselé moření.

2 Teoretická část

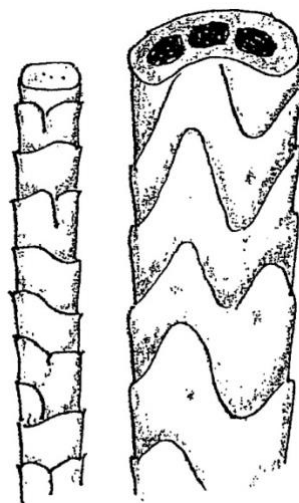
2.1 Plstěný materiál

Plst' je plošná, netkaná textilie, vyrobená především z přírodních vláken živočišného původu. Od ostatních materiálů liší tím, že je vyrobena z nesčetných krátkých živočišných vláken, které jsou vzájemně propojeny svou přirozenou vlastností – plstivostí, kdy se hněte a manipuluje s horkou vodou a párou. [1]

Plstivost je ovlivněna povrchovými, fyzikálními a chemickými vlastnostmi vláken. Plstivost je výhodnou vlastností při výrobě plstí. U vlny je její výborná plstivost, vyjma výroby plstí, nežádoucí, proto se vlna často podrobuje neplstivé úpravě. [2]

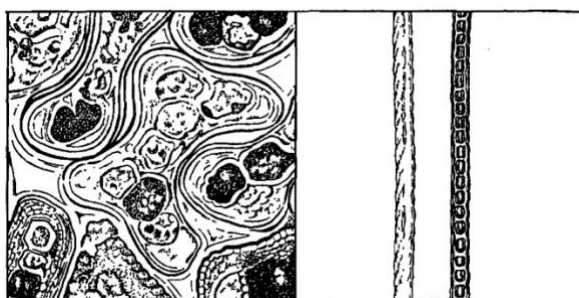
2.1.1 Králíčí plst'

Králíčí plst' se zpracovává především pro výrobu klobouků, protože králíčí srst je po chemické úpravě velmi dobře plstivá. Králíčí plst' se získává z různých druhů králíků, včetně divokých zajíců. Srst králíka je velmi jemná a podle délky chlupů se dělí na několik skupin – pesíky, polopesíky a podsady. Delší pevné ostré pesíky slouží jako ochrana králíka, lze vidět na následujícím obrázku, a v textilním průmyslu se využívají pro svou pevnost a dodávají příjemný vzhled materiálu. Pod touto vrstvou je podsada, která se v textilním průmyslu využívá pro svou hřejivost a hebkost. Rozměry králíčích vláken se liší, ale obecně platí, že pesíky mohou být delší než 7,5 cm, jemnější je podsada, jehož délka bývá pod 20 mm. Oba typy těchto chlupů jsou v textilním průmyslu míchány tak, aby byly dosaženy požadované vlastnosti materiálu. [3, 4]



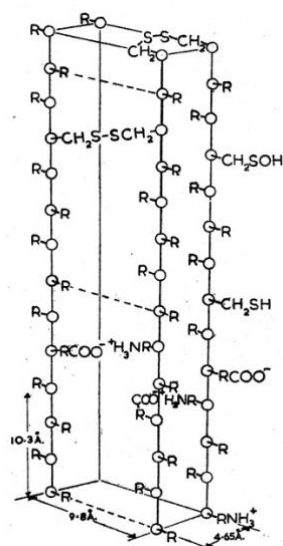
Obrázek 1: Chlup králíčí srsti [3]

Většina králičích vláken se využívá právě na plstě a jsou plstěny bez nutnosti být spřádány a tkány. Chlupy podsady jsou na průřezu oválné, kdežto průřez pesíku připomíná tvar činky. To je možné vidět na následujícím obrázku. Šupiny na povrchu podsady jsou jednotvárné ve tvaru, moc se tvarově ani velikostně neliší. Každá šupina se rozprostírá přibližně po polovině obvodu vlákna. Kdežto šupiny u pesíků mají zoubkaté okraje a po obvodu vlákna stoupají šikmo. [4]



Obrázek 2: Králičí chlup a jeho řez [4]

Králičí plst' není přirozeně plstivá a aby bylo možné dosáhnout plstivosti, je potřeba narušit strukturu chlupů. U živočišných vláken tvoří základní hmotu všech živočišných vláken bílkovinná látka zvaná keratin. Ta obsahuje asi 50 % uhlíku, 21-24 % kyslíku, 15-21 % dusíku, 6-7 % vodíku a 2-4 % síry. Králičí plst' je velmi jemná a na omak je velmi příjemná. [1, 4, 6]



Obrázek 3: Struktura keratinu [7]

Chemické plstění králičí plsti

Struktura chlupů je narušena chemikáliemi – kyselinami a proces se nazývá moření. Králičí kůže jsou mořeny směsí kyseliny sírové a dusičné. Po aplikování kyselin se musí

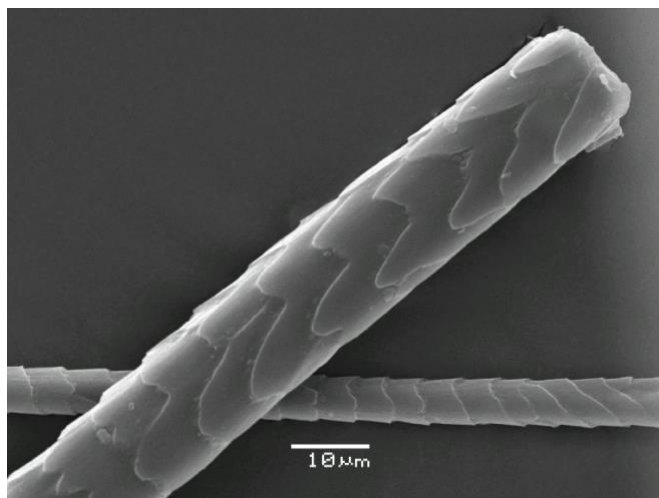
kožky zasušit. Výhodou pro další zpracování kožek je zbytková kyselost v plsti, což je přínosné pro následné barvení kyselými barvivými. [1, 6]

Plazmová úprava plsti

Mezi elektrické metody oddělování, spojování a pojení textilií, v tomto případě pouze plstění, lze také zařadit plazmové metody pojení textilií, které pracují s elektricky silně vodivým plynovým prostředím, které se nazývá plazma. Plazma je složitou soustavou pohybujících se nabitých částic, které jsou nábojově vyrovnané, a tak jako celek působí neutrálně. Kožky jsou opracovávány speciálními elektrickými výboji, které generují elektrické plazma. [8, 9]

Ošetření plazmou je čistě povrchová úprava, pro úpravu textilií se používá studená plazma za atmosférického tlaku, která narušuje kovalentní vazby na povrchu textilie a tím je možné docílit požadovaných vlastností, jako je například dobrá nasákavost, barvitelnost, či potisknutelnost. [10]

2.1.2 Vlněná plst'



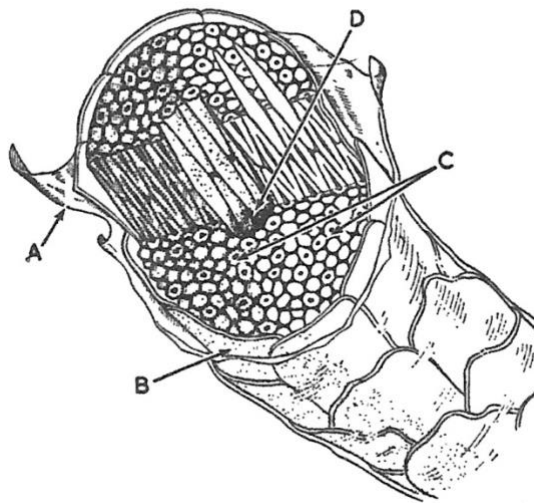
Obrázek 4: Vlněné vlákno, šupinková struktura [11]

Vlna je přírodní surovina získávaná ze srsti ovcí. Vlna je jedna z prvních látek, která byla spřádána do přízí a je to jedno z nejrozšířenějších textilních vláken před průmyslovou revolucí. Dříve se ovčí srst skládala z delších pesíků a prachové podsady a v průběhu času se ovčí srst vyvinula ve prospěch jemné podsady. Ve Španělsku byly vyvinuty ovce rodu Merino, jejichž srst neobsahuje žádné dlouhé pesíky a tato vlna je ve světové produkci brána nejceněnější. Největší podíl produkce je v Austrálii. Vlněná vlákna jsou velmi kvalitní a dosud se nepodařilo, aby byla uměle vytvořená vlákna, která by dosahovala takových vlastností, jako vlna. Vlna má schopnost být tvarována teplem a vlhkem, má dobré absorpční schopnosti,

výborně drží teplo, je dobře plstivá a snižuje hořlavost. Vlněná plst' je tvořena tím, že šupinky vlněných vláken do sebe patřičnou úpravou zaklesnou a vytvoří tak hustou síť. Plstění je jedno z nejstarších metod výroby látek. [12]

Vlastnosti vlněné plsti

Vlněná vlákna jsou jemná. Vlněná plst' se používá spíše na volné oděvy, protože vlněná plst' postrádá flexibilitu a elasticitu látek. Používá se však široce v odvětvích, hlavně v kloboučnickém průmyslu, dále pantofle, dekorace a praporečky. Vlněné plsti mají tu vlastnost, že se netřepí a nerozplétá se, a proto se nemusejí zapošívát, aby se netřepily okraje. Plst' je málo pružná, pevná a není tolik elastická. [12]



Obrázek 5: Vlněné vlákno, A – vnější obal, B – šupiny, C – korová vrstva, D – dřev [4]

2.1.3 Postup průmyslové výroby plsti

Na začátku výroby plsti je důležité si suroviny nejdřív připravit. Příprava surovin pro výrobu plsti zahrnuje zušlechtění kožek, což znamená mechanicky a chemicky připravit chlupy k plstění.

Zušlechtování kožek

K výrobě se používají kožky králíka domácího a divokého včetně zajíce, které jsou určeny pro kloboučnický průmysl a obecně se jim říká kožky postříhové. Hlavním účelem této operace je, aby kožky byly zbaveny nežádoucích částí a připravit je pro další plynulé zpracování. Zušlechtování kožek vyžaduje tyto operace: [1]

- vlhčení
- částečné odstranění tuku z řemene, odřezání hlavy, běhů, ohonu a rozřezání

- třídění kožek na normální, mastné a tvrdé
- přeprava kožek

Mechanická a chemická příprava chlupů k plstění

V této fázi dochází k odstranění nežádoucích nečistot, zejména rostlinných zbytků, hrubého prachu, trusu, krve a pesíků. Chemickou přípravou chlupů k plstění dochází k narušení chemické struktury působením chemikálií tak, aby byl zajištěn dobrý plstící a valchovací proces. Jako první se kožka musí vyčistit od všech nežádoucích nečistot, jako jsou zbytky slámy, trus, prach, rozčesat zbytky krve a docílit požadované čistoty a rozvolněnosti chlupů na celé ploše kožky. Dále jsou odštířeny pesíky. Takto připravené kožky jsou připraveny k moření.

Moření je u králíčích a zaječích kožek velmi důležité, jelikož králíčí a zaječí chlupy nejsou přirozeně plstivé, na rozdíl od vlny, která je přirozeně plstivá, a proto tyto chlupy vyžadují zvláštní chemické zpracování, které se nazývá moření neboli karotování. Při moření dochází ke zvýšení plstící a valchovací schopnosti chlupů působením mořicí lázně a následných chemických reakcí probíhajících v chlupu. Dochází k hydrolytickému štěpení keratinu, který se dále rozkládá na různé druhy aminokyselin, z čehož nejdůležitější je cystin, který obsahuje síru. Cystin je zapojen do polypeptidického řetězce keratinu příčnou vazbou a tvoří cystinový můstek mezi oběma řetězci. Rozštěpením cystinových můstků dochází k většímu uvolnění polypeptidických řetězců a tím je jim dána možnost zakrucování. [1, 2, 12]



Obrázek 6: Moření králíčích kožek [13]

Namořené kožky jsou dále sušeny v komorových nebo průběžných sušárnách. Aby došlo ke správnému průběhu chemické reakce je potřeba dodržet stanovené teploty. U bílých kožek je teplota okolo 50-60 °C a u ostatních 70-80 °C. Sušení je efektivnější v průběžných sušárnách. [1]



Obrázek 7: Vkládání namořených kožek do průběžné sušárny [13]

Usušené kožky jsou tvrdé a pokroucené, a proto se musí navlhčit, aby nedošlo k lámání. Kožky se musí také vykartáčovat, aby došlo k rozvolnění a rozčesání chlupů, které se slepily mořidlem. [1]



Obrázek 8: Odebírání kožek z průběžné sušárny a rovnání na vozík [13]



Obrázek 9: Namořená a usušená kožka [13]

Chlupy se následně oddělují od řemene v řezacím stroji. Řemen kožky je pořezán na úzké proužky asi 1-2 mm, které jsou přímo odsávány do sběrné komory. Seřezané chlupy sjíždějí na dopravníkový pás, kde jsou vybrány malé i velké kousky kůží a nečisté chlupy. Velké kusy kůží se znovu vrací do stroje. Tyto chlupy se dále odvezou k váze a každý sáček se přesně zváží a doplní na stanovenou hmotnost, podle druhu. [1]



Obrázek 10: Vybírání kousků kůží a nečistot v nařezaných kožkách [13]

Výroba hmoty k přípravě plsti

Sestavování, čechrání a čištění směsi

Kloboukovou hmotu rozdělujeme podle použitých materiálů na chlupovou a vlněnou. Chlupová klobouková hmota je dokonale promíchaná a vyčištěná směs ze zvířecích chlupů s příměsí nebo bez příměsí syntetických vláken, která se vyrábí ve foukárně, což je samostatný výrobně technologický celek v provozu surové výroby. Aby nedocházelo ke znečišťování, zpracovávané kloboukové směsi jsou rozděleny do tří výrobních linek a sice: bílé, dále pak světlé, žluté a tmavé a nakonec barevné. Chlupová klobouková hmota se vyrábí následnými operacemi: [1]

- skladování a vychystávání materiálu
- příprava směsi
- míchání směsi poprvé
- ruční rozdělení směsi
- míchání směsi podruhé
- rozvolnění a čechrání směsi
- foukání (čištění) směsi



Obrázek 11: Načechráná směs chlupů [13]

Tvorba kloboukových směsí

Při tvorbě kloboukových směsí je rozhodující, jakého povrchu se má u hotové plstěné pokrývky hlavy dosáhnout. Jednotlivé povrchové úpravy totiž vyžadují jiné materiálové složení. Rozlišuje se proto mezi těmito základními druhy povrchu plsti, kde je nutno podotknout, že se jedná o složení pouze orientační, jelikož je ovlivňováno dalšími činiteli, jako třeba výrobní a technologické možnosti, či i požadavek zákazníka. Základní druhy povrchů plsti jsou – hladký, velurový, speciálně velurový a zámišový.

Při použití syntetických vláken musí být použita taková vlákna, která nebudou zabraňovat plsticímu a valchovacímu procesu. Zároveň musí být jemné, aby tvořila součást středu plsti. Někdy může ale dojít k jakostnímu výpadu z důvodu odlišné schopnosti přijímání barviva. [1]

Mykání směsí

Mykání směsí je způsob rozvolňování chomáčků různých druhů vláken až na jednotlivá vlákna, přičemž dochází k jejich vzájemnému promíchání, částečnému napřímení a urovnání do rovnoběžné polohy. K výrobě směsí slouží mykací stroj, který jednotlivá uskupení vláken zpracuje. [1]

Výroba vlněné kloboukové hmoty

Ovčí vlna je přirozeně plstivá, a to je žádoucí pro výrobu pokrývek hlavy. Plstivost vlny se nemusí zvyšovat žádnými chemikáliemi, tak jako u králíčích nebo zaječích chlupů. Nejvhodnější vlna je vlna merino. Ovčí vlna nesmí být příliš dlouhá, nejvhodnější je takzvaný pololetní stříh. To je první stříh vlny a od druhého stříhu celoročního jej rozeznáváme podle jemných špiček na vláknech. Celoroční stříh lze použít pouze do výrobků střední jakosti. Nejvhodnější délka vlny je do čtyř centimetrů. Vlna nesmí obsahovat žádné nečistoty, rostlinné zbytky a podobně. Směs se rovněž musí nejprve připravit a potom následuje rozvolnění a načechrání směsí. [1]

Příprava směsí lůžkováním

Pracovní prostor, kde dochází k přípravě směsí musí být nejčistším prostorem dílny. Samotná operace se skládá ze dvou částí:

- Ze sestavení materiálového lůžka
- Z maštění (špikování) navrstveného materiálu

Rozvolnění a načechrání směsi

Vlněná klobouková směs se čechrá v čechradle. Ručně se nakládá vlněná klobouková směs na vodorovný dopravník a rozvolněná a načechraná směs je obvykle vrhána proti stěně a usazuje se na podlaze. Po ukončení se rozvolněná směs vloží do žoku a přemístí se k mykacímu stroji. [1]

2.1.4 Technologie výroby kloboučnických plstí

Plástění

Při plásticím procesu vzniká prvotní polotovár plstěné pokrývky hlavy, který se nazývá plást. Plásticí proces se dělí dle druhu zpracovaného materiálu na výrobu chlupových plástů a na výrobu vlněných plástů. Chlupový plást se tvoří v plásticím stroji z přesně odvážené dávky hmoty. Rozvolňovací soustava pomocí tlaku vzduchu a zvlhčování rozfouká hmotu rovnoměrně na plásticí zvon. Plásty se balí do čtvercových plachetek. Plachetka zabraňuje vysychání a odírání plástu. Plachetky jsou stříhány z jutového plátna nebo podobného materiálu. Jednotlivé plásty se na pracovním stole nejdříve ručně stočí do tvaru šneku a vrství se na sebe ve tvaru válce uprostřed plachetky. [6]



Obrázek 12: Plástění [13]

Předplstění a plstění

Princip zplst'ování kloboučnických výrobků je založen na střídavém a neustále se opakujícím protahování a stlačování vláken během mechanického zpracování. Tlakem, jemuž je plst' vystavena ve zplst'ovacím stroji se jednotlivá vlákna deformují nestejně snadno. Vlákná, dolní části kmene pesíku a podsady, se ve směru tlaku napínají snáze než vlákna horní části kmene pesíku a podsady ve směru tlaku. Po průchodu plsti mezi válci se napětí vláken uvolní a vlákna jeví snahu smrštít se do původní délky a polohy. [6]

Používá se předplst'ovací stroj, působením tlaku a tření na smotek dochází při předplstění k vzájemnému prolnutí a propletení vláken z jednotlivých vrstev plástu. Tím se současně plást zpevňuje a zmenšuje. [6]



Obrázek 13: Předplstění [13]

Plstění ve víceválcovém stroji typu Bruyére je pokračováním plstícího procesu. Působením teploty a kyselosti lázně, tlaku a axiálního pohybu válců dochází k dalšímu proplétání vláken a tím ke zhuštění plsti. Zhuštění plsti ovlivňuje pevnost plástu. Plošné zmenšení se pohybuje v rozmezí 3 až 5 centimetrů ve směru svislém i vodorovném. [6]

Valchování polotovaru

Valchovací proces je intenzivnější způsob plstíciho procesu. Jednotlivé chlupy se mezi sebou ještě více proplétají, čímž se plst' zahušťuje a rovnoměrně zmenšuje na žádanou velikost. Zakrucování nastává při styku mořených částí vláken s mokrou parou nebo vodou vyhřátou na 70 °C. K okyselení valchovacích lázní se používá kyselina sírová, octová a mravenčí. [6]

Dohotovení surového polotovaru

Dohotovovací proces surového polotovaru je rozdělen do dvou částí – dohotovení mokrých surových polotovarů a dohotovení suchých surových polotovarů. Dohotovení mokrého surového polotovaru má za účel ukončit valchovací proces a dát surovému polotovaru konečnou kvalitu plsti, tvar a rozměry. Kvalita plsti je rozhodující ukazatel celkové kvality výrobků. Kvalita plstí se hodnotí podle pevnosti plsti, hustoty plsti, tloušťky plsti, uzavřeného povrchu plsti, utvořeného jádra plsti a čistoty plsti. Pevnost plsti je tím větší, čím lépe, dokonaleji a hustěji jsou mezi sebou prolnta a vzájemně zaklesnuta jednotlivá živočišná nebo chemická vlákna. Hustota se měří přístrojem, který vyhodnocuje průchodnost vzduchu plstí. Hustší plst' klade větší odpor a naopak. Tloušťka plsti je závislá na celkové hmotnosti výrobku a dosažené hustotě plsti. Řídká plst' má při stejné hmotnosti výrobku větší tloušťku než plst' hustá. Řídká plst' se také projevuje malou pevností. Uzavření plsti je důležité u výrobků s hladkou povrchovou úpravou. Povrch plsti musí být scelený, bez zvrásnění nebo řádkování, hladký, bez efektu pomerančové kůry. Hodnotí se pouze vizuálně a ručním ohmatem. Utvoření jádra plsti je základní podmínkou u všech druhů kloboučnických plstí. Je to díl plsti, který vyplňuje ve výrobku prostor mezi lícní a rubovou vrstvou. U vysoce kvalitních výrobků se vyžaduje, aby jádro plsti bylo husté a pevné. [6]

Škrábání a kartáčování polotovarů

Chlupy se vyškrabávají z plsti polotovarů a částečně zušlechtují ve škrabárně a kartáčovně pomocí těchto pracovních operací: [2]

- Předškrabování
- Škrábání stran
- Škrábání hlav
- Kartáčování
- Odvodňování
- Sušení

Tužení kloboučnických výrobků

Tužení je jednou z důležitých úprav, aby byl zajištěn estetický vzhled kloboučnického výrobku a jeho užitné vlastnosti. Během této operace se kloboučnické výrobky potírají tenkým filmem tužidla. Tužidlo obaluje jednotlivá vlákna a zvyšuje především jejich pružnost. [6]

Všechny materiály, použité v této diplomové práci, tuženy nebyly.

Barevná

Při barvení v kloboučnickém průmyslu se musí docílit equality vybarvení, materiál musí být dostatečně probarven, vybarvení musí být provedeno tak, aby došlo k co nejmenšímu poškození vláken, vybarvení musí být stálé a barevný odstín by se měl měnit pouze při různém osvětlení (metamerie). [6]

Barvení je věnována kapitola druhá kapitola této diplomové práce.

Tvarování polotovarů

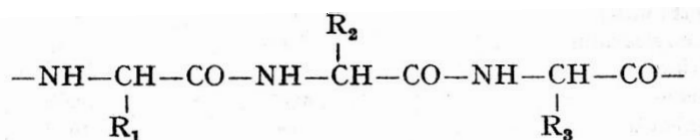
Účelem tvarovacího procesu je správným tvarovacím postupem přeměnit kuželovitý tvar polotovaru na stanovený tvar. Tvarování se provádí krátkou dobu působením horké páry a vytvarovaný polotovar na chtěný tvar je následně ochlazen. [6]

Povrchová úprava

Kloboučnické klobouky plstěné se upravují buď jako hotový výrobek anebo jako polotovar. Hotové klobouky i polotovary se vyrábí ve čtyřech základních úpravách – úprava hladká, zámišová, velurová a úprava speciálně velurová. V úpravách dostávají hotové kloboučnické výrobky nejen konečnou úpravu, ale i konečný tvar. [6]

2.2 Barvení plsti kyselými barvivy

V kloboučnickém průmyslu, kde jsou zpracovávány proteinová vlákna, se používají kyselá barviva. Barvitelnost záleží na počtu zbytkových skupin $-R$ v postranních řetězcích a na počtu aminokyselin v řetězci, které jsou mez sebou vázány v polypeptidickém řetězci. [7]



Obrázek 14: Polypeptidický řetězec u proteinových vláken [7]

2.2.1 Barvení surového polotovaru

Při barvení v kloboučnickém průmyslu se musí docílit equality vybarvení, materiál musí být plně probarven a vybarvení musí být provedeno tak, aby došlo k co nejmenšímu poškození vláken. Vybarvení musí být také stálé. Pro barvení polotovarů se používají silně kyselá barviva nebo slabě kyselá barviva. Pro barvení volného materiálu se používají slabě kyselá barviva, pro zvýšení mokrých stálostí poté kyselá metalizovaná barviva s vázaným chromem v molekule 1:2. [6]

Barvení polotovarů se provádí na dvou základních typech barvicích aparátů, lišících se podle způsobu uložení materiálu a cirkulace lázně, tzn. konusový barvicí aparát a otevřený barvicí aparát. [6]

2.2.2 Konusový barvicí aparát

V barvicích aparátech konusových se provádí barvení polotovarů natažených na děrovaných zvonech, lázeň probíhá v uzavřeném okruhu z hlavní nádrže přes čerpadlo a je protlačována pod tlakem přes polotovary a vrací se zpět do nádrže. Výhodou tohoto typu barvicího aparátu je, že barvený polotovar je po celou dobu barvení bez pohybu, takže nemůže nastat rozvolnění. Dochází také k rovnoměrnému probarvení i velmi silných a silně tužených plstí při maximálně zkrácené době barvení. Jednou z dalších výhod je možnost přerušit barvení a pokračovat v barvení následující den. Nevýhodou je, že polotovary musí mít přesný rozměr a tvar ze surové výroby. Je nutné používat barviva, která mají velmi dobrou rozpustnost a jsou bez nečistot. [6]



Obrázek 15: Uzavřený konusový barvicí aparát během barvení (vlevo) a otevřený konusový barvicí aparát s obarveným polotovarem (vpravo) [13]

2.2.3 Otevřený barvicí aparát

V barvicích lázních otevřených je barvicí lázeň opatřena různými systémy cirkulace lázně, polotovary jsou volně uloženy v lázni. Výhodou barvení v otevřených barvicích aparátech je vysoká produktivita, lze obarvit najednou až 30 kg polotovarů, což je asi 400 kusů. Další výhodou je jednoduchá obsluha stroje, může se vybarvovat jakýkoli tvar polotovarů, dokonce se můžou slučovat položky v různých velikostech a tvarech může se barvit barvivy s horší rozpustností nebo s nerozpustnými nečistotami. [6]

Nevýhodou je obtížné probarvování polotovarů, nutnost používat barviva s velmi dobrou egalizací, jedná se o zdlouhavý barvicí proces, barvicí proces se nedá přerušit, pokud by došlo k výpadku elektrického proudu musí se barvicí lázeň míchat ručně. [6]



Obrázek 16: Otevřený barvicí aparát s polotovary před přidavkem barviva [13]

2.2.4 Laboratorní barvicí aparát Ahiba Turbomat

V laboratorním barvicím aparátu Ahiba Turbomat lze barvit najednou 6 vzorků. Vzorky se musí přivázat na nosič, který je pak vložen do patry. Ahiba turbomat je opatřena magnetickým míchadlem, což znamená, že barvicí lázeň proudí skrz vzorek.



Obrázek 17: Laboratorní barvicí aparát Ahiba Turbomat [13]

2.2.5 Kyselá barviva

Kyselá barviva jsou strukturně i výrobně jednoduchá levná anionická barviva – sodné soli barevných sulfokyselin vybarvující proteinová, polyamidová vlákna a přírodní hedvábí z různě kyselých lázní. U kyselých barviv je několik podskupin, které se značně liší mokřými stálostmi. Podle potřebného okyselení se kyselá barviva dělí do třech, popřípadě čtyřech koloristických skupin. [15, 16]

Silně kyselá barviva, takzvaná egalizační, malé molekuly těchto barviv se mohou vázat s vlákny převážně jen elektrostatickou přitažlivostí barevného iontu $B-SO_3^-$ s protonizovanými aminoskupinami vlákna $R-NH_3^+$. Potřebné okyselení se při barvení pohybuje v rozmezí $pH = 2-3,5$ přísadou 2-5 % koncentrované kyseliny sírové nebo koncentrované kyseliny mravenčí. Barvení probíhá pod izoelektrickým bodem, což znamená, že barvicí lázeň má takové pH , při kterém převažují naprotonované aminové skupiny. Pro minimální poškození povrchů živočišných vláken je možné využít barvení v izoelektrické oblasti. Izoelektrický bod je zaznamenán v rozmezí pH od 3,4 do 4,8. [15, 16, 17]

Další přísadou, ne však nutnou, je síran sodný, který konkuruje iontům barviva, mírně zpomaluje sorpci, podporuje migraci a rovnoměrnost vybarvení. Přidává se jako jednoduchá egalizační přísada v dávce 5-10 %. [15, 16]

Slabě kyselá barviva se vyznačují delšími molekulami a poněkud vyššími mokrymi stálostmi. Migrační schopnost je střední. Hodnota pH lázně se pohybuje v rozmezí 4-4,5 a přidává se 1-3 % koncentrované kyseliny octové. [15, 16]

Neutrálně táhnoucí barviva jsou typická relativně s podlouhlými lineárními molekulami, u kterých se při sorpci výrazně uplatňují nepolární úseky, které jsou ve vodném prostředí zatlačovány k hydrofobním skupinám proteinů. Přidává se 3-5 % síranu nebo octanu amonného. [15, 16]

2.2.6 Textilní pomocné prostředky a jejich vliv na barvení

Textilní pomocné prostředky napomáhají probarvit materiál, usnadnit smáčení či zvýšit egalizaci barviv. V kloboučnickém průmyslu se používají Barfiol A 5, Slovaton 0, Slovafol 909 či 910 a Respumit SI. [15]

2.3 Hodnocení plstěného materiálu

Hodnocení vyrobené plsti lze rozdělit na dva základní směry. Prvním směrem je hodnocení fyzikálně mechanické vlastnosti plsti. Druhým směrem hodnocení plstí je studování následného chování plstí vůči chemikáliím, např. hodnocení výsledného vybarvení.

Mechanické vlastnosti jsou odezvou struktury vláken. Uplatňuje se zde oblast jak krystalická, tak amorfní. Krystalická oblast je velmi pevná a oblast amorfní podléhá snadno vnějším silám a dochází v ní k deformaci. Mírou silového mechanického působení v pevných látkách jsou síly působící na jednotku plochy. Látka podléhá pružné, elastické deformaci. [3, 9]

2.3.1 Meze pevnosti a tažnosti

Mechanické vlastnosti patří k nejdůležitějším vlastnostem textilních vláken. Mechanické vlastnosti podmiňují funkci odolnosti materiálu vůči působení vnějších sil. U vláken se klade důraz na pevnost a elasticitu. Kvalita plstí se hodnotí podle pevnosti plsti, hustoty plsti, tloušťky plsti, uzavřeného povrchu plsti, utvořeného jádra plsti a čistoty plsti. Pevnost plsti je tím větší, čím lépe, dokonaleji a hustěji jsou mezi sebou prolnta a vzájemně zaklesnuta jednotlivá živočišná nebo chemická vlákna.

Odolnost materiálu se nejčastěji vyjadřuje pevností v tahu, což popisuje Hookeův zákon, což je síla, která je potřebná k přetrhnutí materiálu. Vyjadřuje ho poměr napětí ku modulu pružnosti. Elasticitu vyjadřuje Youngův modul pružnosti, což je poměr napětí v tahu ku deformaci vlákna. [6, 19, 20]

2.3.2 Plošná hmotnost

Plošná hmotnost udává hmotnost vztaženou na jednotku plochy. Plošná hmotnost se vyjadřuje v g/cm².

2.3.3 Prodyšnost

Prodyšnost vzduchu textilních materiálů je charakterizována jako jejich schopnost propouštět vzduch za daných podmínek. V laboratorních podmínkách je prodyšnost měřena standardně podle normy ČSN EN ISO 9237, která definuje prodyšnost jako rychlost proudícího vzduchu přes vzorek textilie za specifikovaných podmínek pro měřenou plochu, tlakový spád a dobu. [19]

2.3.4 Objektivní hodnocení barevnosti

Pro měření remisního spektra vybarvených materiálů se nejčastěji používá systém vyhodnocování dle hodnot barevného modelu CIE L*a*b*. Kolorimetrické parametry jsou vypočítávány z trichromatických hodnot XYZ pomocí rovnic:

$$X = k \sum M_e(\lambda)R(\lambda)\bar{x}(\lambda)$$

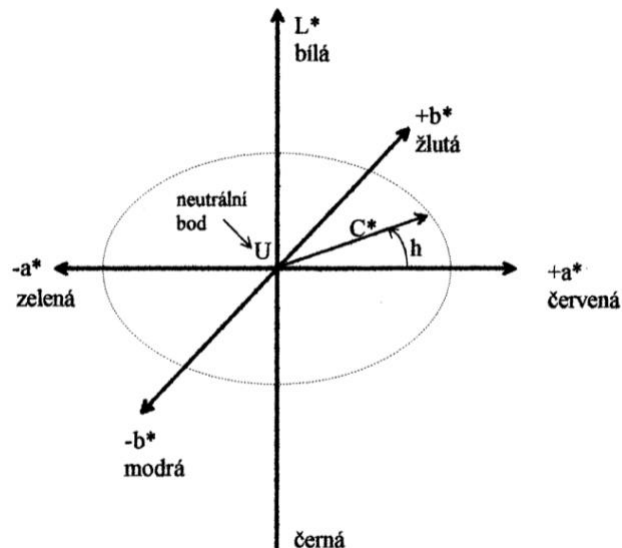
$$Y = k \sum M_e(\lambda)R(\lambda)\bar{y}(\lambda)$$

$$Z = k \sum M_e(\lambda)R(\lambda)\bar{z}(\lambda)$$

$$k = \frac{100}{\sum M_e(\lambda)\bar{y}(\lambda)}$$

Hodnota L* udává jas barvy, zda je světlá či tmavá, hodnoty se nachází v rozsahu 0 až 100. Hodnota a* udává, zda je vzorek zelený či červený. Pokud je hodnota a* kladná, jedná se o červenou barvu, pokud záporná, jedná se o zelenou barvu. Hodnota b* udává, jestli je vzorek žlutý nebo modrý. Kladná hodnota b* udává žlutou barvu, záporná modrou. Vzdálenost mezi dvěma barvami v trojrozměrném prostoru se vyjadřuje pomocí hodnoty barevné difference ΔE, pro který platí vztah: [16, 23, 22]

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$



Obrázek 18: Uspořádání barevného prostoru systému L*a*b* [23]

Na Hunterově měřítku, L značí světlost a pohybuje se od 100 pro perfektní bílou po 0 pro černou, přibližně jak by to vyhodnotilo oko. Chromaticitní rozměry ("a" a "b") dávají srozumitelná označení pro barvy následujícím způsobem: "a" značí červenou, když je kladné, šedou, když nulové a zelenou, když je záporné (negativní), "b" značí žlutou, když je kladné, šedou při nule, modrou, když je záporné. [24]

Vztah mezi světlostí "L" a rozměry chromaticity "a" a "b" na Hunterově škále a škálou CIE XYZ pro Standard CIE 2°stupňového pozorovatele a Standard CIE 10°stupňového pozorovatele z roku 1964 je následující: [24]

$$L = 100 \sqrt{\frac{Y}{Y_n}}$$

$$a = K_a \frac{X/X_n - Y/Y_n}{\sqrt{Y/Y_n}}$$

$$b = K_b \frac{Y/Y_n - Z/Z_n}{\sqrt{Y/Y_n}}$$

Kde:

- X, Y a Z jsou trichromatické hodnoty CIE
- X_n , Y_n a Z_n jsou trichromatické hodnoty pro standardní iluminanty (osvětlovače, světelné zdroje), kde Y_n je vždy shodné s 100,00 (normalizovaných) [24]

Vztahy pro výpočet síly vybarvení u jednotlivých vzorků jsou následující:

Relativní barevná síla pro reflektanci:

$$Avg = \frac{\sum_{\lambda=1}^{počet} (K/S)_{\lambda}}{počet}$$

Vážená síla pro reflektanci:

$$Wgt = \frac{\sum_{\lambda=1}^{počet} (K/S)_{\lambda} \cdot E_{\lambda} \cdot S_{\lambda}}{počet}$$

$(K/S)_{\lambda}$ Konstanty Kubelka-Munkovy rovnice

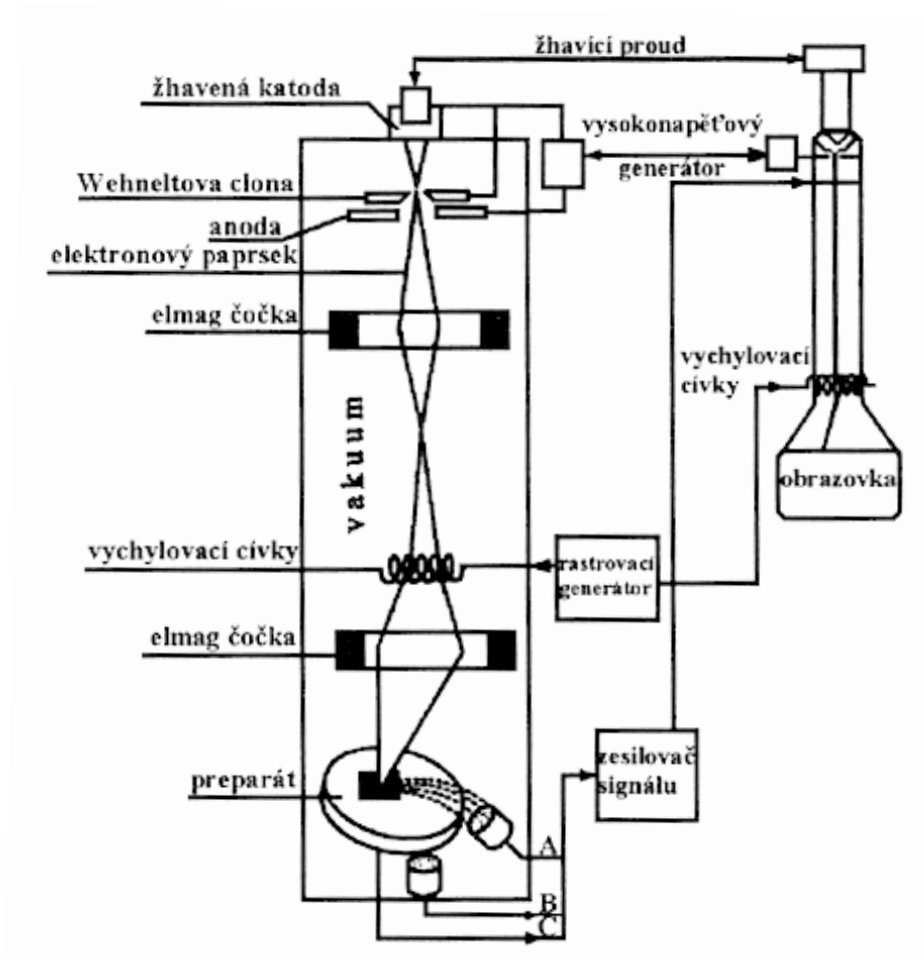
E_{λ} typ zdroje osvětlení

S_{λ} 2° nebo 10° pozorovatel

2.3.5 Snímání povrchu plsti pomocí Rastrovacího elektronového mikroskopu

Řádkovací mikroskopy (Scanning Electron Microscope – SEM nebo Scanning Transmission Electron Microscope – STEM) získávají v dnešní době čím dál větší pozornost díky jejich univerzálnosti a možnosti pozorování i poměrně velkých preparátů. Příprava preparátu k pozorování spočívá ve vakuovém pokovení pozorovaného povrchu. Zdrojem elektronového svazku je elektronová tryska. Elektromagnetické čočky soustřeďují elektrony na preparát čemuž napomáhá aperturní clona. Bod, do něhož jsou paprsky soustředěny se posunuje po preparátu systémem řádkovacích cívek. Řádkování elektronového paprsku po povrchu preparátu řídí řádkovací generátor současně s řádkováním obrazovky displeje. Odrazené, případně sekundárně emitované elektrony od preparátu, zachycuje detektor. V detektoru vzniklý proud se zesiluje a modeluje se jím jas stopy na obrazovce displeje a vznikne obraz povrchu preparátu. Rozlišovací schopnost těchto mikroskopů závisí na velikosti stopy řádkujícího paprsku, obvykle kolem 10-20 nm. [22]

Obrázek 19: Schéma rastrovacího elektronového mikroskopu [22]



3 Experimentální část

3.1 Textilní plstěné materiály

V rámci experimentální části této práce byly užity následující králíčí plsti:

- Králík tmavý (Henry ex) – plstivá úprava kyselin
- Králík tmavý (Henry ex plazma) – plstivá úprava pomocí plazmy

Fyzikálně-mechanické vlastnosti výše uvedených **králíčích plstí** byly testovány v následujících fázích:

- předplstěný plást (suché plstění)
- plstěný plást (bruyere)
- plstěný plást (mnohoválec I.)
- plstěný plást (mnohoválec II.)
- plstěný plást (mezistoupa)
- surový polotovar
- žlutě nebo černě vybarvená plst' (vliv množství barviva)
- povrchově opracovaný polotovar
 - hladký (jen u standardní doby barvení)
 - zámiš
 - velur

Kromě králíčích plstí byla testována též vlněná plst' Dido. Fyzikálně-mechanické vlastnosti **vlněné plstí** byly testovány v následujících fázích:

- předplstěný plást (mykoplástění)
- plstěný plást (bruyere)
- plstěný plást (mnohoválec valcha)
- plstěný plást (mnohoválec vyrovnání)
- plstěný plást (stoupa)
- surový polotovar
- žlutě nebo černě vybarvená plst' (vliv množství barviva)

3.2 Seznam použitých chemikálií

Tabulka 1: Seznam použitých chemikálií

| Název | Vzorec | Firma/země původu |
|---------------------------|--|-------------------|
| Síran sodný | $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ | Lach-Ner/ČR |
| Kyselina sírová 94 – 96 % | H_2SO_4 | Lach-Ner/ČR |
| Kyselina mravenčí 85 % | HCOOH | Penta/ČR |

3.3 Seznam použitých textilních pomocných prostředků

Tabulka 2: Seznam použitých textilních pomocných prostředků

| Název | Chemické složení | Charakteristika | Firma/země původu |
|--------------|--|-----------------------------------|--|
| Alvicon P96 | Kombinace Alkylarylsulfonátů a ethylenoxidových kondenzačních produktů | Anionický egalizační prostředek | Texticolor AG/ Švýcarsko |
| Slovasol 257 | Alkohol polyethylene glykol ether | Neionická povrchově aktivní látka | Slovchema distribution s.r.o./SR |

3.4 Seznam použitých barviv

Tabulka 3: Seznam použitých barviv

| Název | Color Index |
|------------------------|----------------|
| Egacid Yellow R | Acid Yellow 25 |
| Teocid blue FWL 200 % | Nezjištěno |
| Teocid schwarz N-ME | Směsné barvivo |
| Teocid gelb E-GL 200 % | Nezjištěno |

3.5 Použité přístroje

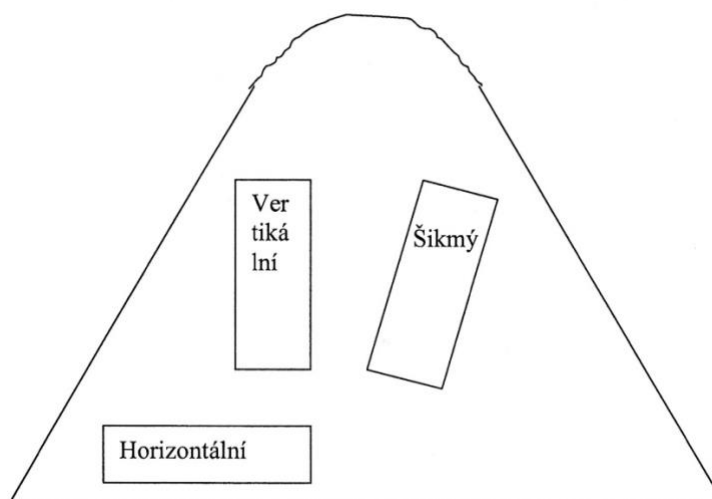
Tabulka 4: Použité přístroje

| Název | Výrobce, stát |
|---------------------------------------|--|
| Laboratorní váhy Kern 572 | Kern & Sohn GmbH, Německo |
| Analytické laboratorní váhy Kern ABJ | Kern & Sohn GmbH, Německo |
| Elektronový mikroskop JEOL JSM-5500LV | Jeol, Japonsko |
| Ahiba Turbomat | Becatron AG, Švýcarsko |
| Instron 5500R | Instron, USA |
| FX 3300 | TEXTTEST AG, Švýcarsko |
| ColorQuest XE | Hunter Associates Laboratory, Inc. USA |

3.6 Mechanické zkoušky na univerzálním zkušebním stroji INSTRON

Vzorky byly měřeny dle interní normy firmy Tonak, a. s. Vzorky pro mechanickou zkoušku byly vyraženy na raznici ve velikosti 150 x 50 mm. Upínací délka 100 mm. Rychlost trhání 200 mm/min. U neopracovaných polotovarů byla naměřena tloušťka materiálu ± 4 mm, u opracovaných ± 2 mm.

Vzorky byly z důvodu nestejnoměrnosti vyraženy ve třech směrech z každého směru 3 kusy, celkem tedy 9 kusů z jednoho šišáku. Pro představu je to vidět na obrázku. Horizontální vyražení vzorku je minimálně 20 mm od spodního okraje. Vertikální vyražení vzorku je kolmé vůči horizontální směru. Šikmé vyražení vzorku je pod sklonem 45 až 60° vůči horizontálnímu směru.



Obrázek 20: Směry vyražení vzorků [26]

3.7 Měření plošné hmotnosti

Měření plošné hmotnosti bylo měřeno na analytických vahách při rozměrech vzorku 10 x 10 cm. Takto připravený vzorek byl změřen na analytických vahách a byla zaznamenána jeho váha. Hodnoty pak byly uvedeny v g/cm^2 .

Bylo předpokládáno, že měřená plošná hmotnost bude stoupat postupem technologické výroby. Na začátku technologického procesu nejsou králičí chlupy tolik propleteny jako u surového polotovaru, proto bude zaujímat větší plochu, a tudíž plošná hmotnost bude menší. Naopak tomu bude u surového polotovaru, kde jsou králičí chlupy hustě propleteny a plošná hmotnost bude vyšší. Pro srovnání bylo provedeno orientační měření materiálu. Na následujícím obrázku je vidět, jak se plást zmenší. Plást měl šíři 78 cm a

výšku 58 cm, měřeno na nejdelších částech. Surový polotovar pak měl šířku 29 cm a výšku 41 cm.

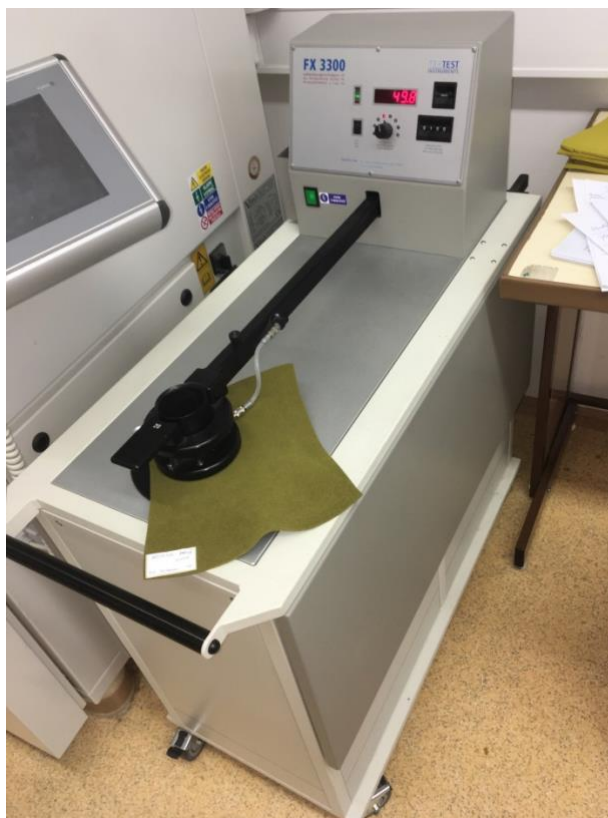


Obrázek 21: Porovnání velikosti materiálu po suchém plstění vůči surovému polotovaru [13]

3.8 Měření prodyšnosti

Měření prodyšnosti bylo měřeno na přístroji FX 3300. Měření bylo provedeno v Liberci na Katedře textilních materiálů Textilní fakulty Technické Univerzity v Liberci. K měření prodyšnosti se vycházelo z interní normy katedry, tzn. tlakový rozdíl 100 Pa a zkušební plocha 20 cm². Rozměr vzorků by měl být 160 x 160 cm, kdy se musí dodržet 10-20 cm od okraje a rozteč mezi jednotlivými měřeními je 10-20 cm a doporučuje se u každého vzorku provést minimálně 10 měření. [19]

Vzhledem k omezenému množství zkoušeného materiálu a v porovnání se spotřebou vzorků u předcházejících zkoušek musela být zkoušená norma upravena. Pro měření byly použity vzorky menší velikosti a měření na každém kusu mohlo být provedeno jen třikrát.



Obrázek 22: Příklad přístroje FX 3300 pro měření prodyšnosti se vzorkem obarvené plsti [13]

3.9 Průmyslové barvení králíčí a vlněné plsti kyselými barvivy

Barvení plstěného materiálu se rozděluje na dva odlišné barvicí postupy i zařízení, a to na barvení „na černo“ a na ostatní odstíny, tzv. „na pestro“. Barvení na žlutý odstín probíhalo v tlakovém konusovém barvicím aparátu, kde byl vložen polotovar na perforovaný jehlan, kterým proudila barvicí lázeň skrz několik na sobě navrstvených šišáků. Barvení „na černo“ probíhalo v otevřených barvicích aparátech. Do barvicího aparátu bylo vloženo několik polotovarů na jednou a následně byla odváženo a přidáno barvivo. Obě barvení probíhala v následující kapitole uvedených barvicích schémata.

3.10 Laboratorní barvení králíčí plsti kyselými barvivy

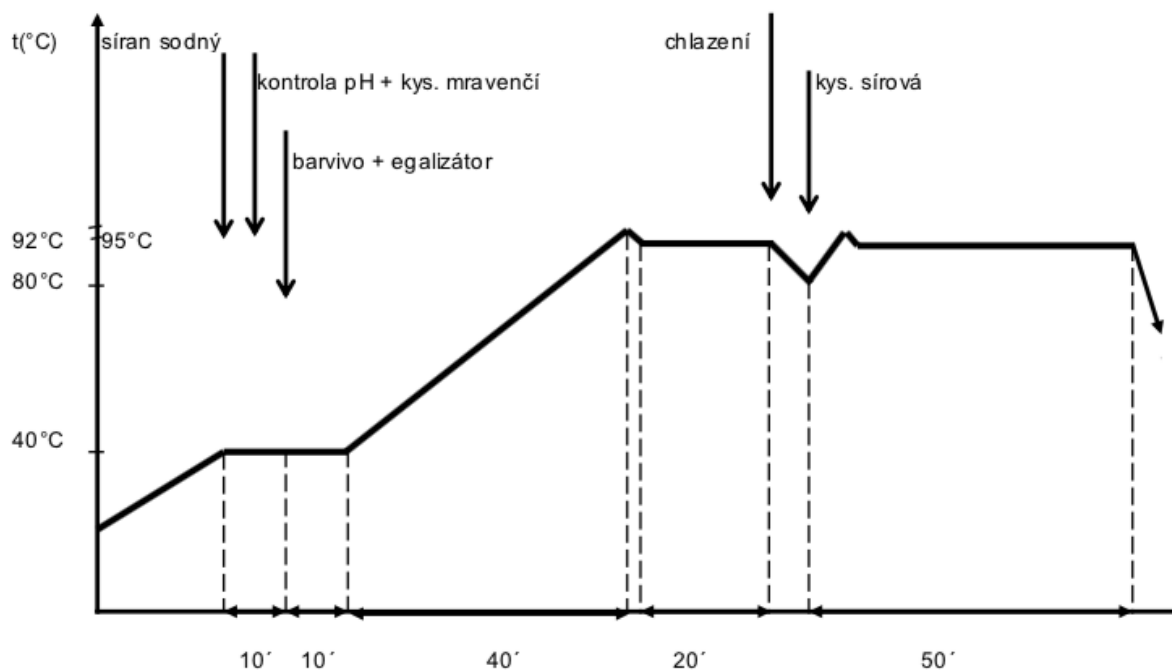
Králíčí plst' se nastříhala na potřebnou velikost a množství. Barveny byly materiály Henry ex a Henry ex plazma. Nastříhané vzorky byly nití navázány na patrony, jako je vidět na obrázku 24, na kterých probíhalo barvení. Vzorky byly nižší než samotný perforovaný držák, takže pro zachování průchodu barvicího roztoku jen plstí, musela být volná část držáku obmotána igelitem. Barvicí procesy u žlutého i černého vybarvení byly použity stejně jako u průmyslového barvení.



Obrázek 23: Vzorek uchycený na nosiči [13]

Síla žlutého vybarvení plstěného materiálu byla stanovena na 3 %. Barvení probíhalo dle barvicího schématu na obrázku 25. Barveny byly vzorky bez přídavku egalizačního prostředku a dále pak s přídavkem egalizačních prostředků s Alvironem P96 a se Slovazolem 257 v množství 0,5 %. Přídavek síranu sodného byl 1 g/l, přídavek kyseliny sírové 0,3 g/l, přídavek kyseliny mravenčí 0,2 g/l. Množství barvicí lázně bylo zvoleno 1:100.

U černého vybarvení bylo opět barveno bez egalizačního prostředku anebo s přídavkem Alvironu P 96 a Slovazolu 257. Přidával se pouze egalizační prostředek v množství 1 % a kyselina sírová v množství 0,6 g/l. Síla vybarvení plstěného materiálu byla dle technologického postupu nastavena na 27,9 %.

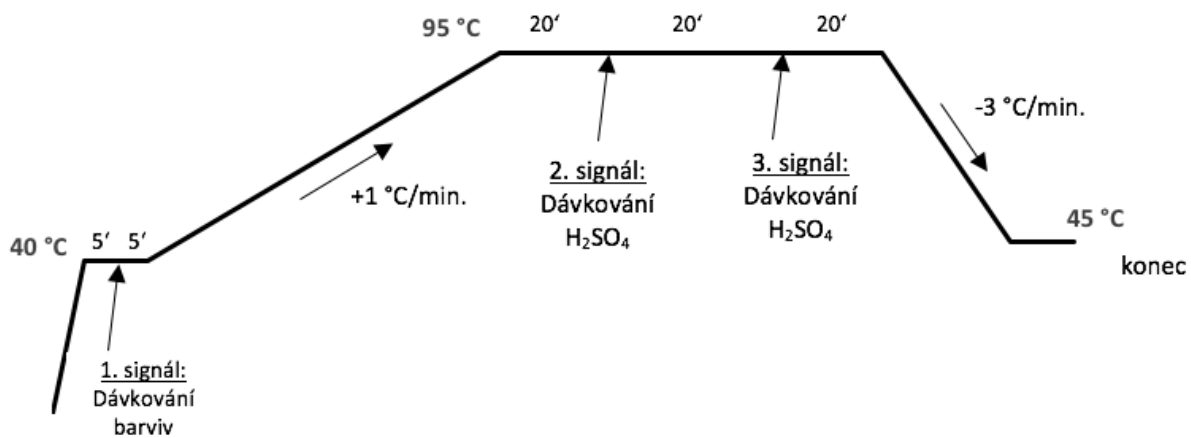


ohřev lázně cirkulace stoupání k varu barvení za varu

Startovací pH: 4,5

Konečné pH: 2,5

Obrázek 24: Barvicí schéma pro žluté vybarvení králíčí plsti [26]



Obrázek 25: Barvicí schéma pro černé vybarvení králíčí plsti [26]

3.11 Měření barevné odchylky a síly vybarvení

Absorpční spektra byla měřena na remisním spektrofotometru ColorQuest XE. Nejdřív byla provedena standardizace přístroje a pak byly přiloženy vzorky a změřeny. Každý vzorek byl měřen na třech místech. Měření probíhalo za osvětlení D65, byl použit velký otvor a 10° pozorovatel. Pro každý vzorek byly naměřeny tyto parametry: L^* , a^* , b^* , ΔE_{cmc}^* , Avg Strength a Wgt Strength.

3.12 Měření na rastrovacím elektronovém mikroskopu

Vzorky byly poslány a změřeny v Centru materiálů a nanotechnologií. Celkem bylo změřeno 8 vzorků. Čtyři vzorky byly materiálu Henry ex a čtyři Henry ex plazma. Byly mezi sebou porovnávány. Jednalo se o následující vzorky:

- po suchém plstění
- surový polotovar
- surový polotovar žlutě obarvený
- surový polotovar černě obarvený.

4 Vyhodnocení a diskuze

V této diplomové práci byl sledován vliv plstivé úpravy klasickou metodou s využitím kyseliny (Henry ex) v porovnání s plazmovou úpravou (Henry ex plazma) na králičí plsti dodané firmou Tonak, a.s. Také byl sledován vliv plstivé úpravy na povrchové úpravy – zámiš, velur a hladký. Pro srovnání byla v průběhu celého výrobního procesu také sledována standardní vlněná plst'. Nejdůležitějšími parametry, které byly v rámci změny plstivé úpravy sledovány, byly mechanické vlastnosti výsledné plsti. Dále byla zjišťována míra změny barevnosti způsobená plasmatickou úpravou. V neposlední řadě se pozornost věnovala vlivu plasmatické úpravy na výslednou schopnost plsti vázat barviva.

4.1 Mechanické zkoušky králičí plsti Henry ex a Henry ex plazma

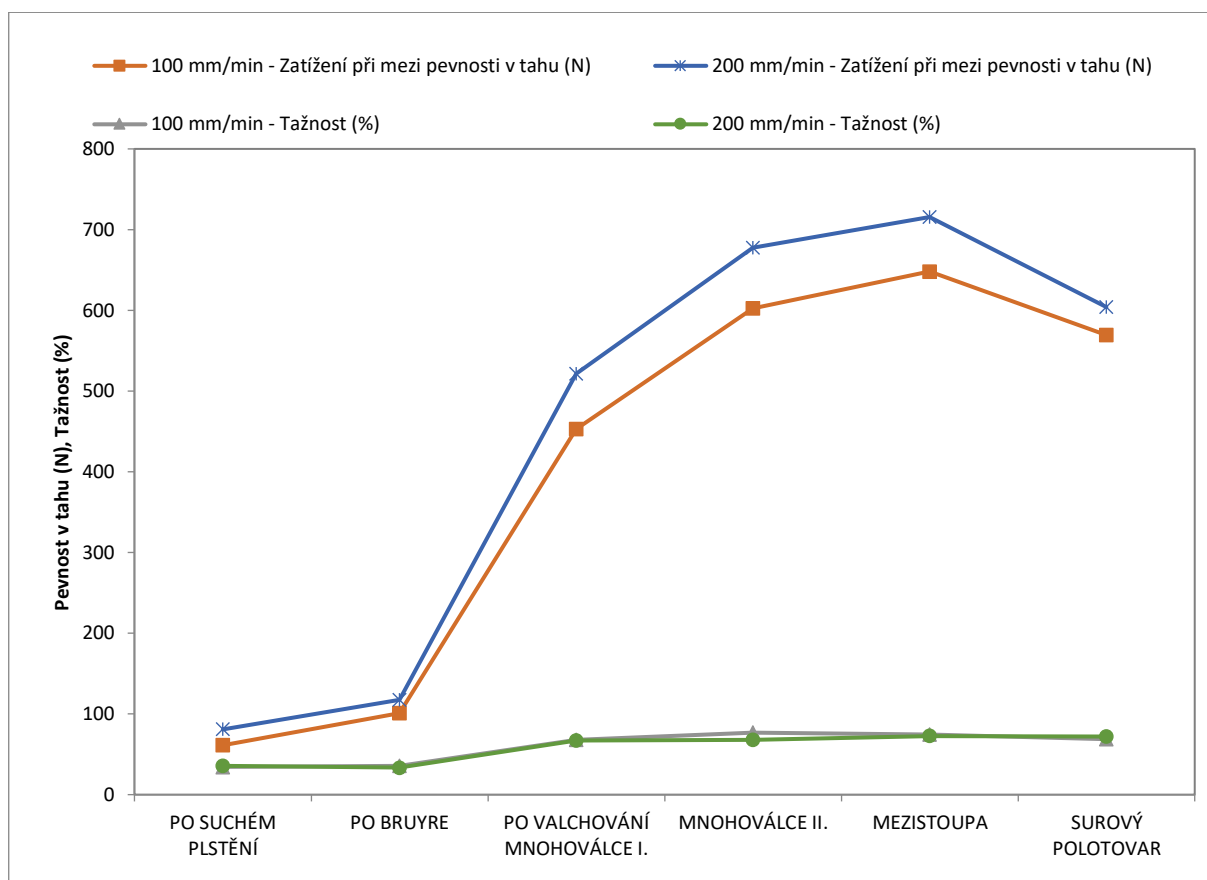
Na trhacím aparátu Instron 5500R byly změřeny všechny materiály jak z mezifázové výroby, tak i upravené a obarvené konečné polotovary. Hodnoty mezí pevnosti a tažnosti u jednotlivých směrů jsou průměrem měření 3 vzorků uvedených v tabulkách. Výsledné hodnoty celkové pevnosti a tažnosti daného vzorku jsou uvedeny v následujících tabulkách, ale jelikož se jedná o nesourodou netkanou textilií, je nutné tyto hodnoty brát s určitou rezervou. V rámci měření byl sledován i vliv rychlosti posunu čelisti či přípravy samotných vzorků na výsledné hodnoty pevnosti a tažnosti.

4.1.1 Vliv rychlosti trhání u králičí plsti

V tabulce 5 jsou vepsány hodnoty pevnosti a tažnosti materiálu Henry ex, v tabulce 6 materiálu Henry ex plazma, při dvou měřených rychlostech posunu čelisti 100 mm/min a 200 mm/min. Obě hodnoty byly porovnávány při stejných podmínkách ručního vyřezávání podle šablony. Z tabulek obou materiálů je zřejmé, že meze pevnosti a tažnosti dosahovaly lepších hodnot při vyšší rychlosti trhání. U plasmatické úpravy je ale tento rozdíl výrazně nižší než u klasicky zplstěného materiálu. Důvodem vyšších hodnot je kratší čas na rozvolnění struktury netkané textilie před přetrhem. Z tohoto důvodu byla všechna další měření mechanických vlastností stanovena pro rychlost posunu 200 mm/min.

Tabulka 5: Vliv rychlosti trhání materiálu Henry ex ručně vyřezaným dle šablony

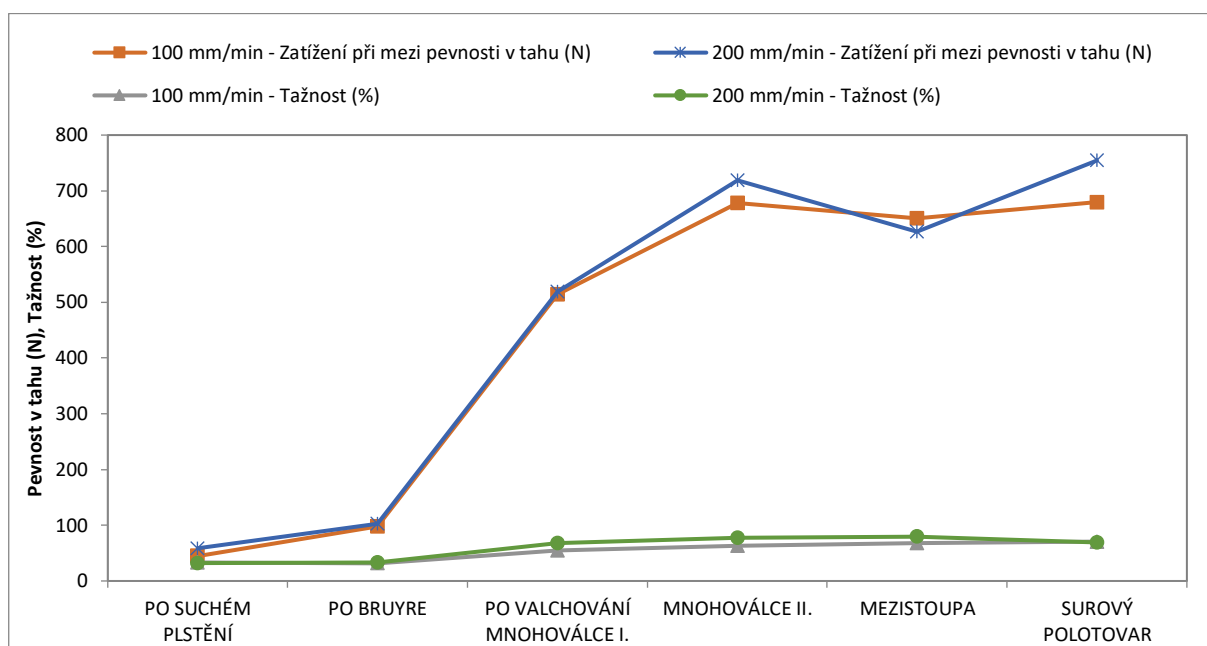
| Henry ex | | 100 mm/min | | | | 200 mm/min | | | |
|-----------------------------|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| PO SUCHÉM PLSTĚNÍ | H | 66,76 | 61,17 | 32,21 | 34,38 | 96,44 | 80,84 | 34,70 | 35,50 |
| | V | 72,13 | | 32,82 | | 71,50 | | 36,62 | |
| | Š | 44,61 | | 38,10 | | 74,58 | | 35,16 | |
| PO BRUYRE | H | 109,36 | 100,98 | 35,76 | 35,85 | 112,02 | 117,48 | 32,70 | 33,58 |
| | V | 101,70 | | 36,80 | | 128,91 | | 34,92 | |
| | Š | 91,88 | | 35,00 | | 111,50 | | 33,13 | |
| PO VALCHOVÁNÍ MNOHOVÁLCE I. | H | 439,52 | 452,50 | 72,27 | 67,72 | 525,93 | 521,33 | 65,06 | 66,89 |
| | V | 477,79 | | 63,04 | | 535,12 | | 61,93 | |
| | Š | 440,18 | | 67,84 | | 502,92 | | 73,67 | |
| MNOHOVÁLCE II. | H | 625,70 | 602,23 | 83,24 | 76,82 | 808,39 | 677,83 | 66,82 | 67,84 |
| | V | 636,15 | | 67,47 | | 628,09 | | 71,15 | |
| | Š | 544,83 | | 79,76 | | 597,01 | | 65,56 | |
| MEZISTOUPA | H | 668,03 | 648,15 | 79,39 | 74,34 | 692,68 | 715,62 | 72,91 | 72,53 |
| | V | 616,54 | | 85,15 | | 673,49 | | 72,05 | |
| | Š | 659,89 | | 58,46 | | 780,70 | | 72,64 | |
| SUROVÝ POLOTOVAR | H | 639,53 | 569,21 | 62,33 | 68,36 | 591,87 | 604,38 | 67,12 | 72,17 |
| | V | 511,50 | | 70,92 | | 607,64 | | 76,30 | |
| | Š | 556,61 | | 71,83 | | 613,61 | | 73,09 | |



Obrázek 26: Graf vlivu rychlosti trhání u ručně vyřezaných vzorků Henry ex

Tabulka 6: Vliv rychlosti trhání u ručně vyřezaných vzorků Henry ex plazma

| Henry ex plazma | | 100 mm/min | | | | 200 mm/min | | | |
|-----------------------------|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| PO SUCHÉM PLSTĚNÍ | H | 40,17 | 44,60 | 36,01 | 32,86 | 49,60 | 58,66 | 33,22 | 32,08 |
| | V | 42,32 | | 32,08 | | 51,84 | | 32,77 | |
| | Š | 51,31 | | 30,49 | | 74,54 | | 30,27 | |
| PO BRUYRE | H | 108,09 | 97,25 | 29,51 | 31,53 | 86,39 | 102,25 | 37,80 | 33,28 |
| | V | 84,00 | | 34,37 | | 100,39 | | 30,81 | |
| | Š | 99,67 | | 30,72 | | 119,98 | | 31,22 | |
| PO VALCHOVÁNÍ MNOHOVÁLCE I. | H | 402,77 | 514,69 | 63,03 | 54,84 | 361,48 | 518,74 | 94,81 | 67,36 |
| | V | 566,35 | | 51,16 | | 597,60 | | 52,21 | |
| | Š | 574,95 | | 50,34 | | 597,13 | | 55,05 | |
| MNOHOVÁLCE II. | H | 669,90 | 678,27 | 60,18 | 63,33 | 713,52 | 718,95 | 77,73 | 77,68 |
| | V | 603,08 | | 69,70 | | 642,83 | | 80,30 | |
| | Š | 761,83 | | 60,12 | | 800,49 | | 75,02 | |
| MEZISTOUPA | H | 625,55 | 650,82 | 73,30 | 68,19 | 668,73 | 627,05 | 84,47 | 79,43 |
| | V | 628,46 | | 80,85 | | 553,24 | | 78,51 | |
| | Š | 698,45 | | 50,44 | | 659,17 | | 75,29 | |
| SUROVÝ POLOTOVAR | H | 664,62 | 679,76 | 67,73 | 70,63 | 683,20 | 754,41 | 75,33 | 68,86 |
| | V | 619,44 | | 76,24 | | 875,72 | | 61,42 | |
| | Š | 755,21 | | 67,93 | | 704,30 | | 69,82 | |



Obrázek 27: Graf vlivu rychlosti trhání u ručně vyřezaných vzorků Henry ex plazma

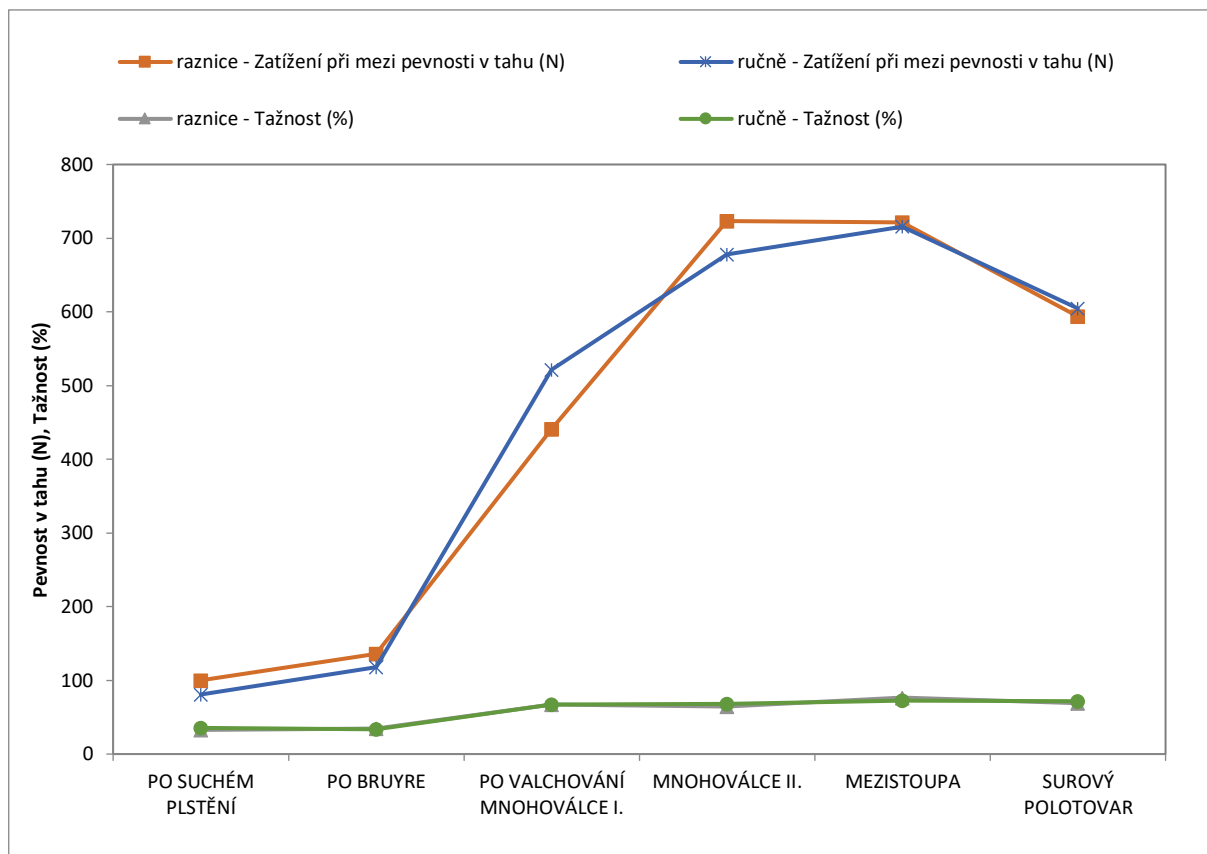
4.1.2 Vliv přípravy vzorků (ruční stříh vs. raznice)

Na začátku experimentální části diplomové práce byly jednotlivé vzorky z šišáku vyřezávány dle šablony. Tento proces byl časově náročný a výsledky bohužel nebyly dostatečně přesné. Z tohoto důvodu bylo poté přistoupeno k vysekávání jednotlivých vzorků ve firmě Tonak, a.s. na k tomu vyrobené raznici. V tabulce 7 je patrný rozdíl získaných hodnot mechanických vlastností podle typu přípravy vzorků. Čím byl vzorek pevnější, tím

byla odchylka ručního vyřezávání oproti ražení menší. Samozřejmě je odchylka hodnot v rámci jednoho směru u ručního vyřezávání vyšší než u použití raznice.

Tabulka 7: Vliv přípravy vzorků (ruční stříh vs. raznice) u Henry ex

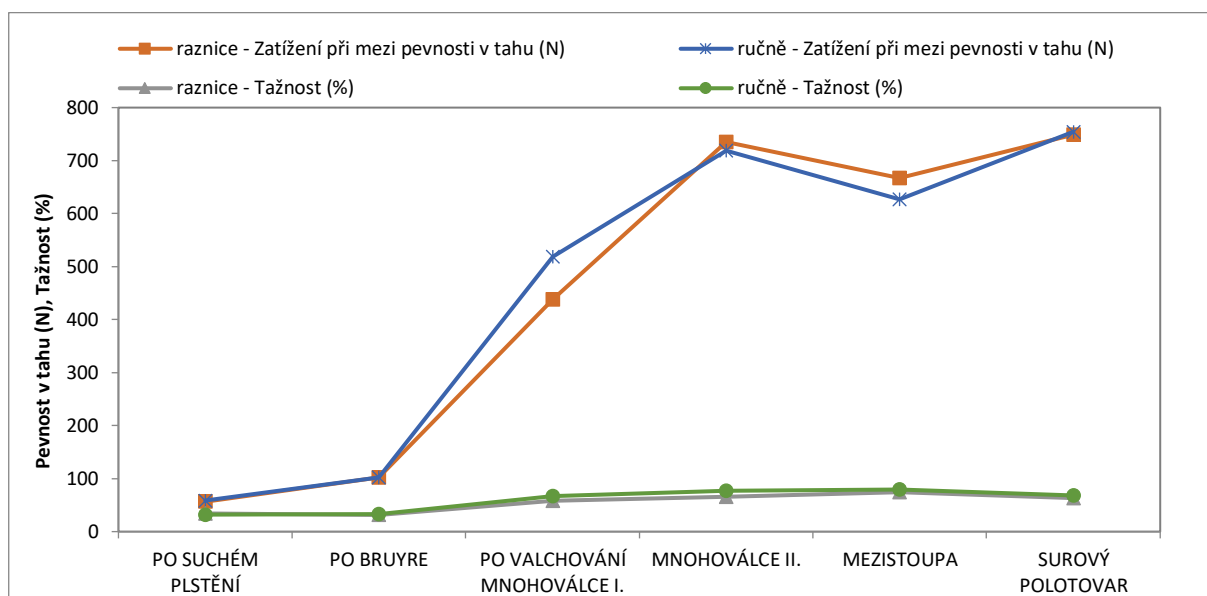
| Henry ex 200 mm/min | | raznice | | | | ručně | | | |
|-----------------------------|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| PO SUCHÉM PLSTĚNÍ | H | 108,93 | 100,08 | 30,72 | 32,76 | 96,44 | 80,84 | 34,70 | 35,50 |
| | V | 95,34 | | 34,31 | | 71,50 | | 36,62 | |
| | Š | 95,97 | | 33,25 | | 74,58 | | 35,16 | |
| PO BRUYRE | H | 157,89 | 135,77 | 33,93 | 34,84 | 112,02 | 117,48 | 32,70 | 33,58 |
| | V | 123,89 | | 36,15 | | 128,91 | | 34,92 | |
| | Š | 125,54 | | 34,43 | | 111,50 | | 33,13 | |
| PO VALCHOVÁNÍ MNOHOVÁLCE I. | H | 464,46 | 441,11 | 81,98 | 67,63 | 525,93 | 521,33 | 65,06 | 66,89 |
| | V | 409,71 | | 47,97 | | 535,12 | | 61,93 | |
| | Š | 449,16 | | 72,93 | | 502,92 | | 73,67 | |
| MNOHOVÁLCE II. | H | 777,35 | 723,24 | 58,59 | 64,51 | 808,39 | 677,83 | 66,82 | 67,84 |
| | V | 701,66 | | 58,88 | | 628,09 | | 71,15 | |
| | Š | 690,70 | | 76,05 | | 597,01 | | 65,56 | |
| MEZISTOUPA | H | 850,60 | 721,02 | 60,54 | 76,68 | 692,68 | 715,62 | 72,91 | 72,53 |
| | V | 691,93 | | 84,68 | | 673,49 | | 72,05 | |
| | Š | 620,52 | | 84,81 | | 780,70 | | 72,64 | |
| SUROVÝ POLOTOVAR | H | 709,50 | 594,00 | 59,55 | 69,31 | 591,87 | 604,38 | 67,12 | 72,17 |
| | V | 525,98 | | 74,01 | | 607,64 | | 76,30 | |
| | Š | 546,53 | | 74,35 | | 613,61 | | 73,09 | |



Obrázek 28: Graf vlivu přípravy vzorků Henry ex

Tabulka 8: Vliv přípravy vzorků (ruční stříh vs. raznice) u Henry ex plazma

| Henry ex plazma 200 mm/min | | raznice | | | | ručně | | | |
|-----------------------------|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| PO SUCHÉM PLSTĚNÍ | H | 59,72 | 56,43 | 33,35 | 34,40 | 49,60 | 58,66 | 33,22 | 32,08 |
| | V | 53,02 | | 35,07 | | 51,84 | | 32,77 | |
| | Š | 56,56 | | 34,79 | | 74,54 | | 30,27 | |
| PO BRUYRE | H | 124,68 | 102,82 | 28,80 | 31,40 | 86,39 | 102,25 | 37,80 | 33,28 |
| | V | 76,64 | | 35,37 | | 100,39 | | 30,81 | |
| | Š | 107,15 | | 30,02 | | 119,98 | | 31,22 | |
| PO VALCHOVÁNÍ MNOHOVÁLCE I. | H | 471,99 | 437,96 | 55,64 | 58,50 | 361,48 | 518,74 | 94,81 | 67,36 |
| | V | 471,96 | | 55,20 | | 597,60 | | 52,21 | |
| | Š | 369,92 | | 64,65 | | 597,13 | | 55,05 | |
| MNOHOVÁLCE II. | H | 721,75 | 735,41 | 69,72 | 66,18 | 713,52 | 718,95 | 77,73 | 77,68 |
| | V | 706,51 | | 60,58 | | 642,83 | | 80,30 | |
| | Š | 777,97 | | 68,25 | | 800,49 | | 75,02 | |
| MEZISTOUPA | H | 697,48 | 667,55 | 74,98 | 74,36 | 668,73 | 627,05 | 84,47 | 79,43 |
| | V | 617,53 | | 66,56 | | 553,24 | | 78,51 | |
| | Š | 687,63 | | 81,55 | | 659,17 | | 75,29 | |
| SUROVÝ POLOTOVAR | H | 806,81 | 748,88 | 58,96 | 63,56 | 683,20 | 754,41 | 75,33 | 68,86 |
| | V | 756,85 | | 63,69 | | 875,72 | | 61,42 | |
| | Š | 683,00 | | 68,03 | | 704,30 | | 69,82 | |



Obrázek 29: Graf vlivu přípravy vzorků Henry ex plazma

Z výsledných hodnot je zřejmé, že nejvhodnějším způsobem přípravy vzorků je ražení pomocí raznice, v dalším postupu tvorby této práce a s tím spojeným hodnocením mechanických vlastností bylo tedy užíváno ražení pomocí raznice.

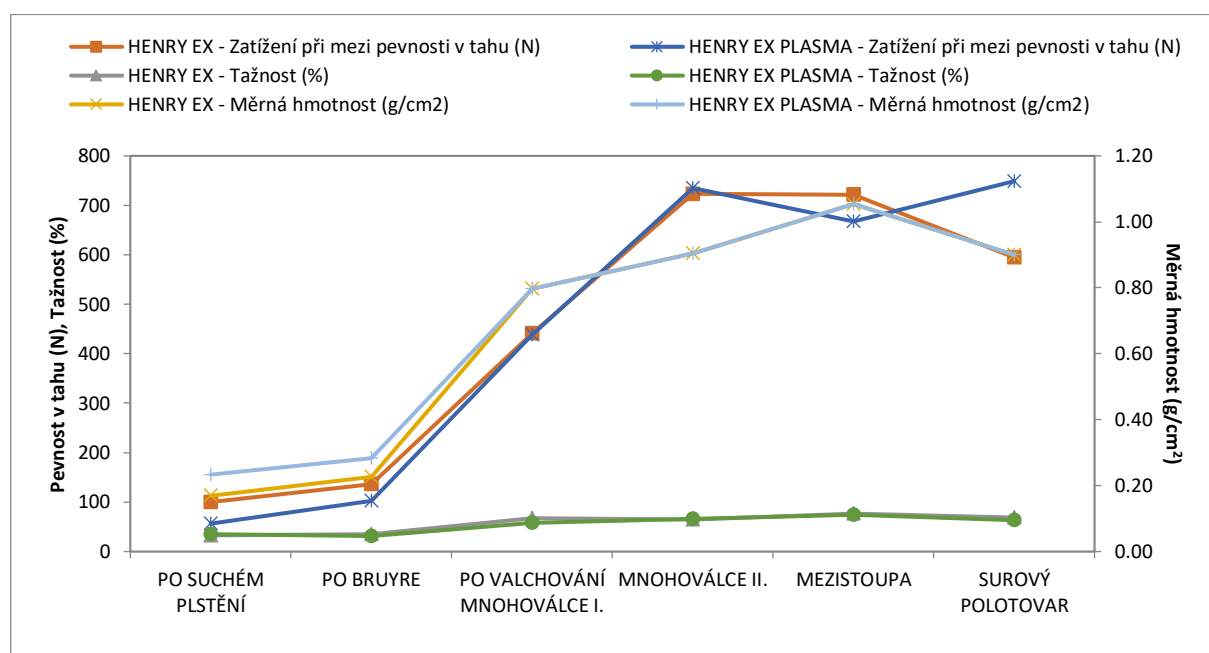
4.1.3 Porovnání mechanických vlastností v různých fázích výroby

Z tabulky 9 je patrné, že výrazného, tří až čtyřnásobného zvýšení pevnosti a tažnosti, dochází v rámci výroby plsti až po prvním valchování. Je také zřejmé, že nejvyšší pevnosti

plstěný vzorek dosahoval vždy v horizontálním směru. Následně se již sledované hodnoty zvyšují jen pozvolna. Z tabulky dále vyplývá, že materiál Henry ex dosahoval v porovnání s materiálem Henry ex plazma vyšší hodnoty pevnosti a tažnosti v počátečních fázích výroby, od valchování byly hodnoty již srovnatelné. Měrná hmotnost je u obou typů vzorků srovnatelná.

Tabulka 9: Pevnosti a tažnosti Henry ex a Henry ex plazma v průběhu procesu výroby

| 200 mm/min vyraženo | | Henry ex | | | | Henry ex plazma | | | |
|-----------------------------|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------|-------------|-------------------------------------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | Měrná hmotnost (g/cm ²) | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | Měrná hmotnost (g/cm ²) |
| PO SUCHÉM PLSTĚNÍ | H | 108,93 | 100,08 | 30,72 | 0,1689 | 59,72 | 56,43 | 33,35 | 0,2332 |
| | V | 95,34 | | 34,31 | | 53,02 | | 35,07 | |
| | Š | 95,97 | | 33,25 | | 56,56 | | 34,79 | |
| PO BRUYRE | H | 157,89 | 135,77 | 33,93 | 0,2270 | 124,68 | 102,82 | 28,80 | 0,2826 |
| | V | 123,89 | | 36,15 | | 76,64 | | 35,37 | |
| | Š | 125,54 | | 34,43 | | 107,15 | | 30,02 | |
| PO VALCHOVÁNÍ MNOHOVÁLCE I. | H | 464,46 | 441,11 | 81,98 | 0,7970 | 471,99 | 437,96 | 55,64 | 0,7971 |
| | V | 409,71 | | 47,97 | | 471,96 | | 55,20 | |
| | Š | 449,16 | | 72,93 | | 369,92 | | 64,65 | |
| MNOHOVÁLCE II. | H | 777,35 | 723,24 | 58,59 | 0,9037 | 721,75 | 735,41 | 69,72 | 0,9039 |
| | V | 701,66 | | 58,88 | | 706,51 | | 60,58 | |
| | Š | 690,70 | | 76,05 | | 777,97 | | 68,25 | |
| MEZISTOUPA | H | 850,60 | 721,02 | 60,54 | 1,0538 | 697,48 | 667,55 | 74,98 | 1,0539 |
| | V | 691,93 | | 84,68 | | 617,53 | | 66,56 | |
| | Š | 620,52 | | 84,81 | | 687,63 | | 81,55 | |
| SUROVÝ POLOTOVAR | H | 709,50 | 594,00 | 59,55 | 0,8997 | 806,81 | 748,88 | 58,96 | 0,9001 |
| | V | 525,98 | | 74,01 | | 756,85 | | 63,69 | |
| | Š | 546,53 | | 74,35 | | 683,00 | | 68,03 | |



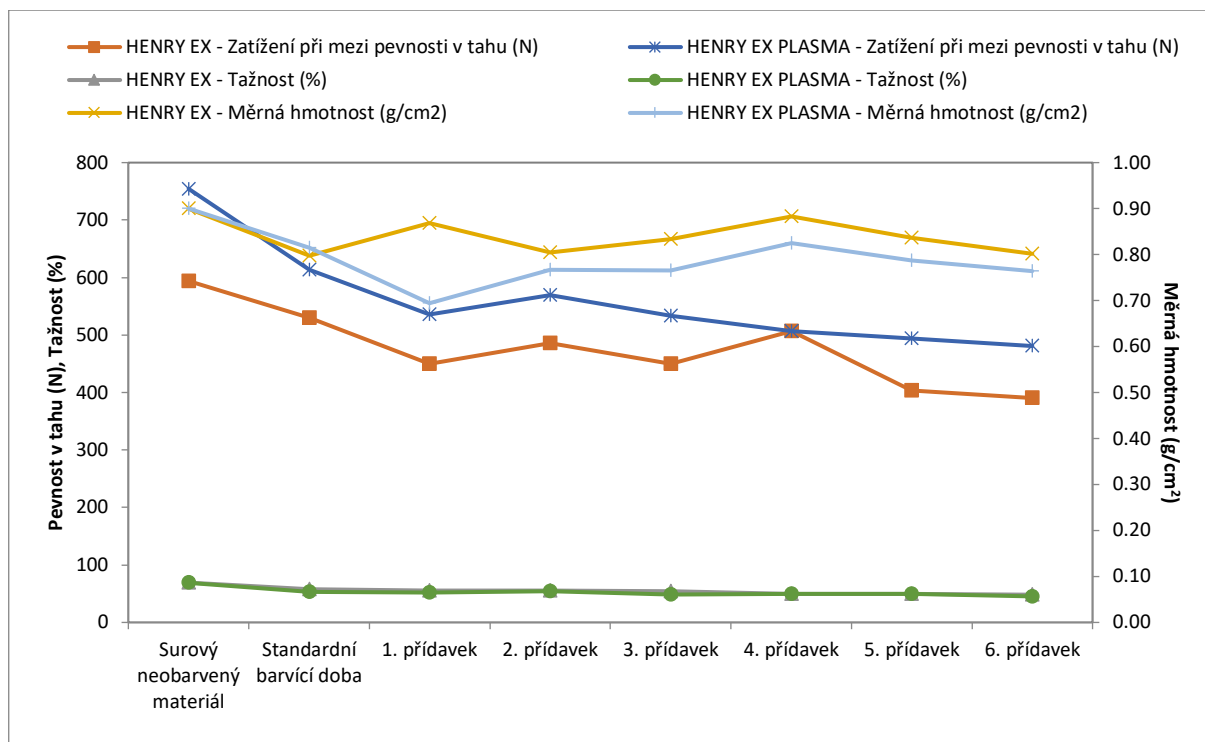
Obrázek 30: Graf – pevnosti a tažnosti Henry ex a Henry ex plazma v průběhu procesu výroby

4.1.4 Vliv vybarvení do žlutého odstínu na mechanické vlastnosti

U obou materiálů bylo zkoušeno, jaký vliv na mechanické vlastnosti bude mít nejen samotné obarvení materiálu, ale hlavně zvýšení standardní doby barvení. Materiály byly žlutě vybarveny průmyslově v konusovém barvicím aparátu a standardní doba barvení byla poté navyšována po 30 minutách s postupně odebíranými vzorky. V následující tabulce je vidět, že zde plasmaticky upravované králičí plsti dosahují lepší odolnosti vůči barvicí lázni než u klasicky mořené plsti. Lze obecně konstatovat, že hodnoty pevnosti a tažnosti s rostoucí dobou barvení klesají, a to v porovnání s neobarveným surovým materiálem, kdy po 3 hodinách barvení navíc se pevnost obou typů plstí snížila skoro o 50 %.

Tabulka 10: Vliv přidavku doby barvení u žlutého barviva na Henry ex a Henry ex plazma

| žlutá | | Henry ex | | | | Henry ex plazma | | | | |
|----------------------------|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------|-------------|-------------------------------------|--------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | Měrná hmotnost (g/cm ²) | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | Měrná hmotnost (g/cm ²) | |
| Surový neobarvený materiál | H | 709,5 | 594,00 | 59,55 | 0,8997 | 683,20 | 754,41 | 75,33 | 68,86 | 0,9001 |
| | V | 526,0 | | 74,01 | | 875,72 | | 61,42 | | |
| | Š | 546,5 | | 74,35 | | 704,30 | | 69,82 | | |
| Standardní barvicí doba | H | 632,4 | 530,39 | 52,19 | 0,7975 | 762,65 | 613,08 | 46,96 | 52,93 | 0,8150 |
| | V | 444,9 | | 65,36 | | 530,15 | | 55,88 | | |
| | Š | 513,8 | | 55,16 | | 546,43 | | 55,94 | | |
| 1. přidavek | H | 520,2 | 450,11 | 50,31 | 0,8689 | 578,80 | 535,51 | 49,61 | 52,28 | 0,6942 |
| | V | 371,8 | | 52,64 | | 527,14 | | 51,64 | | |
| | Š | 458,3 | | 62,24 | | 500,60 | | 55,60 | | |
| 2. přidavek | H | 565,1 | 486,33 | 49,14 | 0,8045 | 639,04 | 569,54 | 50,68 | 54,43 | 0,7664 |
| | V | 426,5 | | 61,69 | | 527,85 | | 60,12 | | |
| | Š | 467,4 | | 54,11 | | 541,74 | | 52,48 | | |
| 3. přidavek | H | 544,5 | 449,95 | 44,92 | 0,8335 | 571,45 | 533,75 | 47,12 | 48,24 | 0,7658 |
| | V | 386,8 | | 63,04 | | 520,10 | | 45,03 | | |
| | Š | 418,5 | | 55,29 | | 509,71 | | 52,57 | | |
| 4. přidavek | H | 521,5 | 506,99 | 46,59 | 0,8836 | 613,70 | 506,50 | 48,40 | 50,17 | 0,8245 |
| | V | 379,0 | | 53,38 | | 471,62 | | 50,70 | | |
| | Š | 620,5 | | 48,67 | | 434,18 | | 51,40 | | |
| 5. přidavek | H | 453,2 | 404,10 | 43,32 | 0,8364 | 530,97 | 494,09 | 51,80 | 49,52 | 0,7871 |
| | V | 394,1 | | 46,89 | | 476,50 | | 45,13 | | |
| | Š | 365,0 | | 57,07 | | 474,81 | | 51,64 | | |
| 6. přidavek | H | 425,2 | 390,41 | 49,24 | 0,8022 | 539,26 | 480,87 | 47,00 | 45,31 | 0,7646 |
| | V | 368,8 | | 47,53 | | 507,20 | | 44,80 | | |
| | Š | 377,2 | | 48,02 | | 396,15 | | 44,13 | | |



Obrázek 31: Graf – vliv přidavku doby barvení u žlutého barviva na Henry ex a Henry ex plazma

4.1.5 Vliv černého vybarvení na mechanické vlastnosti plstí

U černého vybarvení byly sledovány změny mechanických vlastností jen u standardní doby barvení, bez následného prodlužování. Materiály byly barveny v otevřeném barvicím aparátu. V tabulce 11 je vidět, že u materiálu Henry ex plazma jsou hodnoty pevnosti a tažnosti opět vyšší než u klasického materiálu. Pokles pevnosti u plasmatické úpravy po barvení je nižší než u klasického chemického moření. Z hodnot měrné hmotnosti oba plstí je patrné, že klasickým způsobem moření se dosáhlo vyššího příjmu barviva na hmotnost materiálu než u plasmu.

Tabulka 11: Vliv černého vybarvení na mechanické vlastnosti Henry ex a Henry ex plazma

| černá | Henry ex | | | | | | Henry ex plazma | | | | |
|----------------------------|-------------|--------|---------------------------------------|-------|-------------|--------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------|-------------|--------|
| | Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Měrná hmotnost (g/cm ²) | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| Surový neobarvený materiál | H | 709,50 | 594,00 | 59,55 | 69,30 | 0,8997 | 683,20 | 754,41 | 75,33 | 68,86 | 0,9001 |
| | V | 525,98 | | 74,01 | | | 875,72 | | 61,42 | | |
| | Š | 546,53 | | 74,35 | | | 704,30 | | 69,82 | | |
| Standardní barvicí doba | H | 585,98 | 515,65 | 49,16 | 49,74 | 1,0589 | 642,60 | 600,17 | 50,85 | 47,58 | 0,9084 |
| | V | 462,30 | | 46,39 | | | 598,26 | | 42,08 | | |
| | Š | 498,66 | | 53,66 | | | 559,65 | | 49,80 | | |

4.1.6 Hladká úprava u plsti vybarvené do žlutého odstínu

Materiál byl vybarven žlutě po standardní dobu a upraven hladkou úpravou polotovaru. Doba barvení nebyla navýšena. Z následující tabulky vyplývá, že hodnoty u materiálu Henry ex plazma jsou o vyšší než u materiálu Henry ex. Po povrchové úpravě plstěného materiálu se sníží pevnost o cca 5 %, tažnost plsti zůstává srovnatelná.

Tabulka 12: Vliv vybarvení do žlutého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – hladká úprava

| Žlutá, hladký | | Henry ex | | | | Henry ex plazma | | | |
|--|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| Standardní barvicí doba | H | 632,4 | 530,39 | 52,19 | 57,57 | 762,65 | 613,08 | 46,96 | 52,93 |
| | V | 444,9 | | 65,36 | | 530,15 | | 55,88 | |
| | Š | 513,8 | | 55,16 | | 546,43 | | 55,94 | |
| Standardní barvicí doba, hladká úprava | H | 520,89 | 454,49 | 52,14 | 56,00 | 602,41 | 570,65 | 57,21 | 52,56 |
| | V | 450,59 | | 61,66 | | 528,34 | | 49,92 | |
| | Š | 391,99 | | 54,21 | | 581,20 | | 50,56 | |

4.1.7 Hladká úprava plsti vybarvené do černého odstínu

Z následující tabulky vyplývá, že u černě vybarvené plsti je pokles pevnosti mírně vyšší, cca 8-10 %, doprovázený mírným zvýšením tažnosti.

Tabulka 13: Vliv vybarvení do černého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – hladká úprava

| Černá, hladký | | Henry ex | | | | Henry ex plazma | | | |
|--|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| Standardní barvicí doba | H | 585,98 | 515,65 | 49,16 | 49,74 | 642,60 | 600,17 | 50,85 | 47,58 |
| | V | 462,30 | | 46,39 | | 598,26 | | 42,08 | |
| | Š | 498,66 | | 53,66 | | 559,65 | | 49,80 | |
| Standardní barvicí doba, hladká úprava | H | 573,22 | 489,10 | 45,81 | 54,17 | 646,41 | 594,75 | 48,97 | 49,26 |
| | V | 414,63 | | 58,87 | | 571,91 | | 51,57 | |
| | Š | 479,46 | | 57,82 | | 565,93 | | 47,24 | |

4.1.8 Záměšová úprava plsti vybarvené do žlutého odstínu

Pokud byly vybarvené vzorky z kap. 4.1.4 podrobeny záměšové povrchové úpravě, jak je z tabulky 14 patrné, hodnoty mechanických vlastností výrazně poklesly (až o 50 %) a o to více, čím déle byl materiál barven. U materiálu Henry ex plazma jsou hodnoty pevnosti i tažnosti opět vyšší než u materiálu Henry ex.

Tabulka 14: Vliv vybarvení do žlutého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – zámiš

| žlutá, zámiš | | Henry ex | | | | Henry ex plazma | | | |
|--|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| Standardní barvicí doba, neupravený materiál | H | 632,4 | 530,39 | 52,19 | 57,57 | 762,65 | 613,08 | 46,96 | 52,93 |
| | V | 444,9 | | 65,36 | | 530,15 | | 55,88 | |
| | Š | 513,8 | | 55,16 | | 546,43 | | 55,94 | |
| Standardní barvicí doba | H | 255,13 | 224,73 | 44,36 | 48,27 | 383,42 | 307,00 | 52,91 | 52,12 |
| | V | 209,70 | | 52,13 | | 240,40 | | 50,17 | |
| | Š | 209,37 | | 48,31 | | 297,18 | | 53,28 | |
| 1. přídavek | H | 251,44 | 217,55 | 47,29 | 50,02 | 414,65 | 363,78 | 45,00 | 47,56 |
| | V | 217,43 | | 60,36 | | 325,96 | | 43,01 | |
| | Š | 183,79 | | 42,42 | | 350,74 | | 54,68 | |
| 2. přídavek | H | 219,98 | 193,67 | 46,43 | 49,16 | 345,78 | 303,38 | 53,67 | 53,87 |
| | V | 157,03 | | 42,75 | | 272,14 | | 52,52 | |
| | Š | 204,01 | | 58,3 | | 292,22 | | 55,41 | |
| 3. přídavek | H | 226,34 | 215,51 | 42,86 | 51,16 | 374,10 | 312,18 | 44,29 | 49,97 |
| | V | 209,19 | | 52,82 | | 273,49 | | 54,31 | |
| | Š | 211,01 | | 57,80 | | 288,95 | | 51,31 | |
| 4. přídavek | H | 197,26 | 189,94 | 38,33 | 47,24 | 337,89 | 289,46 | 46,28 | 46,69 |
| | V | 196,70 | | 46,59 | | 252,78 | | 43,86 | |
| | Š | 175,86 | | 56,79 | | 277,71 | | 49,94 | |
| 5. přídavek | H | 205,08 | 179,85 | 50,45 | 54,99 | 292,19 | 273,80 | 49,85 | 47,53 |
| | V | 172,44 | | 56,26 | | 293,40 | | 46,57 | |
| | Š | 162,04 | | 58,27 | | 235,80 | | 46,17 | |
| 6. přídavek | H | 220,79 | 185,51 | 41,32 | 42,63 | 331,81 | 295,13 | 48,56 | 47,26 |
| | V | 182,09 | | 43,80 | | 270,18 | | 48,31 | |
| | Š | 153,65 | | 42,77 | | 283,40 | | 44,92 | |

4.1.9 Zámíšová úprava plsti vybarvené do černého odstínu

Z tabulky 15 vyplývá, že hodnoty u materiálu Henry ex plazma jsou sice stále vyšší než u materiálu Henry ex, ale pokles zapříčiněný povrchovou úpravou je u plasmaticky upravovaného materiálu výraznější, dosahující více jak 60% úbytku pevnosti.

Tabulka 15: Vliv vybarvení do černého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – zámiš

| černá, zámiš | | Henry ex | | | | Henry ex plazma | | | |
|--|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| Standardní barvicí doba | H | 585,98 | 515,65 | 49,16 | 49,74 | 642,60 | 600,17 | 50,85 | 47,58 |
| | V | 462,30 | | 46,39 | | 598,26 | | 42,08 | |
| | Š | 498,66 | | 53,66 | | 559,65 | | 49,80 | |
| Standardní barvicí doba, zámišová úprava | H | 220,38 | 212,71 | 38,26 | 43,14 | 314,00 | 282,15 | 46,07 | 43,30 |
| | V | 216,43 | | 48,21 | | 273,38 | | 42,05 | |
| | Š | 201,32 | | 42,96 | | 259,06 | | 41,78 | |

4.1.10 Velurová úprava plsti vybarvené do žlutého odstínu

Poslední sledovanou povrchovou úpravou byl velur. Úbytky pevnosti, a tažnosti viz. tabulka 16, u obou sledovaných plstí byly srovnatelné se zámišovou úpravou.

Tabulka 16: Vliv vybarvení do žlutého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – velur

| žlutá, velur | | Henry ex | | | | Henry ex plazma | | | |
|---|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| Surový neobarvený materiál, neupravený materiál | H | 632,4 | 530,39 | 52,19 | 57,57 | 762,65 | 613,08 | 46,96 | 52,93 |
| | V | 444,9 | | 65,36 | | 530,15 | | 55,88 | |
| | Š | 513,8 | | 55,16 | | 546,43 | | 55,94 | |
| Standardní barvicí doba | H | 362,31 | 309,04 | 46,31 | 50,85 | 351,75 | 299,49 | 48,38 | 50,66 |
| | V | 276,38 | | 53,08 | | 291,37 | | 55,86 | |
| | Š | 288,43 | | 53,15 | | 255,36 | | 47,73 | |
| 1. přídavek | H | 235,14 | 201,98 | 52,42 | 55,82 | 329,15 | 287,46 | 45,82 | 47,86 |
| | V | 190,04 | | 63,38 | | 286,36 | | 53,6 | |
| | Š | 180,77 | | 51,67 | | 246,86 | | 44,17 | |
| 2. přídavek | H | 285,56 | 242,76 | 46,81 | 54,04 | 321,88 | 269,67 | 48,21 | 50,51 |
| | V | 222,07 | | 65,38 | | 252,40 | | 56,27 | |
| | Š | 220,65 | | 49,94 | | 234,73 | | 47,05 | |
| 3. přídavek | H | 253,18 | 224,74 | 42,47 | 51,51 | 269,88 | 267,07 | 42,16 | 45,05 |
| | V | 210,31 | | 59,08 | | 264,16 | | 49,83 | |
| | Š | 210,72 | | 52,97 | | 267,18 | | 43,16 | |
| 4. přídavek | H | 283,77 | 242,89 | 44,27 | 48,61 | 305,37 | 263,12 | 50,15 | 48,06 |
| | V | 215,65 | | 49,34 | | 243,09 | | 52,77 | |
| | Š | 229,26 | | 52,23 | | 240,90 | | 41,25 | |
| 5. přídavek | H | 222,48 | 211,60 | 43,14 | 49,55 | 291,35 | 242,04 | 50,51 | 46,44 |
| | V | 200,98 | | 62,14 | | 210,64 | | 53,12 | |
| | Š | 211,35 | | 43,37 | | 224,13 | | 35,70 | |
| 6. přídavek | H | 209,87 | 208,51 | 36,96 | 44,23 | 267,75 | 236,55 | 42,04 | 41,86 |
| | V | 199,79 | | 48,88 | | 213,06 | | 47,26 | |
| | Š | 215,86 | | 46,86 | | 228,83 | | 36,28 | |

4.1.11 Velurová úprava plsti vybarvené do černého odstínu

U černě vybarvených plstí s povrchovou úpravou typu velur se hodnoty mechanických vlastností změnili ve stejném duchu, jako u zámišové úpravy. Z tabulky 17 ale také je vidět, že u materiálu Henry ex plazma došlo oproti zámiši k nižšímu poklesu pevnosti.

Tabulka 17: Vliv vybarvení do černého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – velur

| černá, velur | | Henry ex | | | | Henry ex plazma | | | |
|--|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| Surový neobarvený materiál | H | 585,98 | 515,65 | 49,16 | 49,74 | 642,60 | 600,17 | 50,85 | 47,58 |
| | V | 462,30 | | 46,39 | | 598,26 | | 42,08 | |
| | Š | 498,66 | | 53,66 | | 559,65 | | 49,80 | |
| Standardní barvicí doba, velurová úprava | H | 272,10 | 208,86 | 44,93 | 49,84 | 416,92 | 337,73 | 41,32 | 41,18 |
| | V | 195,08 | | 54,69 | | 305,49 | | 44,42 | |
| | Š | 159,40 | | 49,89 | | 290,78 | | 37,81 | |

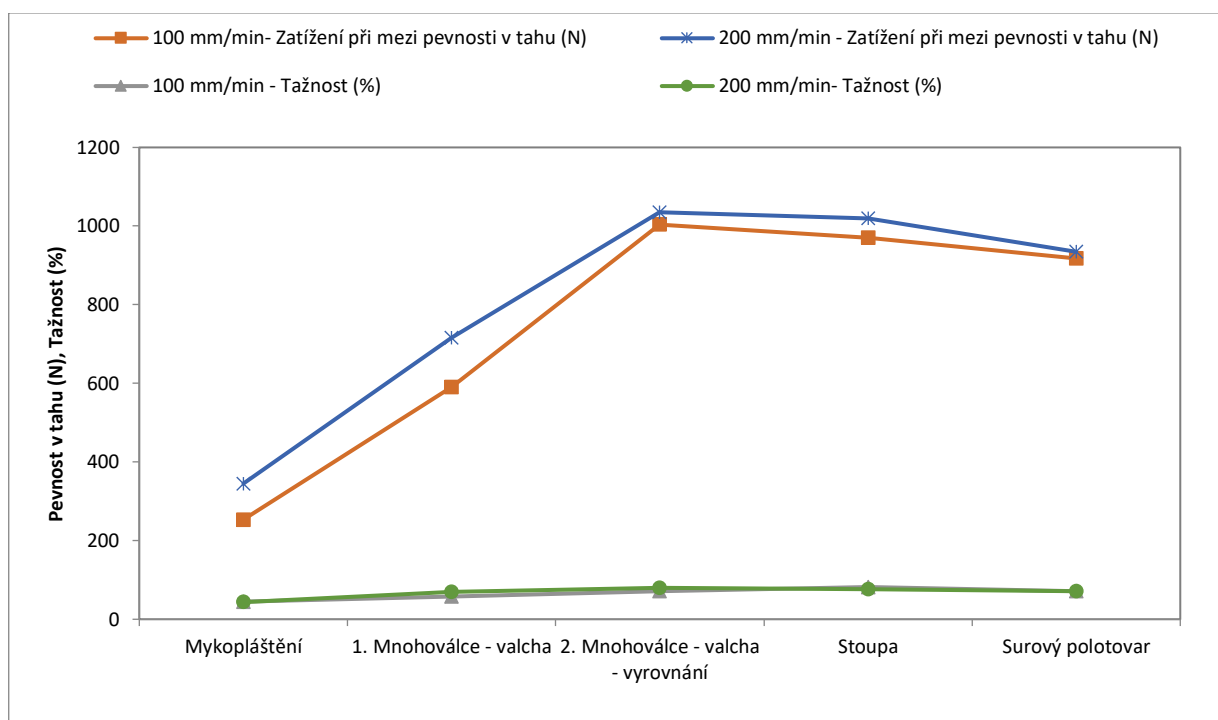
4.2 Mechanické zkoušky vlněné plsti

4.2.1 Porovnání rychlosti trhání u vlněné plsti

Pevnosti a tažnosti získané při rychlosti čelistí 200 mm/min jsou i u vlněné plsti vyšší než u rychlosti 100 mm/min. V tabulce 18 je ale také patrné, že na rozdíl od králičí plsti má vlněná plst' vyšší pevnosti.

Tabulka 18: Porovnání průměrných hodnot vlivu rychlosti trhání vlny ručně vyřezaným dle šablony

| Vlněná plst' | | 100 mm/min | | | | 200 mm/min | | | |
|------------------------------------|-----|---------------------------------------|---------|-------------|-------|---------------------------------------|---------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| MYKOPLÁSTĚNÍ | H | 229,90 | 253,54 | 37,94 | 44,85 | 419,19 | 345,19 | 40,45 | 43,55 |
| | V | 323,30 | | 50,72 | | 334,60 | | 45,09 | |
| | Š | 207,41 | | 45,89 | | 281,79 | | 45,12 | |
| 1. MNOHOVÁLCE – VALCHA | H | 562,68 | 590,71 | 80,19 | 57,69 | 590,96 | 716,20 | 82,87 | 69,34 |
| | V | 691,52 | | 46,36 | | 948,57 | | 54,43 | |
| | Š | 517,94 | | 46,53 | | 609,08 | | 70,72 | |
| 2. MNOHOVÁLCE – VALCHA – VYROVNÁNÍ | H | 955,14 | 1003,69 | 72,6 | 71,30 | 1036,81 | 1035,16 | 89,81 | 80,01 |
| | V | 1019,29 | | 66,25 | | 1036,87 | | 67,08 | |
| | Š | 1036,63 | | 75,06 | | 1031,80 | | 83,15 | |
| STOUPA | H | 987,60 | 969,76 | 83,81 | 82,04 | 1036,77 | 1020,12 | 85,54 | 76,93 |
| | V | 1013,66 | | 76,41 | | 1036,79 | | 66,36 | |
| | Š | 908,02 | | 85,89 | | 986,79 | | 78,90 | |
| SUROVÝ POLOTOVAR | H | 837,08 | 917,63 | 86,38 | 71,68 | 950,27 | 934,24 | 82,04 | 70,69 |
| | V | 1036,61 | | 60,51 | | 1036,81 | | 60,92 | |
| | Š | 879,19 | | 68,15 | | 815,65 | | 69,10 | |



Obrázek 32: Graf – porovnání průměrných hodnot vlivu rychlosti trhání vlny ručně vyřezaným dle šablony

4.2.2 Porovnání mechanických vlastností vlněné plsti v různých fázích výroby

Jak bylo vidět i u králičí plsti i u vlny pevnost materiálu ovlivňuje i směr řezu vzorku. Nejpevnější je tedy ve směru horizontálním. Vzorky byly vyraženy na raznici a trhání bylo provedeno při rychlosti 200 mm/min. Vlna pro svou přirozenou plstivou vlastnost má hodnoty vyšší než u králičí plsti. Opět nejvyšších hodnot dosahoval surový polotovár.

Tabulka 19: Pevnosti a tažnosti vlněné plsti v průběhu procesu výroby

| Vlněná plst' | | 200 mm/min | | | | |
|------------------------------------|-----|---------------------------------------|---------|-------------|-------|--------------------------------------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Plošná hmotnost (g/cm ²) |
| MYKOPLÁSTĚNÍ | H | 442,35 | 298,58 | 42,72 | 44,43 | 0,4199 |
| | V | 199,34 | | 42,76 | | |
| | Š | 254,06 | | 47,81 | | |
| 1. MNOHOVÁLCE – VALCHA | H | 698,84 | 709,81 | 84,37 | 68,32 | 0,7115 |
| | V | 852,40 | | 56,63 | | |
| | Š | 578,19 | | 63,97 | | |
| 2. MNOHOVÁLCE – VALCHA – VYROVNÁNÍ | H | 1032,70 | 1028,36 | 83,53 | 78,00 | 1,1209 |
| | V | 1036,80 | | 71,14 | | |
| | Š | 1015,60 | | 79,32 | | |
| STOUPA | H | 988,51 | 1003,77 | 69,33 | 73,58 | 1,1574 |
| | V | 1036,8 | | 74,90 | | |
| | Š | 985,99 | | 76,51 | | |
| SUROVÝ POLOTOVAR | H | 964,51 | 950,56 | 76,75 | 66,73 | 1,0267 |
| | V | 1019,30 | | 57,14 | | |
| | Š | 867,84 | | 66,31 | | |

4.2.3 Vliv vybarvení do žlutého odstínu na mechanické vlastnosti vlněné neupravené či upravené plsti

V tabulce 20 je vidět, že doba barvení tzv. „na pestro“ nemá, na rozdíl od králičí plsti, výrazný vliv na pevnost samotné plsti. Hodnoty mechanických vlastností jen mírně klesají. Povrchová úprava vlněné plsti opět sníží mechanické pevnosti, ale na rozdíl od králičí plsti je jejich snížení do 10 %. V porovnání s králičí plstí je ta vlněná plst' výrazně pevnější a odolnější.

Tabulka 20: Vliv přidavku doby barvení a opracování u žlutého vybarvení vlněné plsti

| Vlněná plst', žlutá | | neupravená | | | | upravená | | | |
|----------------------------|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| Surový neobarvený materiál | H | 964,51 | 950,56 | 76,75 | 66,73 | | | | |
| | V | 1019,30 | | 57,14 | | | | | |
| | Š | 867,84 | | 66,31 | | | | | |
| Standardní barvicí doba | H | 966,96 | 945,03 | 64,13 | 67,95 | 778,47 | 846,25 | 73,64 | 73,20 |
| | V | 998,51 | | 69,06 | | 950,89 | | 69,62 | |
| | Š | 869,62 | | 70,67 | | 809,38 | | 76,33 | |
| 1. přidavek | H | 982,50 | 970,62 | 72,24 | 71,99 | 779,79 | 748,19 | 76,42 | 65,65 |
| | V | 999,94 | | 67,78 | | 805,37 | | 61,52 | |
| | Š | 929,43 | | 75,95 | | 659,40 | | 59,00 | |
| 2. přidavek | H | 958,08 | 931,90 | 75,58 | 72,66 | 702,33 | 741,74 | 84,21 | 65,72 |
| | V | 963,82 | | 64,10 | | 785,96 | | 61,28 | |
| | Š | 873,79 | | 78,31 | | 736,93 | | 51,67 | |
| 3. přidavek | H | 887,83 | 942,72 | 69,47 | 71,36 | 714,63 | 769,93 | 84,06 | 69,58 |
| | V | 1013,20 | | 70,06 | | 879,59 | | 60,07 | |
| | Š | 927,12 | | 74,55 | | 715,57 | | 64,62 | |
| 4. přidavek | H | 914,05 | 919,93 | 73,99 | 68,31 | 837,32 | 866,95 | 70,07 | 64,58 |
| | V | 942,10 | | 61,32 | | 919,35 | | 55,36 | |
| | Š | 903,65 | | 69,62 | | 844,17 | | 68,30 | |
| 5. přidavek | H | 873,74 | 868,71 | 69,31 | 68,99 | 781,55 | 807,63 | 75,43 | 63,84 |
| | V | 955,06 | | 62,80 | | 891,52 | | 63,54 | |
| | Š | 777,33 | | 74,87 | | 749,81 | | 52,54 | |
| 6. přidavek | H | 982,50 | 970,62 | 72,24 | 71,99 | 733,94 | 865,26 | 70,48 | 63,35 |
| | V | 999,94 | | 67,78 | | 946,22 | | 53,78 | |
| | Š | 929,43 | | 75,95 | | 915,61 | | 65,80 | |

4.2.4 Vliv doby barvení vlny na černě obarvený neupravený či upravený vlněný plstěný materiál

Hodnoty nejsou příliš odlišné od surového neobarveného plstěného materiálu. Barvicí proces tedy na pevnostní charakteristiku nemá vliv. Na druhou stranu je zde opět patrný stejný pokles pevnosti v tahu po povrchovém zpracování.

Tabulka 21: Vliv barvení u černého barviva na mechanické vlastnosti vlněné plsti

| Vlněná plst', černá | | neupravená | | | | upravená | | | |
|----------------------------|-----|---------------------------------------|--------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|-------------|-------|
| Fáze výroby | Řez | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | | Zatížení při mezi pevnosti v tahu (N) | | Tažnost (%) | |
| Surový neobarvený materiál | H | 964,51 | 950,56 | 76,75 | 66,73 | | | | |
| | V | 1019,34 | | 57,14 | | | | | |
| | Š | 867,84 | | 66,31 | | | | | |
| Standardní barvicí doba | H | 968,76 | 967,12 | 74,34 | 68,28 | 758,01 | 726,64 | 76,20 | 64,99 |
| | V | 1032,37 | | 62,48 | | 740,91 | | 62,37 | |
| | Š | 900,23 | | 68,03 | | 680,99 | | 56,41 | |

4.3 Měření plošné hmotnosti králičího a vlněného plstěného materiálu

4.3.1 Plošná hmotnost králičí plsti

Z tabulky 22 vyplývá, že materiál, u kterého je úprava kyselinami nahrazena plazmovou úpravou, má vyšší plošnou hmotnost ve všech fázích výroby. Hmotnost také stoupá v postupných fázích výroby. Hodnoty plošných hmotností jsou pro okamžité porovnání obsaženy i v tabulkách mechanických vlastností. Z hodnot je patrná korelace mezi pevnostními charakteristikami a měrnou hmotností.

Tabulka 22: Srovnání plošné hmotnosti v gramech pro materiál Henry ex a Henry ex plazma

| Plošná hmotnost [g/cm ²] | Henry ex | Henry ex plazma |
|--------------------------------------|----------|-----------------|
| suché plstění | 0,1689 | 0,2332 |
| po bruyére | 0,2270 | 0,2826 |
| 1. mnohoválce | 0,7970 | 0,7971 |
| 2. mnohoválce | 0,9037 | 0,9039 |
| mezistoupa | 1,0538 | 1,0539 |
| surový polotovar | 0,8997 | 0,9001 |

Žlutě obarvený surový materiál má o něco větší plošnou hmotnosti u materiálu Henry ex. V porovnání černé se žlutou pak mají černě vybarvené vzorky vyšší hmotnost, což se dalo očekávat, jelikož se jedná u černé barvy o vyšší procentuální vybarvení. Navyšování barvicí doby nemá velký vliv na plošnou hmotnost a hodnoty u jednotlivých přísadků jsou téměř srovnatelné u obou materiálů.

Tabulka 23: Srovnání plošné hmotnosti materiálu Henry ex a Henry ex plazma černě a žlutě obarveného

| Plošná hmotnost [g/cm ²], žlutá | Henry ex | Henry ex plazma |
|---|----------|-----------------|
| Surový polotovar | 0,8997 | 0,9001 |
| Standardní barvicí doba | 0,7957 | 0,8150 |
| 1. přísadka | 0,8689 | 0,6942 |
| 2. přísadka | 0,8045 | 0,7664 |
| 3. přísadka | 0,8335 | 0,7658 |
| 4. přísadka | 0,8836 | 0,8245 |
| 5. přísadka | 0,8364 | 0,7871 |
| 6. přísadka | 0,8022 | 0,7646 |
| černá | | |
| Standardní barvicí doba | 1,0589 | 0,9084 |

4.3.2 Plošná hmotnost vlněné plsti

U vlněné plsti dosahuje plošná hmotnost vyšších hodnot než u králičí plsti. Plošná hmotnost se na začátku výrobního procesu pohybuje okolo 4 gramů (mykopláštění) a surový polotovar má plošnou hmotnost okolo 10 gramů. Vzorek byl jako u králičí plsti 10x10 cm.

Tabulka 24: Plošná hmotnost vlny v různých fázích výroby

| Plošná hmotnost [g/cm ²] | Vlněná plst' |
|--------------------------------------|--------------|
| mykopláštění | 0,4199 |
| 1. mnohoválce | 0,7115 |
| 2. mnohoválce | 1,1209 |
| mezistoupa | 1,1574 |
| surový polotovar | 1,0267 |

U vlny je také vidět, že černě obarvený materiál má vyšší plošnou hmotnost než žlutě obarvený materiál. Opět je důvodem vyšší procentuální vybarvení. Plošná hmotnost u žlutě vybarvené vlny je téměř srovnatelná ve všech přidavcích barvicí doby.

Tabulka 25: Srovnání plošné hmotnosti vlny černě a žlutě obarveného

| Plošná hmotnost [g/cm ²], žlutá | Vlněná plst' |
|--|--------------|
| Surový polotovar | 1,0267 |
| Standardní barvicí doba | 1,0306 |
| 1. přidavek | 1,1053 |
| 2. přidavek | 1,0926 |
| 3. přidavek | 1,1125 |
| 4. přidavek | 1,0819 |
| 5. přidavek | 1,0654 |
| 6. přidavek | 0,9192 |
| černá | |
| Standardní barvicí doba | 1,0306 |
| 1. přidavek | 1,3307 |

4.4 Měření prodyšnosti

Měření prodyšnosti proběhlo na třech různých místech vzorku. Jednotka měření je udávána v l/m²/s.

4.4.1 Srovnání prodyšnosti králičí plsti v různých fázích výroby

Dle teoretických předpokladů se ukázalo, že prodyšnost nepřímo souvisí s měrnou hmotností materiálu. Z naměřených hodnot vyplývá, že materiál Henry ex plazma je od začátku výroby prodyšnější než materiál Henry ex. Hodnoty se vyrovnaly až po polovině výroby a u surového polotovaru již plasmaticky upravovaná plst' dosahovala horších hodnot prodyšnosti.

Tabulka 26: Porovnání prodyšností u materiálu Henry ex a Henry ex plazma

| Prodyšnost [$l/m^2/s$] | Henry ex | | Henry ex plazma | |
|--------------------------|------------------|--------|------------------|--------|
| | naměřené hodnoty | průměr | naměřené hodnoty | průměr |
| suché plstění | 366,0 | 349,67 | 502,0 | 485,00 |
| | 310,0 | | 518,0 | |
| | 373,0 | | 435,0 | |
| po bruyre | 343,0 | 310,00 | 338,0 | 363,00 |
| | 276,0 | | 372,0 | |
| | 311,0 | | 379,0 | |
| mnohoválce I | 44,3 | 45,50 | 46,2 | 49,80 |
| | 43,6 | | 45,5 | |
| | 48,6 | | 57,7 | |
| mnohoválce II | 34,6 | 36,67 | 31,4 | 34,57 |
| | 37,3 | | 37,2 | |
| | 38,1 | | 35,1 | |
| mezistoupa | 32,2 | 31,53 | 41,6 | 43,53 |
| | 30,9 | | 43,5 | |
| | 31,5 | | 45,5 | |
| surový polotovar | 31,3 | 30,37 | 19,9 | 20,37 |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| | 29,9 | | 20,6 | |

4.4.2 Prodyšnost povrchově neupravené králičí plsti v průběhu barvení do žlutého a černého vybarvení

V tabulce 27 je možné sledovat, jak zvyšování barvicí doby u žlutého odstínu vede k pomalému rozvolňování struktury plsti a tím pádem k zvyšování prodyšnosti plsti u plasmaticky upravovaných materiálu. Chemicky upravovaný materiál je více odolný k tomuto rozvolnění a naopak dochází k mírnému snížení prodyšnosti. Po černém vybarvení se prodyšnost dle předpokladů výrazněji snižuje, což může být zapříčiněno mírným zesílením struktury plsti černým barvivem o vysoké koncentraci.

Tabulka 27: Vliv doby barvení na materiál Henry ex a Henry ex plazma

| Prodyšnost [l/m ² /s] | žlutá | | | |
|-------------------------------------|---------------------|--------|---------------------|--------|
| | Henry ex | | Henry ex plazma | |
| | naměřené hodnoty | průměr | naměřené hodnoty | průměr |
| surový polotovár neobarvený | 31,3 | 30,37 | 19,9 | 20,37 |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| standardní barvicí doba | 28,2 | 29,43 | 21,5 | 24,27 |
| | 29,7 | | 26,7 | |
| | 30,4 | | 24,6 | |
| 1. přídavek | 27,5 | 28,93 | 20,9 | 24,27 |
| | 28,9 | | 26,4 | |
| | 30,4 | | 25,5 | |
| 2. přídavek | 26,8 | 29,03 | 23,9 | 23,40 |
| | 31,8 | | 23,7 | |
| | 28,5 | | 22,6 | |
| 3. přídavek | 25,8 | 27,43 | 20,2 | 21,97 |
| | 27,3 | | 24,6 | |
| | 29,2 | | 21,1 | |
| 4. přídavek | 26,1 | 27,83 | 18,1 | 18,03 |
| | 27,7 | | 18,4 | |
| | 29,7 | | 17,6 | |
| 5. přídavek | 29,9 | 30,27 | 19,1 | 22,90 |
| | 29,8 | | 24,4 | |
| | 31,1 | | 25,2 | |
| 6. přídavek | 26,7 | 26,03 | 19,7 | 20,63 |
| | 26,3 | | 21,4 | |
| | 25,1 | | 20,8 | |
| černá | | | | |
| surový polotovár neobarvený | 31,3 | 30,37 | 19,9 | 20,37 |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| standardní barvicí doba | 22,8 | 23,17 | 18,8 | 19,50 |
| | 22,4 | | 18 | |
| | 24,3 | | 21,7 | |

4.4.3 Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené hladké úpravy

Z tabulky 28 je vidět, že materiál Henry ex plazma je méně prodyšnější než materiál Henry ex i u hladké úpravy. Hladká úprava, dle hodnot z tabulky 28, obecně zvyšuje narušením povrchu plsti hodnotu prodyšnosti obou plstí.

Tabulka 28: Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené hladké úpravy

| Prodyšnost [l/m ² /s] | žlutá, hladká úprava | | | |
|----------------------------------|----------------------|--------|---------------------|--------|
| | Henry ex | | Henry ex plazma | |
| | naměřené hodnoty | průměr | naměřené hodnoty | průměr |
| surový polotovár neobarvený | 31,3 | 30,37 | 19,9 | 20,37 |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| standardní barvicí doba | 37,5 | 37,43 | 24,6 | 23,50 |
| | 35,9 | | 22,1 | |
| | 38,9 | | 23,8 | |

4.4.4 Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené plsti se zámišovou úpravou

Z tabulky 29 je vidět, že zámišová úprava zvyšuje prodyšnost plstí více než hladká úprava. Z tabulky lze také vyčíst, že navýšení barvicí doby nemá vliv na prodyšnost.

Tabulka 29: Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené zámišové úpravy

| Prodyšnost [$l/m^2/s$] | žlutá, zámiš | | | |
|-----------------------------|------------------|--------|------------------|--------|
| | Henry ex | | Henry ex plazma | |
| | naměřené hodnoty | průměr | naměřené hodnoty | průměr |
| surový polotovar neobarvený | 31,3 | 30,37 | 19,9 | 20,37 |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| standardní barvicí doba | 49,6 | 49,93 | 33,4 | 33,97 |
| | 47,9 | | 35,5 | |
| | 52,3 | | 33,0 | |
| 1. přídavek | 55,5 | 53,00 | 32,0 | 30,63 |
| | 44,1 | | 30,4 | |
| | 59,4 | | 29,5 | |
| 2. přídavek | 46,3 | 50,43 | 35,6 | 32,53 |
| | 46,6 | | 32,7 | |
| | 58,4 | | 29,3 | |
| 3. přídavek | 49,9 | 49,23 | 33,1 | 34,90 |
| | 46,4 | | 35,2 | |
| | 51,4 | | 36,4 | |
| 4. přídavek | 45,8 | 49,60 | 35,1 | 36,23 |
| | 59,6 | | 36,2 | |
| | 43,4 | | 37,4 | |
| 5. přídavek | 46,3 | 49,33 | 35,1 | 35,30 |
| | 47,1 | | 33,2 | |
| | 54,6 | | 37,6 | |
| 6. přídavek | 55,2 | 48,63 | 37,3 | 37,60 |
| | 48,8 | | 37,5 | |
| | 41,9 | | 38,0 | |

4.4.5 Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené velurové úpravy

Velurová úprava má z hlediska prodyšnosti největší vliv u plasmaticky upraveného materiálu, kdy se prodyšnost rovnala chemicky upravené plsti, viz tabulka 30. Barvicí doba byla zvyšována po 30 minutách a z tabulky lze vyčíst, že navýšení barvicí doby nemá vliv na prodyšnost.

Tabulka 30: Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené zámišové úpravy

| Prodyšnost [l/m ² /s] | žlutá, velur | | | |
|----------------------------------|------------------|--------|------------------|--------|
| | Henry ex | | Henry ex plazma | |
| | naměřené hodnoty | průměr | naměřené hodnoty | průměr |
| surový polotovar neobarvený | 31,3 | 30,37 | 19,9 | 20,37 |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| standardní barvicí doba | 47,8 | 45,53 | 58,0 | 44,53 |
| | 46,0 | | 40,8 | |
| | 42,8 | | 34,8 | |
| 1. přídavek | 60,3 | 56,07 | 43,3 | 43,47 |
| | 59,8 | | 48,5 | |
| | 48,1 | | 38,6 | |
| 2. přídavek | 64,1 | 59,73 | 57,9 | 52,53 |
| | 61,9 | | 52,4 | |
| | 53,2 | | 47,3 | |
| 3. přídavek | 62,2 | 56,20 | 41,1 | 42,00 |
| | 55,2 | | 40,5 | |
| | 51,2 | | 44,4 | |
| 4. přídavek | 56,4 | 53,20 | 42,3 | 43,33 |
| | 52,1 | | 50,7 | |
| | 51,1 | | 37,0 | |
| 5. přídavek | 55,0 | 52,77 | 48,4 | 46,63 |
| | 52,0 | | 48,3 | |
| | 51,3 | | 43,2 | |
| 6. přídavek | 48,6 | 47,03 | 44,2 | 39,30 |
| | 45,4 | | 42,3 | |
| | 47,1 | | 31,4 | |

4.4.6 Porovnání prodyšnosti černého vybarvení u povrchových úprav

V tabulce 31 je nejnázorněji vidět rozdíl v prodyšnosti u jednotlivých úprav. Prodyšnost v obou materiálech snižuje jen hladká úprava povrchu plsti, u zámišové a hlavně u velurové úpravě dochází k jejímu zvyšování.

Tabulka 31: Porovnání prodyšnosti černého vybarvení u zámišové, velurové a hladké úpravy

| Prodyšnost [l/m ² /s] | žlutá, velur | | | |
|----------------------------------|------------------|--------|------------------|--------|
| | Henry ex | | Henry ex plazma | |
| | naměřené hodnoty | průměr | naměřené hodnoty | průměr |
| surový polotovar neobarvený | 31,3 | 30,37 | 19,9 | 20,37 |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| | 29,9 | | 20,6 | |
| hladký | 20,3 | 22,33 | 16,8 | 19,00 |
| | 22,5 | | 19,6 | |
| | 24,2 | | 20,6 | |
| zámiš | 40,1 | 40,60 | 31,5 | 32,37 |
| | 40,7 | | 35,1 | |
| | 41,0 | | 30,5 | |
| velur | 53,7 | 52,00 | 32,8 | 31,90 |
| | 56,8 | | 31,5 | |
| | 45,5 | | 31,4 | |

4.4.7 Prodyšnost vlny v různých fázích výroby

V tabulce 32 je vidět, že vlna dosahuje stabilní prodyšnosti již po druhém kroku vlastní výroby. V dalším průběhu se jeho hodnota již příliš neměnila. Prodyšnost vlněné plsti je více než třikrát větší než u králičí plsti.

Tabulka 32: Prodyšnost vlněné plsti v různých fázích výroby

| Prodyšnost [l/m ² /s] | Vlněná plst' | |
|----------------------------------|------------------|--------|
| | naměřené hodnoty | průměr |
| mykoplástění | 407,0 | 402,33 |
| | 395,0 | |
| | 405,0 | |
| 1. mnohoválce | 127,0 | 125,67 |
| | 113,0 | |
| | 137,0 | |
| 2. mnohoválce | 73,2 | 77,43 |
| | 83,2 | |
| | 75,9 | |
| mezistoupa | 91,8 | 93,63 |
| | 96,2 | |
| | 92,9 | |
| Surový polotovar | 109,0 | 111,00 |
| | 113,0 | |
| | 111,0 | |

4.4.8 Porovnání prodyšnosti upravené vlny žluté a černě vybarvené

Z tabulky 33 je možno vidět, že navyšující se doba barvení nemá u vlněné plsti na prodyšnost až takový vliv, hodnoty jsou hodně podobné. Barvicí doba byla navyšována po 30

minutách. Při srovnání s vybarvením u králíčí plsti se prodyšnost u vlny mění jen minimálně. Není zde patrné ani možné síťování u barvení do černého odstínu.

Tabulka 33: Porovnání prodyšnosti upravené vlny žlutě a černě vybarvené

| Prodyšnost [l/m ² /s] | Vlněná plst' | |
|----------------------------------|------------------|--------|
| | žlutá | |
| | naměřené hodnoty | průměr |
| surový polotovar neobarvený | 109,0 | 111,00 |
| | 113,0 | |
| | 111,0 | |
| Standardní barvicí doba | 107,0 | 97,97 |
| | 83,9 | |
| | 103,0 | |
| 1. přídavek | 115,0 | 121,00 |
| | 122,0 | |
| | 126,0 | |
| 2. přídavek | 128,0 | 114,33 |
| | 108,0 | |
| | 107,0 | |
| 3. přídavek | 116,0 | 110,00 |
| | 107,0 | |
| | 107,0 | |
| 4. přídavek | 136,0 | 141,00 |
| | 155,0 | |
| | 132,0 | |
| 5. přídavek | 109,0 | 103,17 |
| | 76,5 | |
| | 124,0 | |
| 6. přídavek | 113,0 | 119,00 |
| | 136,0 | |
| | 108,0 | |
| černá | | |
| surový polotovar neobarvený | 109,0 | 111,00 |
| | 113,0 | |
| | 111,0 | |
| standardní barvicí doba | 136,0 | 117,33 |
| | 107,0 | |
| | 109,0 | |

4.5 Vliv plazmatické úpravy na barevnost surové králíčí plsti

V tabulce 34 jsou porovnány surové polotovary Henry ex a Henry ex plazma. Z výsledků lze vyčíst, že plazmatická úprava králíčí plsti výrazně ovlivňuje barevnost surového produktu. Vybarvení plsti plasmaticky upravované je sytější a je posunuto více do červena.

Tabulka 34: Porovnání surového polotovaru Henry ex vůči Henry ex plazma

| Vzorek surový polotovar | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|-------------------------|-------|------|------|------------------|--------------|--------------|
| Henry ex | 51,25 | 1,74 | 5,68 | | | |
| Henry ex plazma | 50,14 | 2,76 | 7,46 | 2,18 | 108,76 | 110,84 |

4.6 Hodnocení barevnosti průmyslově vybarvených vzorků králíčí plsti

Důležitým faktorem hodnotícím celkovou vhodnost plasmatické úpravy plstěného materiálu je i afinita vzniklé plsti k chemikáliím, zejména schopnost srovnatelně vybarvit do zadaného odstínu. Všechna barvení (žlutá i černá) byla provedena ve stejné lázni plasmaticky i standardně upravené plsti. Povrchová úprava vzniklých plstí také ovlivňuje výslednou barevnost vzorků.

4.6.1 Vliv plasmatické úpravy na barevnost obarvené králíčí plsti

Při porovnání žlutého vybarvení v průmyslovém měřítku za stejných podmínek barvení je vidět předpokládaná nižší afinita plasmaticky upravené plsti.

Tabulka 35: Porovnání barevnosti žlutě vybarveného surového polotovaru Henry ex a Henry ex plazma

| Vzorek žlutý, stand. barv. doba | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|---------------------------------|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Henry ex | 49,31 | -1,77 | 37,96 | | | |
| Henry ex plazma | 47,90 | -0,41 | 34,79 | 1,82 | 96,18 | 96,06 |

Zvyšování přídavku barviva včetně doby barvení nemělo významný vliv na sílu vybarvení standardně upravené plsti. Není tedy z hlediska dosažení daného odstínu třeba měnit standardní dobu barvení.

Tabulka 36: Vliv navyšování barvicí doby žlutě obarveného surového polotovaru Henry ex na výslednou barevnost

| Henry ex žluté vybarvení | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|--------------------------|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Standardní barvicí doba | 49,31 | -1,77 | 37,96 | | | |
| 1. přídavek | 49,43 | -1,76 | 37,21 | 0,34 | 96,11 | 95,77 |
| 2. přídavek | 48,94 | -1,63 | 37,46 | 0,29 | 101,45 | 100,91 |
| 3. přídavek | 48,98 | -1,60 | 36,89 | 0,51 | 97,87 | 97,68 |
| 4. přídavek | 48,85 | -1,41 | 37,29 | 0,44 | 100,88 | 100,53 |
| 5. přídavek | 49,06 | -1,37 | 37,51 | 0,36 | 99,71 | 99,64 |
| 6. přídavek | 48,52 | -1,24 | 37,78 | 0,53 | 104,59 | 105,11 |

Ovšem u materiálu Henry ex plazma už je vidět nízké navýšení barevnosti v průběhu barvení. Je tedy možné pro korekci požadované síly vybarvení použít delší dobu barvení.

Tabulka 37: Vliv navyšování barvicí doby žlutě obarveného surového polotovaru Henry ex plazma na výslednou barevnost

| Henry ex plazma žluté vybarvení | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|---------------------------------|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Standardní barvicí doba | 47,90 | -0,41 | 34,79 | | | |
| 1. přídavek | 48,01 | -0,28 | 33,6 | 0,56 | 94,24 | 94,02 |
| 2. přídavek | 47,55 | -0,27 | 33,71 | 0,54 | 97,03 | 97,52 |
| 3 přídavek | 46,90 | -0,30 | 33,51 | 0,76 | 101,87 | 102,05 |
| 4. přídavek | 47,33 | -0,33 | 33,95 | 0,48 | 100,98 | 100,71 |
| 5. přídavek | 47,26 | -0,29 | 32,83 | 0,96 | 95,78 | 96,25 |
| 6. přídavek | 47,22 | -0,37 | 34,16 | 0,44 | 101,38 | 102,05 |

Černé vybarvení kopíruje trend nižší afinity plasmatické úpravy k barvivu. Vzhledem k době barvení i množství barviva je ale rozdíl výrazně nižší než u žlutého vybarvení.

Tabulka 38: Porovnání surového polotovaru Henry ex a Henry ex plazma černě obarveného

| Černé vybarvení | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|-----------------|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Henry ex | 12,11 | -0,02 | -0,80 | | | |
| Henry ex plazma | 12,16 | -0,07 | -1,2 | 0,58 | 98,49 | 98,64 |

4.6.2 Porovnání změny barevnosti žlutého vybarvení u povrchových úprav králíčí plsti Henry ex a Henry ex plazma

V následující tabulce 39 byl porovnán hladce upravený surový polotovar Henry ex a Henry ex plazma ku neupravenému surovému polotovaru žlutě vybarvenému. Hladká úprava zvýšila vjem síly vybarvení u Henry ex o cca 5 %, u Henry ex plazma byl rozdíl již cca 17 %.

Tabulka 39: Porovnání žlutě obarveného surového polotovaru Henry ex a Henry ex plazma vůči žlutě obarvenému hladce upravenému materiálu

| Henry ex žluté vybarvení, hladká úprava | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|--|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Obarvený, neupravený | 49,31 | -1,77 | 37,96 | | | |
| Obarvený, upravený | 48,19 | -2,03 | 36,82 | 0,76 | 105,83 | 105,51 |
| Henry ex plazma žluté vybarvení, hladká úprava | | | | | | |
| Obarvený, neupravený | 47,90 | -0,41 | 34,79 | | | |
| Obarvený, upravený | 46,07 | -0,34 | 34,61 | 0,87 | 117,23 | 117,04 |

V následující tabulce 40 byl porovnán zámišově upravený surový polotovar Henry ex a Henry ex plazma ku neupravenému surovému polotovaru žlutě obarvenému. Bylo porovnáváno i navyšování barvicí doby u zámišově upraveného materiálu. Je zde vidět výraznější vliv povrchového opracování plsti na výslednou barevnost. S přídavkami doby

barvení se ale příliš nemění. U zámišové úpravy mezi Henry ex a Henry ex plazma není vidět velký rozdíl. Síla vybarvení u standardní barvicí doby se lišila zhruba o 1%.

Tabulka 40: Porovnání žlutě obarveného surového polotovaru Henry ex a Henry ex plazma vůči žlutě obarvenému zámišově upravenému materiálu

| Henry ex žluté vybarvení, zámišová úprava | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|---|-----------|-----------|-----------|------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Obarvený, neupravený | 49,31 | -1,77 | 37,96 | | | |
| Obarvený, upravený | 47,54 | -1,74 | 37,00 | 0,92 | 114,97 | 113,17 |
| 1. přídavek | 47,57 | -1,79 | 36,20 | 1,12 | 110,45 | 108,53 |
| 2. přídavek | 47,60 | -1,75 | 35,73 | 1,27 | 106,61 | 105,49 |
| 3 přídavek | 47,57 | -1,89 | 35,21 | 1,47 | 104,63 | 103,38 |
| 4. přídavek | 47,07 | -1,72 | 35,72 | 1,44 | 111,79 | 110,70 |
| 5. přídavek | 47,90 | -1,79 | 35,55 | 1,26 | 103,13 | 102,07 |
| 6. přídavek | 47,07 | -1,67 | 35,84 | 1,40 | 111,09 | 102,07 |
| Henry ex plazma žlutě vybarvený, zámišová úprava | | | | | | |
| Obarvený, neupravený | 47,90 | -0,41 | 34,79 | | | |
| Obarvený, upravený | 46,12 | -0,68 | 33,79 | 0,98 | 112,97 | 112,35 |
| 1. přídavek | 47,17 | -0,84 | 33,97 | 0,62 | 104,71 | 103,89 |
| 2. přídavek | 46,14 | -0,67 | 33,74 | 0,98 | 112,63 | 111,89 |
| 3. přídavek | 45,99 | -0,6 | 33,2 | 1,17 | 111,74 | 110,66 |
| 4. přídavek | 45,66 | -0,56 | 32,76 | 1,42 | 113,38 | 111,57 |
| 5. přídavek | 46,00 | -0,59 | 32,76 | 1,31 | 108,93 | 108,2 |
| 6. přídavek | 45,23 | -0,63 | 33,22 | 1,46 | 118,03 | 117,46 |

V následující tabulce 41 byl porovnán velurově upravený surový polotovar Henry ex a Henry ex plazma ku neupravenému surovému polotovaru žlutě obarvenému. U veluru nebyly barevné odchylky vyšší, jako tomu bylo u zámišové úpravy, lze zde ale konstatovat, že hodnoty síly vybarvení se po druhém přídavku již dále příliš nemění.

Barevná odchylka u Henry ex mezi surovým polotovarem žlutě obarveným neupraveným a upraveným je 0,49. Navyšováním doby barvení se postupně mírně zvyšuje. Barevná odchylka u velurově upraveného surového polotovaru Henry ex plazma vůči neupravenému žlutě obarvenému surovému polotovaru je 0,57 a zvýšení odchylky je oproti Henry ex výrazně vyšší, po šestém přídavku až dvojnásobné. Přitom síla vybarvení se příliš nezvyšuje.

Tabulka 41: Porovnání žlutě obarveného surového polotovaru Henry ex a Henry ex plazma vůči žlutě obarvenému velurově upravenému materiálu

| Henry ex žluté vybarvení, velurová úprava | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|---|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Obarvený, neupravený | 49,31 | -1,77 | 37,96 | | | |
| Obarvený, upravený | 49,27 | -2,04 | 36,98 | 0,49 | 97,86 | 97,34 |
| 1. přídavek | 48,95 | -2,00 | 36,91 | 0,53 | 101,11 | 100,23 |
| 2. přídavek | 48,52 | -1,87 | 36,93 | 0,59 | 103,82 | 103,26 |
| 3. přídavek | 48,77 | -1,93 | 36,90 | 0,55 | 102,40 | 101,22 |
| 4. přídavek | 48,23 | -1,78 | 36,43 | 0,84 | 103,50 | 103,17 |
| 5. přídavek | 48,08 | -1,82 | 35,87 | 1,09 | 102,77 | 102,21 |
| 6. přídavek | 48,58 | -1,90 | 36,65 | 0,68 | 101,05 | 100,97 |
| Henry ex plazma žluté vybarvený, velurová úprava | | | | | | |
| Obarvený, neupravený | 47,90 | -0,41 | 34,79 | | | |
| Obarvený, upravený | 46,96 | -0,67 | 34,15 | 0,57 | 106,14 | 106,18 |
| 1. přídavek | 46,63 | -0,62 | 33,48 | 0,87 | 107,26 | 106,08 |
| 2. přídavek | 46,89 | -0,64 | 33,82 | 0,68 | 105,55 | 105,28 |
| 3. přídavek | 46,90 | -0,78 | 33,35 | 0,87 | 103,79 | 103,14 |
| 4. přídavek | 46,60 | -0,79 | 32,89 | 1,12 | 103,63 | 103,32 |
| 5. přídavek | 46,36 | -0,64 | 32,92 | 1,15 | 106,09 | 105,63 |
| 6. přídavek | 46,26 | -0,75 | 33,15 | 1,12 | 107,07 | 107,19 |

4.6.3 Porovnání změny barevnosti černého vybarvení u povrchových úprav králíčí plsti Henry ex a Henry ex plazma

V následující tabulce byl porovnáván rozdíl mezi jednotlivými konečnými úpravami vybarveného polotovaru. Nejvyšší barevná odchylka je u obou plstěných úprav po hladké úpravě. I zde je patrné výrazné navýšení síly vybarvení. Plasmatická úprava i zde dosahuje nižšího vybarvení, rozdíl není ale nijak vysoký.

Tabulka 42: Porovnání černě obarveného surového polotovaru Henry ex vůči černě obarveným materiálům hladké, velurové a zámišové úpravy

| Černé vybarvení | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|---------------------------|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Henry ex surový polotovar | 12,11 | -0,02 | -0,8 | | | |
| Henry ex hladký | 9,94 | -0,15 | 0,39 | 2,75 | 127,77 | 131,73 |
| Henry ex zámiš | 10,77 | 0,01 | -0,01 | 1,75 | 115,45 | 118,25 |
| Henry ex velur | 10,96 | -0,12 | 0,03 | 1,65 | 112,82 | 115,94 |

Tabulka 43: Porovnání černě obarveného surového polotovaru Henry ex plazma vůči černě obarveným materiálům hladké, velurové a zámišové úpravy

| Černé vybarvení | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|----------------------------------|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Henry ex plazma surový polotovar | 12,16 | -0,07 | -1,20 | | | |
| Henry ex plazma hladký | 11,48 | -0,16 | 0,03 | 1,86 | 107,02 | 110,87 |
| Henry ex plazma zámiš | 10,89 | -0,16 | -0,43 | 1,65 | 114,26 | 117,30 |
| Henry ex plazma velur | 11,40 | -0,05 | -0,13 | 1,67 | 108,43 | 111,36 |

4.7 Změna barevnosti v průběhu barvicího procesu u vlněné plsti včetně vlivu povrchové úpravy

U vlněné plsti nejsou pozorovány velké změny síly vybarvení vlivem navyšování doby barvení. Při navyšování doby barvení nad určitou mez definovanou v našem případě 5. přídatkem (navýšení doby barvení o 2,5 hodiny) již docházelo k desorpci barviva z plsti do lázně.

Tabulka 44: Vliv navyšování barvicí doby u žlutě obarvené vlněné plsti jako surového polotovaru

| Žluté vybarvení | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|-------------------------|-------|------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Standardní barvicí doba | 58,22 | 3,25 | 62,30 | | | |
| 1. přídatkem | 58,53 | 3,08 | 63,15 | 0,35 | 103,73 | 103,13 |
| 2. přídatkem | 58,31 | 3,19 | 63,18 | 0,32 | 105,55 | 105,69 |
| 3. přídatkem | 58,44 | 3,04 | 62,91 | 0,27 | 103,00 | 102,79 |
| 4. přídatkem | 58,06 | 3,02 | 62,62 | 0,20 | 104,14 | 104,48 |
| 5. přídatkem | 59,92 | 2,92 | 62,87 | 0,78 | 93,99 | 91,58 |
| 6. přídatkem | 59,86 | 2,37 | 62,39 | 0,89 | 93,38 | 90,46 |

V následující tabulce byly porovnávána barevnost žlutě obarveného neupraveného polotovaru s opracovanými vzorky vlněné plsti. Z hodnot je patrné navýšení síly vybarvení vlivem povrchového opracování plsti včetně kritického bodu, za který dochází již hlavně k desorpci barviva zpět do lázně.

Tabulka 45: Porovnání žlutě obarvené vlněné plsti jako surového polotovaru vůči upravenému žlutě obarvenému surovému polotovar

| Žluté vybarvení, upravená | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|---------------------------|-------|------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Neupravená | 58,22 | 3,25 | 62,3 | | | |
| Standardní barvicí doba | 59,60 | 3,18 | 65,31 | 1,22 | 109,98 | 108,95 |
| 1. přídatkem | 59,90 | 3,12 | 65,73 | 1,41 | 110,47 | 108,54 |
| 2. přídatkem | 60,00 | 3,25 | 65,73 | 1,43 | 110,20 | 108,16 |
| 3. přídatkem | 59,98 | 2,77 | 65,74 | 1,47 | 109,81 | 108,95 |
| 4. přídatkem | 58,54 | 3,09 | 63,88 | 0,59 | 109,36 | 109,18 |
| 5. přídatkem | 60,24 | 2,95 | 64,33 | 1,14 | 102,05 | 99,49 |
| 6. přídatkem | 59,45 | 2,28 | 62,60 | 0,81 | 101,02 | 99,49 |

Ještě výraznějšího zvýšení síly vybarvení u opracované vlněné plsti se dosáhlo u černého vybarvení. Navýšení je srovnatelné s králíčí plstí.

Tabulka 46: Porovnání černě obarvené vlněné plsti jako surového polotovaru vůči upravenému černě obarvenému polotovaru

| Černé vybarvení | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|---------------------------|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Surový polotovar | 11,74 | -0,09 | -0,55 | | | |
| Upravený surový polotovar | 10,81 | -0,43 | 1,04 | 2,58 | 112,65 | 115,72 |

4.8 Vliv TPP na změnu barevnosti laboratorně vybarvených vzorků králíčí plsti

V laboratorních podmínkách byl sledován vliv různých TPP na změnu barevnosti králíčí plsti standardně či plasmaticky upravované. Barvicí proces byl stejný, jako u průmyslového barvení. Vzorky byly vybarveny do žlutého i černého vybarvení. Barvení králíčí plsti bylo provedeno v barvicím aparátu Ahiba Turbomat.

Využití egalizačního prostředku vedlo obecně ke zvýšení síly vybarvení včetně minimální změny barevnosti výsledné plsti s nejvýraznějším účinkem u neionogenního tenzidu Slovasolu 257.

Tabulka 47: Surový polotovar Henry ex žlutě obarvený, vliv textilních pomocných prostředků

| Henry ex, žluté vybarvení | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|---------------------------|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Bez TPP | 51,47 | -1,56 | 37,26 | | | |
| ALVIRON P96 | 51,16 | -1,38 | 37,79 | 0,31 | 104,5 | 104,69 |
| SLOVASOL 257 | 50,7 | -1,39 | 37,32 | 0,37 | 106,26 | 106,78 |

U surového polotovaru Henry ex plazma jsou vlivem použití textilního pomocného přípravku také malé barevné odchylky. I zde se jeví použití Slovasolu 257 jako výhodnější.

Tabulka 48: Surový polotovar Henry ex plazma žlutě obarvený, vliv textilních pomocných prostředků

| Henry ex plazma, žluté vybarvení | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|----------------------------------|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Bez TPP | 49,55 | -0,15 | 34,53 | | | |
| ALVIRON P96 | 49,3 | 0,02 | 34,27 | 0,22 | 101,69 | 101,13 |
| SLOVASOL 257 | 48,98 | 0,15 | 35,01 | 0,41 | 106,42 | 106,78 |

U surového polotovaru Henry ex černě obarveného jsou při použití obou typů textilních pomocných přípravků barevné odchylky již výrazné. Zde se jeví lépe použití Alvironu P96.

Tabulka 49: Surový polotovar Henry ex černě obarvený, vliv textilních pomocných prostředků

| Henry ex, černé vybarvení | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|---------------------------|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Bez TPP | 13,07 | 0,5 | 0,79 | | | |
| ALVIRON P96 | 11,86 | -0,05 | -0,53 | 2,39 | 92,63 | 111,11 |
| SLOVASOL 257 | 13,63 | -0,14 | -0,7 | 2,42 | 92,63 | 91,58 |

U surového polotovaru Henry ex plazma černě obarveného je opět vyšší barevná odchylka u vzorku včetně vhodnosti použití Alvironu P96.

Tabulka 50: Surový polotovar Henry ex plazma černě obarvený, vliv textilních pomocných přípravků

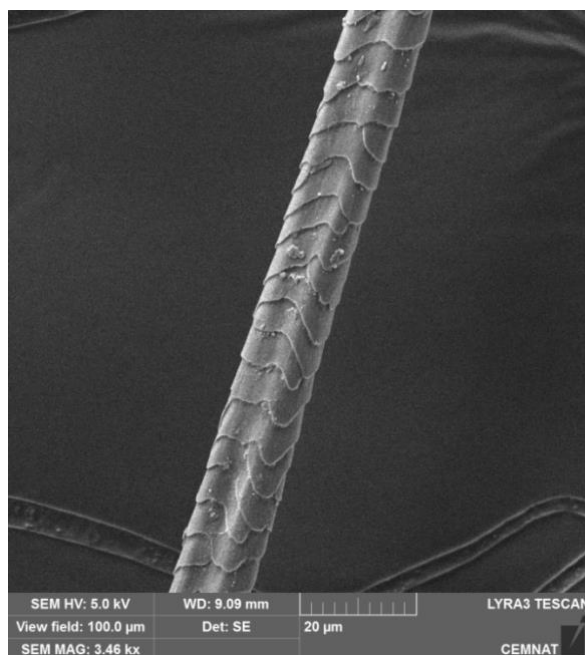
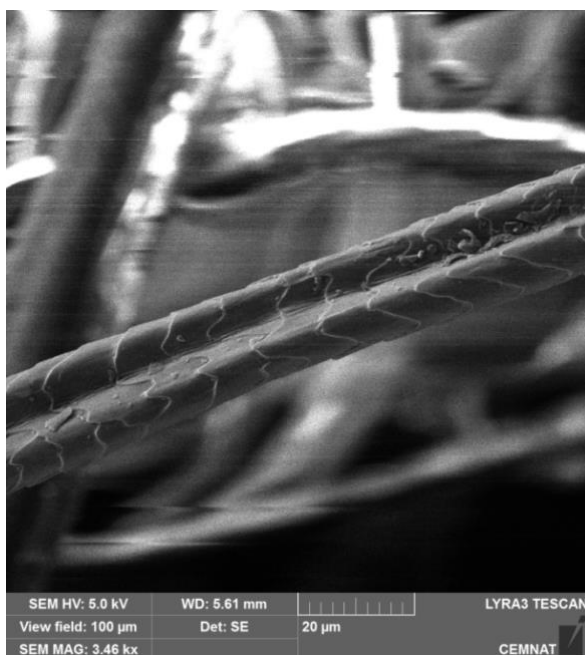
| Henry ex plazma, černé vybarvení | L* | a* | b* | ΔE_{cmc} | Avg Strength | Wgt Strength |
|----------------------------------|-------|-------|-------|------------------|--------------|--------------|
| Bez TPP | 13,22 | -0,2 | -1,17 | | | |
| ALVIRON P96 | 13,68 | -0,05 | -0,88 | 0,65 | 95,74 | 95,78 |
| SLOVASOL 257 | 14,13 | 0,05 | -1,19 | 0,95 | 90,48 | 90,85 |

4.9 Měření na rastrovacím elektronovém mikroskopu

Celkem bylo změřeno 8 vzorků. Čtyři vzorky byly materiálu Henry ex a čtyři Henry ex plazma. Jednalo se o vzorky z následujících kroků výrobního procesu:

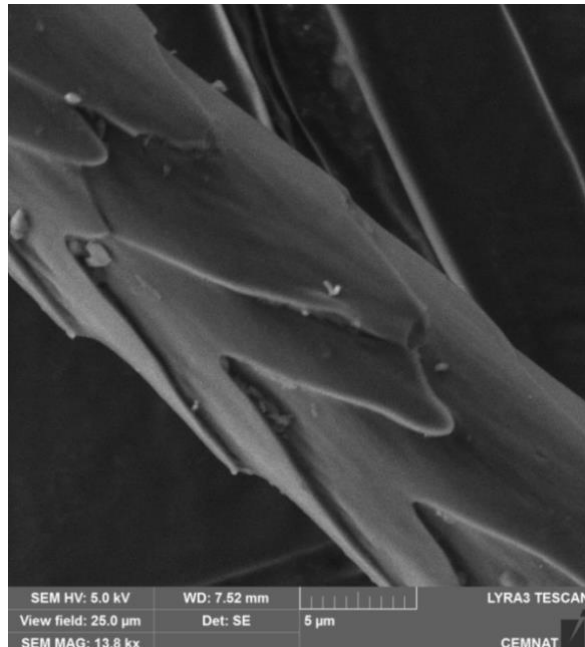
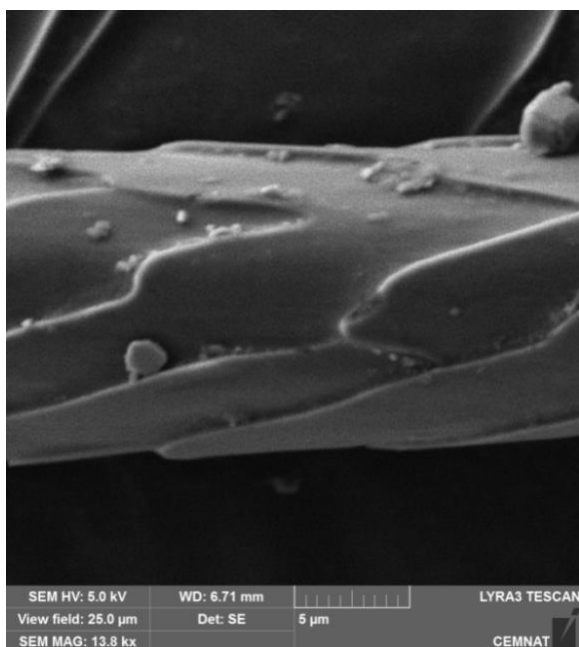
- po suchém plstění
- surový polotovar
- surový polotovar žlutě obarvený
- surový polotovar černě obarvený

Na obrázku 33 je vidět porovnání materiálu Henry ex a Henry ex plazma po suchém plstění. Na obou obrázcích jsou vidět bílé šupinky zachycené na vláknech. Na obou fotkách je vidět typická struktura králičího vlákna, jak byla uvedena v teoretické části této diplomové práce. Na povrchu vláken není viditelný výrazný rozdíl mezi chemickou nebo plasmatickou úpravou.



Obrázek 33: Henry ex po suchém plstění chemickým mořením (vlevo) a plasmaticky (vpravo)

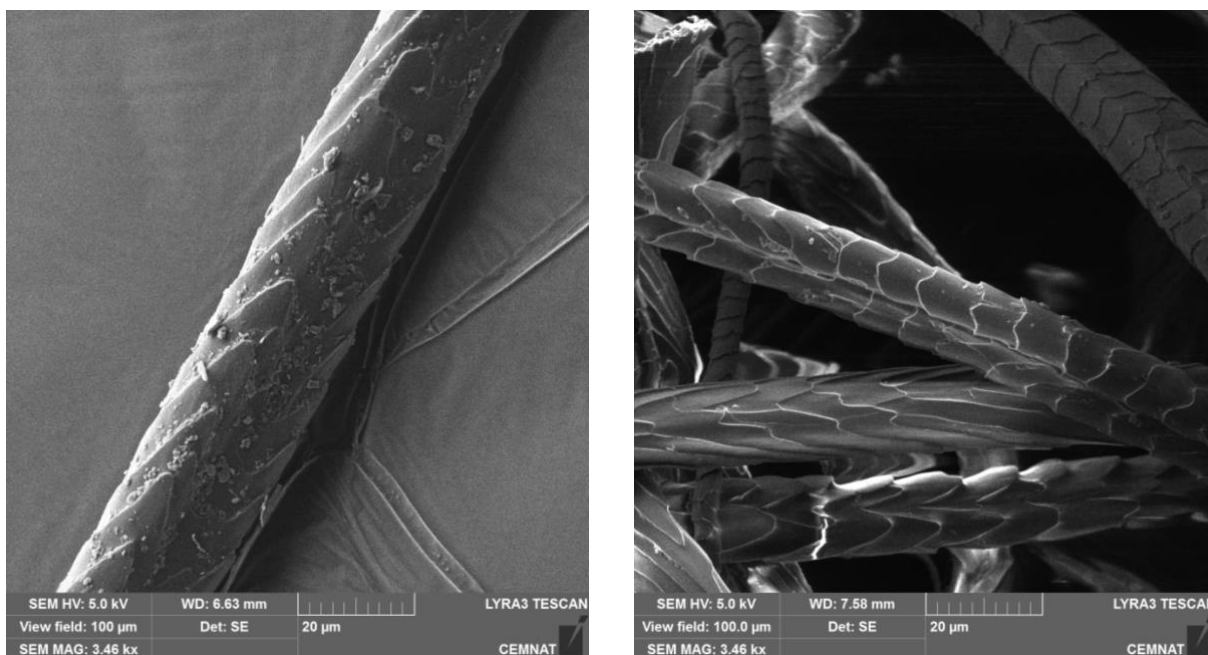
Na následujícím obrázku 34 je vidět porovnání materiálu Henry ex a Henry ex plazma jako surového polotovaru. Povrch materiálů je srovnatelný se suchým plstěním. Ve vzájemném porovnání je vidět mírně větší degradace povrchu u chemického moření než u plasmatické úpravy.



Obrázek 34: Henry ex surový polotovar (vlevo) a Henry ex plazma surový polotovar (vpravo)

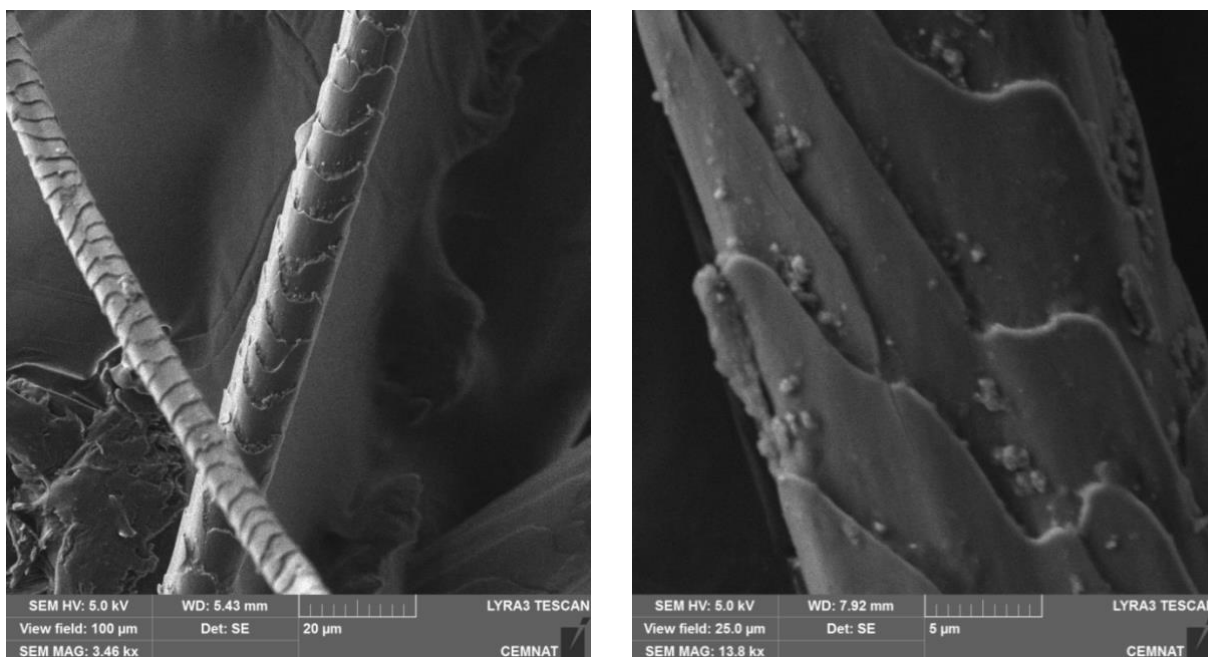
Na obrázku 35 je porovnání surového materiálu obarveného na žluto Henry ex a Henry ex plazma. Na vláknech jsou vidět bílé šupinky, které mohou značit aglomeráty barviva uchyceného na povrchu chlupu, u chemického moření ve výrazně vyšším počtu než u

plasmatické úpravy. U barvení do černého odstínu, kdy je procento vybarvení násobně vyšší, než u žlutého odstínu je již i u plasmatické úpravy patrná adsorbce částic barviva na povrchu chlupu ve vysokém počtu.



Obrázek 35: Henry ex surový polotovar obarvený na žluto (vlevo) a Henry ex plazma surový polotovar obarvený na žluto (vpravo)

Poslední porovnání (viz obrázek 36) je porovnání surového polotovaru černě obarveného Henry ex a Henry ex plazma. I zde je vidět to, co na předešlých obrázcích, uchycené bílé šupinky, což mohou být zbytky kyselin, či zbytky barviva.



Obrázek 36: Henry ex surový polotovar černě obarvený (vlevo) Henry ex plazma surový polotovar černě obarvený (vpravo)

5 Závěr

Cílem předkládané diplomové práce bylo zhodnotit, zda je možné při plstivé úpravě králičí plsti nahradit kyselou úpravu (Henry ex) úpravou pomocí plazmatu (Henry ex plasma). Byly měřeny změny mechanických vlastností: pevnosti, tažnosti, plošné hmotnosti a prodyšnosti. Tyto parametry byly také sledovány také v závislosti na době barvení. Všechny tyto naměřené hodnoty byly mezi sebou porovnávány. U vybarveného materiálu byl sledován také vliv plasmatické úpravy na sílu vybarvení a změnu odstínu výsledného vybarvení a to v průmyslovém i laboratorním měřítku barvení. Část diplomové práce byla věnována i vlněné plsti. U ní byly měřeny stejné parametry jako u králičí plsti. Získané výsledky jsou nejdříve shrnuty u jednotlivých parametrů a následně zobecněny.

Mechanické zkoušky – porovnání materiálu Henry ex a Henry ex plazma

Jak bylo předpokládáno s návazností pracovních operací při výrobě kloboučnické plsti pevnost materiálu s jeho výrobou roste. S malými výkyvy lze konstatovat, že oba materiály Henry ex i Henry ex plazma, jsou srovnatelné. Dle předpokladu pevnosti také rostou s rostoucí rychlostí zatížení při stanovení meze pevnosti.

S přidavkem doby barvení klesají pevnosti materiálu, a to jak u žlutého vybarvení, tak u černého. U obarvených materiálů v porovnání s neobarveným surovým materiálem je pevnost obarvených vzorků menší. U povrchových úprav plstěného materiálu, jak u hladké úpravy, tak i u zámišové a velurové, klesají pevnosti.

Plošná hmotnost Henry ex a Henry ex plazma

Plošná hmotnost stoupá s postupnými fázemi výroby. V porovnání Henry ex a Henry ex plazma lze konstatovat, že plošná hmotnost je velmi podobná, s malými odchylkami. S přidavkem doby barvení lze říci, že se plošná hmotnost již výrazně nemění.

Prodyšnost Henry ex a Henry ex plazma

Prodyšnost králičí plsti souvisí s plošnou hmotností plsti, a tedy naopak klesá s jednotlivými fázemi výroby. Materiál Henry ex dosahoval překvapivě vyšší prodyšnosti než Henry ex plasma.

Vlivem barvení dochází k zachycení barviva na vláknech, tím pádem stěžuje prodyšnost materiálu, což prokázalo měření prodyšnosti, a to jak u žlutého, tak u černého vybarvení, jak u Henry ex, tak u Henry ex plazma. Ve všech sledovaných procesech, ať

samotného barvení, i následných povrchových úprav vždy plasmatická úprava dosahovala nižší prodyšnosti, a to i přesto, že plošná hmotnost obou plstí byla srovnatelná či dokonce u plazmaticky upravované plsti nižší.

Barevnost Henry ex a Henry ex plazma

Změna barevného odstínu byla před měřením očekávána, již už u surového neobarveného materiálu bylo vidět, že materiál ošetřený plazmou je, v porovnání s materiálem upraveným kyselinami, odstínově více do červena, což se i potvrdilo měřením. Z naměřených hodnot vyplývá, že při stejném barvení obou materiálů dojde u Henry ex plazma v porovnání s Henry ex k odstínovému posunu. Navyšováním doby barvení, jak u černého, tak u žlutého vybarvení se dosáhlo jen mírné změny barevnosti u obou materiálů. Použití textilních pomocných prostředků ukázalo vhodnost použití u obou materiálů, zejména u neionogenního tenzidu Slovazolu 257.

Vlněná plst'

Trendy jednotlivých sledovaných mechanických veličin zjištěných u králičí plsti dodržuje i plst' vlněná. Pevnost vlněné plsti je oproti králičí výrazně vyšší, oproti tomu je plošná hmotnost srovnatelná. Tažnost je u obou typů plstí výrazně podobná. Neobarvený surový materiál má vyšší pevnosti než obarvený, a to jak na žluto, tak na černo. S rostoucí dobou barvení pevnosti klesají. Obarvený surový vlněný polotovar, jak bylo očekáváno, má o něco vyšší plošnou hmotnost vlivem barviva zachyceného na vláknech.

Prodyšnost vlněné plsti je, tak jako u králičí plsti, nejvyšší na začátku výroby a klesá s fázemi výroby. V průběhu barvení se prodyšnost vlněného materiálu výrazně neměnila.

Barevnost u vlněné plsti ukázala, že od 5. přídavku doby barvení dochází k desorpci barviva do lázně.

Výsledná plazmaticky upravená plst' dosahovala srovnatelných hodnot mechanických parametrů v porovnání se standardní úpravou pomocí kyselin, a dokonce ve většině případů i mírně vyšších, zejména u pevnosti plsti. Důležité je, že tohoto trendu dosahovala ve všech fázích zpracovatelského procesu. Barevná odchylka surového materiálu plazmaticky upravovaného se očekávala, včetně zjištěné barevné odchylky žlutě vybarvené plsti, a to jak při průmyslovém, tak i laboratorním barvení. Změnou receptury lze dosáhnout požadovaného odstínu. Při barvení však plst' plazmaticky upravená dosahovala jen o 5% nižší síly vybarvení,

což je dobrý výsledek. Povrchové úpravy na plazmaticky upravenou plst' měli obdobný účinek, jako na kysele plstěnou králičí plst'. Pevnosti stále zůstávali u Henry ex plasma vyšší.

Závěrem lze, na základě naměřených hodnot a výsledků experimentů, doporučit použití ekologicky výrazně šetrnější plasmatické plstivé úpravy jako náhradu za klasické moření kyselinami.

Seznam použité literatury

- [1] Hat life. [online], [cit. 7.3.2018] Dostupné z: http://www.hatlife.com/hats_made.php
- [2] PILLER, Bohumil, LEVINSKÝ, Oto. *Malá encyklopedie textilních materiálů*. Vydalo SNTL Praha, 1982.
- [3] STANĚK, Jaroslav. *Textilní zbožíznalství. Vlákenné suroviny, příze, nitě*. Technická univerzita v Liberci 2006, ISBN 80-7372-147-3.
- [4] GORDON COOK, James. *Handbook of Textile Fibres*. Woodhead Publishing Limited. UK 2001, ISBN 978-1-85573-484-5.
- [5] GAJDA, Ervín a GARDÁŠ, Otakar. *Základy výroby plstí.*, Nový Jičín 1983
- [6] BLAŽEJ, Anton a kol. *Štruktúra a vlastnosti vláknitých bielkovín*. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied v Bratislave 1978.
- [7] MEREDITH, R. *The Mechanical Properties of Textile Fibres*. North-Holland Publishing Company Amsterdam 1956.
- [8] POLČÁKOVÁ, P. Masarykova Univerzita. [online], 26.11.2010 [cit. 15.3.2018]. Dostupné z: <https://www.online.muni.cz/veda-a-vyzkum/2005-technologie-pro-tonak-pomuze-s-vyrobou-klobouku>
- [9] SODOMKA, Lubomír. *Struktura, vlastnosti, diagnostika a nové technologie oddělování, spojování a pojení textilií*. Technická univerzita v Liberci 2012. ISBN 80-7083-645-8.
- [10] JHALA, P. B.; NEMA, S. K.; MUKHERJEE, S. *Innovative Atmospheric Plasma Technology for Improving Angoracottage Industry's Competitiveness*. [Online]. [cit. 19.4.2018]. Dostupné z: <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/pdf/files/17/1637.pdf>
- [11] Obrázek 13: Přednášky z předmětu Přírodní a chemická vlákna, garant předmětu: doc. Ladislav Burgert, CSc.
- [12] KADOLPH, Sara, J. *Textiles*. 10th ed. Upper Saddle River, New Jersey 07458 2007. ISBN 0-13-118769-4
- [13] Fotografie vlastní.
- [14] GAJDA, Ervín a BŘEZINOVÁ, Božena. *Technologie výroby kloboučnických plstí*. I. díl, Nový Jičín 1985.
- [15] KRYŠTŮFEK, Jiří, WIENER, Jakub, MACHÁŇOVÁ, Dagmar. *Barvení textilií II*. Technická Univerzita v Liberci 2012, ISBN 978-80-7372-796-3.

- [16] KRYŠTŮFEK, Jiří a WIENER, Jakub. *Barvení textilií I.* Technická univerzita v Liberci 2008. ISBN 978-80-7372-328-6.
- [17] MILTON, Harris. *The Isoelectric Point of Wool.* Washington 1932. [online]. [cit. 20.8.2018]. Dostupné z: http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/jres/23/jresv23n4p471_A1b.pdf
- [18] KOSLA, Adolf a ŠMÍD, Zdeněk. *Technologie výroby kloboučnických plstí.*, Nový Jičín 1985
- [19] MORTON, W. E., HEARLE, J. W. S. *Physical Properties of Textile Fibres.* Manchester & London, The Textile Institute Butterworths 1962.
- [20] HLADÍK, Vladimír a kol. *Textilní vlákna.* Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1970.
- [21] Interní norma č. 33-302-01/01 Hodnocení prodyšnosti tkanin. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní.
- [22] HUNT, R.W.G. *Measuring colour: fundamentals and applications.* 3rd ed. Kingston-upon-Thames: Fountain, 1998, ISBN 08-634-3387-1.
- [23] VIK, Michal. *Základy měření barevnosti I. díl.* Technická univerzita v Liberci 1995. ISBN 80-7083-162-6.
- [24] Color Quest® XE. Users's Manual. A60-1011-610 Manual Version 1.4. Hunter Associates Laboratory Virginia, USA. [online], Version 5.7 – 1/2006 [cit. 20.7.2018] Dostupné z: <https://www.hunterlab.com/colorquest-xe-user-manual.pdf?r=false>
- [25] ŠULCOVÁ, Petra a BENEŠ, Ludvík. *Experimentální metody v anorganické technologii.* Univerzita Pardubice 2008. ISBN 978-80-7395-058-3.
- [26] Materiály dodané firmou TONAK, a. s.

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Chlup králíčí srsti [3] | 13 |
| Obrázek 2: Králíčí chlup a jeho řez [4]..... | 14 |
| Obrázek 3: Struktura keratinu [7] | 14 |
| Obrázek 4: Vlněné vlákno, šupinková struktura [11] | 15 |
| Obrázek 5: Vlněné vlákno, A – vnější obal, B – šupiny, C – korová vrstva, D – dřeň [4] | 16 |
| Obrázek 6: Moření králíčích kožek [13] | 17 |
| Obrázek 7: Vkládání namořených kožek do průběžné sušárny [13] | 18 |
| Obrázek 8: Odebírání kožek z průběžné sušárny a rovnání na vozík [13] | 18 |
| Obrázek 9: Namořená a usušená kožka [13] | 19 |
| Obrázek 10: Vybírání kousků kůží a nečistot v nařezaných kožkách [13]..... | 19 |
| Obrázek 11: Načechraná směs chlupů [13] | 20 |
| Obrázek 12: Plástění [13] | 22 |
| Obrázek 13: Předplstění [13] | 23 |
| Obrázek 14: Polypeptidický řetězec u proteinových vláken [7]..... | 25 |
| Obrázek 15: Uzavřený konusový barvicí aparát během barvení (vlevo) a otevřený konusový barvicí aparát s obarveným polotovarem (vpravo) [13] | 26 |
| Obrázek 16: Otevřený barvicí aparát s polotovary před přidavkem barviva [13] | 27 |
| Obrázek 17: Laboratorní barvicí aparát Ahiba Turbomat [13]..... | 28 |
| Obrázek 18: Uspořádání barevného prostoru systému $L^*a^*b^*$ [23] | 31 |
| Obrázek 19: Schéma rastrovacího elektronového mikroskopu [22]..... | 32 |
| Obrázek 20: Směry vyražení vzorků [26]..... | 36 |
| Obrázek 21: Porovnání velikosti materiálu po suchém plstění vůči surovému polotovaru [13] | 37 |
| Obrázek 22: Příklad FX 3300 pro měření prodyšnosti se vzorkem obarvené plsti [13] | 38 |
| Obrázek 23: Vzorek uchycený na nosiči [13]..... | 39 |
| Obrázek 24: Barvicí schéma pro žluté vybarvení králíčí plsti [26] | 40 |
| Obrázek 25: Barvicí schéma pro černé vybarvení králíčí plsti [26] | 40 |
| Obrázek 26: Graf vlivu rychlosti trhání u ručně vyřezaných vzorků Henry ex | 43 |
| Obrázek 27: Graf vlivu rychlosti trhání u ručně vyřezaných vzorků Henry ex plazma | 44 |
| Obrázek 28: Graf vlivu přípravy vzorků Henry ex | 45 |
| Obrázek 29: Graf vlivu přípravy vzorků Henry ex plazma | 46 |

| | |
|--|----|
| Obrázek 30: Graf – pevnosti a tažnosti Henry ex a Henry ex plazma v průběhu procesu výroby | 47 |
| Obrázek 31: Graf – vliv přídavku doby barvení u žlutého barviva na Henry ex a Henry ex plazma | 49 |
| Obrázek 32: Graf – porovnání průměrných hodnot vlivu rychlosti trhání vlny ručně vyřezaným dle šablony | 53 |
| Obrázek 33: Henry ex po suchém plstění chemickým mořením (vlevo) a plasmaticky (vpravo) | 71 |
| Obrázek 34: Henry ex surový polotovar (vlevo) a Henry ex plazma surový polotovar (vpravo) | 71 |
| Obrázek 35: Henry ex surový polotovar obarvený na žluto (vlevo) a Henry ex plazma surový polotovar obarvený na žluto (vpravo)..... | 72 |
| Obrázek 36: Henry ex surový polotovar černě obarvený (vlevo) Henry ex plazma surový polotovar černě obarvený (vpravo)..... | 72 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1: Seznam použitých chemikálií | 35 |
| Tabulka 2: Seznam použitých textilních pomocných prostředků | 35 |
| Tabulka 3: Seznam použitých barviv | 35 |
| Tabulka 4: Použité přístroje | 35 |
| Tabulka 5: Vliv rychlosti trhání materiálu Henry ex ručně vyřezaným dle šablony | 43 |
| Tabulka 6: Vliv rychlosti trhání u ručně vyřezaných vzorků Henry ex plazma | 44 |
| Tabulka 7: Vliv přípravy vzorků (ruční stříh vs. raznice) u Henry ex | 45 |
| Tabulka 8: Vliv přípravy vzorků (ruční stříh vs. raznice) u Henry ex plazma | 46 |
| Tabulka 9: Pevnosti a tažnosti Henry ex a Henry ex plazma v průběhu procesu výroby | 47 |
| Tabulka 10: Vliv přídavku doby barvení u žlutého barviva na Henry ex a Henry ex plazma | 48 |
| Tabulka 11: Vliv černého vybarvení na mechanické vlastnosti Henry ex a Henry ex plazma | 49 |
| Tabulka 12: Vliv vybarvení do žlutého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – hladká úprava | 50 |
| Tabulka 13: Vliv vybarvení do černého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – hladká úprava | 50 |
| Tabulka 14: Vliv vybarvení do žlutého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – zámiš | 51 |
| Tabulka 15: Vliv vybarvení do černého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – zámiš | 51 |
| Tabulka 16: Vliv vybarvení do žlutého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – velur | 52 |
| Tabulka 17: Vliv vybarvení do černého odstínu na mechanické vlastnosti Henry ex, Henry ex plazma – velur | 52 |
| Tabulka 18: Porovnání průměrných hodnot vlivu rychlosti trhání vlny ručně vyřezaným dle šablony | 53 |
| Tabulka 19: Pevnosti a tažnosti vlněné plsti v průběhu procesu výroby | 54 |
| Tabulka 20: Vliv přídavku doby barvení a opracování u žlutého vybarvení vlněné plsti | 55 |
| Tabulka 21: Vliv barvení u černého barviva na mechanické vlastnosti vlněné plsti | 55 |

| | |
|--|----|
| Tabulka 22: Srovnání plošné hmotnosti v gramech pro materiál Henry ex a Henry ex plazma | 56 |
| Tabulka 23: Srovnání plošné hmotnosti materiálu Henry ex a Henry ex plazma černě a žlutě obarveného..... | 56 |
| Tabulka 24: Plošná hmotnost vlny v různých fázích výroby..... | 57 |
| Tabulka 25: Srovnání plošné hmotnosti vlny černě a žlutě obarveného | 57 |
| Tabulka 26: Porovnání prodyšností u materiálu Henry ex a Henry ex plazma | 58 |
| Tabulka 27: Vliv doby barvení na materiál Henry ex a Henry ex plazma | 58 |
| Tabulka 28: Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené hladké úpravy | 59 |
| Tabulka 29: Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené zámišové úpravy | 60 |
| Tabulka 30: Porovnání prodyšnosti žlutě vybarvené zámišové úpravy | 61 |
| Tabulka 31: Porovnání prodyšnosti černého vybarvení u zámišové, velurové a hladké úpravy | 62 |
| Tabulka 32: Prodyšnost vlněné plsti v různých fázích výroby | 62 |
| Tabulka 33: Porovnání prodyšnosti upravené vlny žlutě a černě vybarvené | 63 |
| Tabulka 34: Porovnání surového polotovaru Henry ex vůči Henry ex plazma | 64 |
| Tabulka 35: Porovnání barevnosti žlutě vybarveného surového polotovaru Henry ex a Henry ex plazma | 64 |
| Tabulka 36: Vliv navyšování barvicí doby žlutě obarveného surového polotovaru Henry ex na výslednou barevnost | 64 |
| Tabulka 37: Vliv navyšování barvicí doby žlutě obarveného surového polotovaru Henry ex plazma na výslednou barevnost | 65 |
| Tabulka 38: Porovnání surového polotovaru Henry ex a Henry ex plazma černě obarveného | 65 |
| Tabulka 39: Porovnání žlutě obarveného surového polotovaru Henry ex a Henry ex plazma vůči žlutě obarvenému hladce upravenému materiálu..... | 65 |
| Tabulka 40: Porovnání žlutě obarveného surového polotovaru Henry ex a Henry ex plazma vůči žlutě obarvenému zámišově upravenému materiálu | 66 |
| Tabulka 41: Porovnání žlutě obarveného surového polotovaru Henry ex a Henry ex plazma vůči žlutě obarvenému velurově upravenému materiálu | 67 |
| Tabulka 42: Porovnání černě obarveného surového polotovaru Henry ex vůči černě obarveným materiálům hladké, velurové a zámišové úpravy..... | 67 |
| Tabulka 43: Porovnání černě obarveného surového polotovaru Henry ex plazma vůči černě obarveným materiálům hladké, velurové a zámišové úpravy..... | 68 |

| | |
|---|----|
| Tabulka 44: Vliv navyšování barvicí doby u žlutě obarvené vlněné plsti jako surového polotovaru | 68 |
| Tabulka 45: Porovnání žlutě obarvené vlněné plsti jako surového polotovaru vůči upravenému žlutě obarvenému surovému polotovaru | 68 |
| Tabulka 46: Porovnání černě obarvené vlněné plsti jako surového polotovaru vůči upravenému černě obarvenému polotovaru | 69 |
| Tabulka 47: Surový polotovar Henry ex žlutě obarvený, vliv textilních pomocných prostředků | 69 |
| Tabulka 48: Surový polotovar Henry ex plazma žlutě obarvený, vliv textilních pomocných prostředků | 69 |
| Tabulka 49: Surový polotovar Henry ex černě obarvený, vliv textilních pomocných prostředků | 70 |
| Tabulka 50: Surový polotovar Henry ex plazma černě obarvený, vliv textilních pomocných přípravků | 70 |